

TUNNELMAN LUONTI SISÄTILARENDERÖINNISSÄ

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikan koulutusohjelma
Teknisen visualisoinnin suuntautumis-
vaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Karri Asikainen

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma

ASIKAINEN, KARRI: Tunnelman luonti sisätilarenderöinnissä

Mediatekniikan opinnäytetyö, 62 sivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkitaan tunnelman luomista sisätilavisualisoinnissa valaistuksen mallintamisen, kuvan asettelun ja renderöinnin kannalta V-Ray-renderöintimoottorilla. Työn tarkoitus on myös opastaa ja antaa perustietoa lukijalle edellä mainituilla osa-alueilla. Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi erilaisia oikean maailman valaistusmenetelmiä tunnelman luomisessa ja kuvan asetelua sisustusvalokuvauksen kannalta. 3D:n käyttö visualisointiprosessissa käydään läpi yleisellä tasolla ja samalla tutustutaan V-Ray-renderöintimoottoriin. Lisäksi teoriaosassa käydään läpi V-Rayn valonlähteet, varjot ja kamera, sekä V-Rayn epäsuoran valaistuksen laskentamenetelmät. Lähdetietona on käytetty sähköisiä ja painettuja lähteitä.

Teoriaosuuden lisäksi opinnäytetyö sisältää case-osan, missä hyödynnetään teoriassa käsiteltyjä asioita. Tässä osiossa mallinnettiin referenssikuvien pohjalta sisätila, jonka valaistus luodaan käyttäen teoriaosassa käsiteltyjä menetelmiä. Kuvan asettelussa käytetään hyväksi teoriaosassa käsiteltyjä sisustusvalokuvauksen menetelmiä ja renderöinnissä hyödynnetään V-Rayn epäsuoran valaistuksen algoritmeista tutkittua tietoa.

Projektin aikana ilmeni, että oikean maailman valaistusmenetelmät ja niiden tunteminen helpottaa visualisointiprosessia. Ilmeni myös, että oikeilla valaistusratkaisuilla ja kuvan asettelulla on huomattava merkitys lopputuloksen laatuun ja tunnelmaan. Lisäksi havaittiin, että oikean renderöintimenetelmän käyttö V-Raylla voi pienentää renderöintiäikoja moninkertaisesti laadun juurikaan kärsimättä.

Avainsanat: visualisointi, arkkitehtuuri, valaistus, V-Ray, 3d-mallinnus, Global Illumination

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

ASIKAINEN, KARRI: Mood Creation in Interior 3D Rendering

Bachelor's Thesis in visualization engineering, 62 pages

Spring 2011

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study mood creation in interior visualization through lighting, image composition and rendering using V-Ray rendering software. One can also use this thesis as a guide to aforementioned subjects. The theory part deals with different real-world lighting techniques for mood creation and image composition through interior photography. It also deals with using 3D as part of the visualization process in general and introduces the V-Ray rendering engine, its light sources, shadows, camera and global illumination techniques. The sources used in this theses are from various printed and electronic publications.

The thesis also includes a case project, which utilizes the information written in the theory part. An interior was modeled based on various real-world references. The lighting and general mood in the reference interior was re-created and a high quality interior render was produced with the help of the methods described in the theory part.

During the project it appeared that real-world lighting techniques make the visualization process easier. Correct lighting solutions and image composition also seemed to have a big impact on the mood and quality of the final image. With the correct rendering technique in V-Ray, one can also reduce rendering times significantly without a noticeable difference in rendering quality.

Key words: visualization, architecture, lighting, V-Ray, 3d modeling, Global Illumination

SANASTOA

Diffuusiheijastus	Valon heijastuminen rosoiselta pinnalta.
Ensisijainen heijastus	Heijastus, joka tapahtuu, kun säde kohtaa ja heijastuu ensimmäisestä pinnan.
Toissijainen heijastus	Heijastus, joka tapahtuu, kun jo kertaalleen heijastunut säde heijastuu toisesta pinnasta.
Global illumination	Yleinen nimitys joukolle epäsuoran valaistuksen laskemisen algoritmeja renderöintiohjelmassa.
IM	Irradiance map.
Irradianssi	Pinnalle tulevan säteilyn voimakkuus watteina neliometriä kohti.
LC	Light cache.
Monte Carlo -simulaatio	Laskennallisten algoritmien joukko, joka käyttää toistuvia sattumanvaraisia laskelmia tietyn lopputuloksen ratkaisemiseen.
PM	Photon mapping.
Radianssi	Pinnalta pois päin lähtevän säteilyn voimakkuus watteina neliometriä kohti tiettyyn avaruuskulmaan.
Seinänpesijä	Valaisin, joka luo seinälle yhtenäisen kirkkaan valopinnan.
Spekulaarinen heijastus	Valon heijastuminen tasaiselta pinnalta.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUNNELMA SISUSTUSKUVASSA	2
2.1	Valaistus ja kuvan rakenne	2
2.2	Valaistuksen vaikutus havainnointikykyyn	2
2.3	Valaistuksen psykologiset vaikutukset	3
2.4	Elementit	4
2.5	Päivänvalo ja keinotekoinen valo	4
2.6	Valaistusmenetelmät	5
2.7	Kuvan asettelu	10
2.8	Tyylittely ja yksityiskohdat	12
2.9	Täytevalaistus	13
3	3D:N HYÖDYNTÄMINEN SISUSTUSKUVISSA	14
3.1	3D:n hyödyt	14
3.2	Ohjelmat	14
3.3	Visualisointiprosessi	15
3.4	Geometria	15
3.5	Valaistus	15
3.6	Materiaalit	16
3.7	Renderöinti	16
3.8	Renderöintimoottorit	16
4	V-RAYN VALOT JA KAMERA	18
4.1	VRayShadow	18
4.2	3ds Maxin valonlähteet	19
4.3	VRayAmbientLight ja VrayLight	20
4.4	VraySun	21
4.5	IES-valot	22
4.6	VrayPhysicalCamera	23
5	GLOBAL ILLUMINATION V-RAYSSA	24
5.1	Valon vuorovaikutus pintojen kanssa	24
5.1.1	Fotonit	24
5.1.2	Diffuusiheijastukset	24
5.1.3	Peiliheijastukset	25

5.1.4	Valon tahtuminen	26
5.2	Valon simulointi renderöinnissä	27
5.2.1	Renderöintialgoritmit	27
5.2.2	Ray tracing	28
5.2.3	Monte Carlo Path Tracing	29
5.2.4	DMC Sampler	30
5.2.5	Photon mapping	30
5.2.6	Irradiance map	33
5.2.7	Light Cache	36
6	CASE: SISÄTILAVALAISTUKSEN LUOMINEN JA RENDERÖINTI	38
6.1	Tavoitteet	38
6.1.1	Lähtötilanne	38
6.1.2	Ravintolan valaistusanalyysi	38
6.2	Mallinnusprosessi	39
6.2.1	Geometria ja materiaalit	39
6.2.2	Valot 40	
6.3	Sisätilakuva	43
6.3.1	Rakenne ja sommittelu	43
6.3.2	Täytevalaistus	44
6.4	Renderöinti	46
6.4.1	Hybridimenetelmät	46
6.4.2	Irradiance map – Light cache	47
6.4.3	Irradiance map – Photon mapping	50
6.4.4	Hybridimenetelmien vertailu	52
6.4.5	Lopputuloksen analyysi	54
7	YHTEENVETO	56
	LÄHTEET	58
	LIITTEET	62

1 JOHDANTO

Arkkitehtuurinen visualisointiprosessi jakaa monilta osin samoja asioita niin valaistussuunnittelun kuin valokuvauksenkin alueelta. Valaistuksen suunnittelu ja kuvan asettelu ovat olennainen osa kuvan tunnelmaa ja ne vaikuttavat huomattavasti lopputuloksen laatuun. Tämän takia visualisoijan on hyvä tuntea oikean maailman valaistussuunnittelua ja erilaisia sisustusvalokuvauksessa käytettyjä ratkaisuja. Laadukkaaseen lopputulokseen vaikuttaa myös kuvan renderöinti, sillä huono renderöinti vastaa huonoa valokuvaa. Valitsin opinnäytetyön aiheen Koskisen Oy:lle tekemäni talovisualisoinnin innoittamana.

Opinnäytetyön teoriaosassa tutkitaan kuvan tunnelman kannalta sisätilavalaistusta ja erilaisia sisustusvalokuvauksen menetelmiä, joista voi olla hyötyä visualisoijalle. Lisäksi teoriaosa käsittelee 3D-mallinnuksen hyötyjä visualisointiprosessille sekä erilaisia fyysisen valaistuksen laskemisen menetelmiä V-Ray-renderöintimoottorissa. Koska opinnäyteistö keskittyy pääosin valaistuksen ja kuvan luomiseen, on geometrian ja materiaalien tutkiminen jätetty pois.

Case-osassa tutkitaan edellä mainittuja asioita mallintamalla sisätila, josta luodaan yö- ja päiväversiot käyttämällä erilaisia valaistusratkaisuja. Myös kuvan sommiteluun kiinnitetään huomiota. Osiossa vertaillaan myös V-Rayn renderöintimenetelmiä ja etsitään optimaalinen menetelmä ja asetukset sisätilakuvan renderöintiin.

2 TUNNELMA SISUSTUSKUVASSA

2.1 Valaistus ja kuvan rakenne

Sisätilan visualisointiprosessi jakaa monilta osin samoja asioita niin valaistus suunnittelun kuin valokuvauksenkin alueelta. Valaistuksen suunnittelu on olennainen osa 3d-mallin valonlähteiden asettelua ja visualisoijan tulee tuntea niin valon fyysiset kuin tunnelmalliset vaikutukset tilassa. Tämä lisää työn tehokkuutta ja loppujen lopuksi myös laatua. Renderöinnissä taas korostuu hyvän kuvan asettelun tunteminen, sillä huono renderöinti vastaa huonoa valokuvaa. Tässä luvussa käsitellään yleisellä tasolla tilan valaistukseen vaikuttavia tekijöitä käytännön ja tunnelman kannalta sekä valaistusratkaisuja, joilla tunnelmaa muokataan. Luvussa käsitellään myös yleisellä tasolla sisustusvalokuvan luomista ja asettelua.

Sisätilavalauksella on eri käyttötarpeita, jotka vaativat erilaisia valaistusratkaisuja. Sisätiloissa käytetään yleensä hyväksi yleisvaloa, joka parhaassa tapauksessa tyydyttää kaikki valolle asetetut vaatimukset. Ihmisen biologiset ja terveydelliset tarpeet liittyvät luonnonvaloon ja oikeanlaisella valaistuksella voidaan myös parantaa työolosuhteita ja turvallisuutta sisätiloissa. Valaistuksella luodaan myös sisätiloihin tilantuntua, tuodaan erilaisia yksityiskohtia esille ja tätä kautta muokataan tilan yleistä tunnelmaa. (Rihlma 1999, 9, 12 - 13.)

2.2 Valaistuksen vaikutus havainnointikykyyn

Havainnointikyky rakentuu kahdesta osasta: silmillä tapahtuvista havainnoista ja niiden tulkitsemisesta aivoissa. Aivot kokoavat tietoa silmien havaitsemista ympäristön ärsykkeistä ja tulkitsevat niitä aikaisempien kokemuksiemme perusteella. (Phillips 2000, 9.)

Ihminen tarvitsee tarpeeksi valoa erilaisten tehtävien suorittamiseen. Tehtävästä riippuen siihen tarvittava valaistus voi vaihdella korkeasta vähäpätöisempään. Tiettyyn pisteeseen asti visuaalinen havainnointikyky paranee, kun valon määrä ympäristössä lisääntyy. Toisaalta ihmisen silmä pystyy mukautumaan myös hämärämpiin olosuhteisiin. On kuitenkin selvää, että mitä enemmän tarkkaavaisuut-

ta vaativa tehtävä on suoritettavana, sitä enemmän valoa tarvitaan. Väri ja kontrasti vaikuttavat myös ihmisen kykyyn havainnoida ympäristöään. Iän myötä havainnointiin tarvittavan valon määrä yleensä kasvaa mutta myös kontrastierojen ja värien havainnointi muuttuu. Havainnointikyky pitää aina ottaa huomioon jokaisessa valaistusprojektissa ja yleensä siihen liittyvät vaatimukset muuttuvat projektista. (Phillips 2000, 4, 9.)

Phillipsin mukaan visuaalinen tarkkuus on yhteydessä tilan valaistuksen tasoon, mutta myös kappaleen ja sen taustan ja ympäristön väliseen kontrastieroon. Työtilan tyydyttävä valaistus saadaan aikaan, kun työvalo on kolme kertaa taustaa kirkkaampi. Suomessa työsuojeluhallinto valvoo työpaikkojen valaistusolosuhteita taulukon 1 mukaisesti. (Phillips 2000, 10; Työsuojeluhallinto 2010.)

karkea työ	250-300 lx
tavallinen työ	500-1000 lx
tarkka työ	yli 1000 lx

TAULUKKO 1. Työsuojeluhallinnon suosittelemat valaistusarvot työlle.

Visuaalinen suorituskyky on vain yksi osa havainnointivaatimuksia. Esimerkiksi kirkoissa tilan havainnointi ja tunnelma on vähintään yhtä tärkeää kuin riittävä valaistus tehtävien suorittamiseen.

2.3 Valaistuksen psykologiset vaikutukset

Phillipsin mukaan valaistuksen tunne ja järkiperäisiä vaikutuksia huomioon ottaessa on tarkasteltava muita rakennuksia ja historiaa. Ihmiset ovat sukupolvien ajan vierailleet vanhoissa rakennuksissa, kuten kirkoissa ja katedraaleissa. Näin ollen suuren ihmisjoukon tunnereaktioita on voitu tarkkailla hyvin pitkän aikaa. (Phillips 2000, 13.). Boubekrin mukaan tällaisissa dramaattisen valaistuksen paikoissa ihmiset kokevat tunnelman muutoksia, mutta näin tapahtuu myös vähemmän dramaattisen valaistuksen tiloissa. Valon puute tai sen läsnäolo voi aiheuttaa negatiivisia tai positiivisia vaikutuksia. Hyvä valaistus aiheuttaa jännitystä, valp-

pautta ja vallitsevuutta. Huono valaistus taas aiheuttaa tylsyyttä, ikävystymistä ja alistumista. (Boubekri 2008, 92 - 93.)

2.4 Elementit

Kellog Smithin ja Bertolonen mukaan tilan valaistusta laatiessa on otettava neljä elementtiä huomioon: kehystys, pääasiallinen keskitys, toissijainen keskitys ja nautinto. Kehystäminen tarkoittaa vaikuttavimman näkymän valitsemista, kuten rakennuksen sisääntuloa. Ensisijaisen keskityksen kohteena tilassa voi olla pystysuora pinta tai kappale näkökentässä, joka on vaikuttava tai on puoleensa vetävä. Kohde voi myös olla pinta tai kappale, jonka massa dominoi sisätilan arkkitehtuuria tai jopa erityisen onnistunut osa sisätilasuunnittelua. Toissijaisen keskityksen kohde tasapainottaa ensisijaista kohdetta visuaalisesti kirkkauden avulla. Jokaisessa valaistusratkaisussa pitäisi myös olla jotain odottamatonta, kuten valon ja varjon luova käyttö tai valaistustaide. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 28.)

2.5 Päivänvalo ja keinotekoinen valo

Päivänvaloa pidetään yleisesti houkuttelevampana kuin keinotekoisesta valoa. (Dietrich 2006, 16.) Phillipsin mukaan päiväsaikaan rakennuksen yhtenäisyyttä lisäävät sen luonnollinen ympäristö ja sen valaistus, kun taas pimeällä on käytettävä keinovaloja. Tietystä suunnasta tuleva päivänvalo edesauttaa sisätilan muotoilua ja rakenteiden selkeyttä, joiden avulla tilan yhtenäisyyttä ilmaistaan. Lisäksi yhtenäisyyden kokemiseen vaikuttaa sisätilan kontakti ulkotilaan, kuten näkymä ikkunan läpi ja eri säätilojen ja ulkomaailman kokeminen. Päivänvalon luonnollinen väri taas tuo todellisuutta sisätiloihin. Myös päivänvalon dynamiikka vaikuttaa valaistuksen yhtenäisyyteen, sillä valaistus vaihtelee päivittäin kellonajasta, vuodenaikasta tai säätilasta riippuen. (Phillips 2000, 14.)

Keinovalon pitää päivänvalon tavoin tyydyttää tilan selkeyden havainnointia, värejä ja tilan aisteja stimuloivia ominaisuuksia. (Phillips 2000, 15.). Brandin ja Geissmar-Brandin mukaan ihmisen tarpeet valaistuksen suhteen muuttuvat vuorokauden aikana niin, että päivällä keskitymme parhaiten kirkkaaseen, puhtaaseen ja runsaaseen valoon. Illalla ihminen kokee lämpimän valon mukavammaksi. (Brandin ja Geissmar-Brandin 2000, 15.)

di & Geissmar-Brandi 2006, 71.). Esimerkiksi maanalaisissa kauppakeskuksissa päiväsaikaan voidaan käyttää kaasupurkauslamppujen viileämpää valoa ja yöllä lämpimämpää valoa säteileviä hehkulamppuja. (Phillips 2000, 17 - 18.). Keinovalojen käytön etu on valon ominaisuuksien hallinta. Siksi niillä voidaan hallita tilan valaistuksen kompositiota eri keinoin.

2.6 Valaistusmenetelmät

Korostavalla valaistuksella luodaan yli viisinkertainen kirkkausero valaistavan kohteen ja taustan välille, kuten sivun 6 esimerkissä (Kuva 1). Tilan kontrastierot määrittelevät, miten ihmiset liikkuvat ja asettuvat tilaan, ja yleensä korostavaa valaistusta käytetään tähän tarkoitukseen esimerkiksi teatterissa ja museoissa. Käyttämällä matalavoltista korostavaa valaistusta esineiden ja pintojen valaisuun tilaan voidaan luoda kirkkaustasapainoja, jotka muodostavat tilaan yhtenäisen kokonaisuuden. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 30.)

Seinänpesijöillä yhdenmukaistetaan seinä peittämällä se kirkkaaseen valoon. Tällä luodaan tilaan suuntaavuutta ja erilaiset kappaleet seinällä saadaan vedettyä yhteen, koska niiden välinen tila nähdään samassa valossa. Seinän pintarakenne näyttää litistetyltä, ja suuri määrä valoa heijastuu valaistusta seinästä takaisin tilaan. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 30.)

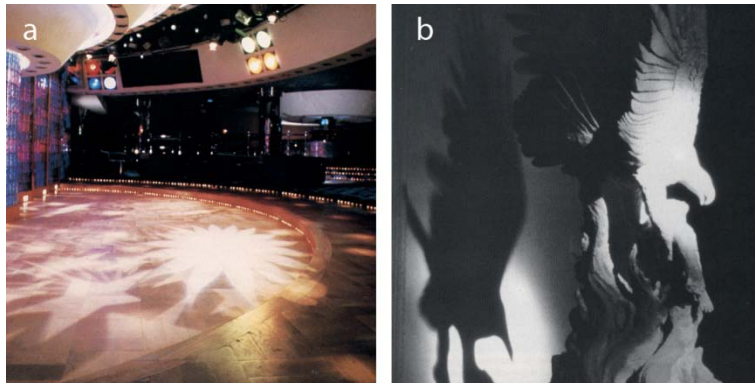
Seinänpesijöillä voidaan myös "naarmuttaa" seiniä asettamalla valonlähde lähelle seinää (15,2 cm - 30,5 cm) ja suuntaamalla se alaspäin, esimerkikuvan (Kuva 1) mukaisesti. Valonsäteet luovat näin kirkkaita pilkkuja osuessaan pystysuoran pintarakenteen kuhmuihin luoden niistä alaspäin suuntautuvia varjoja. Samanlainen katkonainen kuvio voidaan usein löytää luonnosta. Valoja voidaan käyttää tässä tapauksessa seinänpesijöiden tavoin ja tuoda esiin yksittäisiä seiniä tilassa. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 34 - 35.)



KUVA 1. a) Korostava valaistus ja b) naarmuttavia seinänpesijöitä (Jankowski 1987, 102; Kellog Smith & Bertolone 1986, 35.)

Valonlähteestä tuleva valonsäde voidaan nähdä kirkkaana muotona ja näin ollen käyttää sitä visuaalisena elementtinä. Valonsäteiden ja varjojen vuorovaikutusta voidaan käyttää elävöittämään muuten vaisua tilaa. Valonsäteiden muotoa saadaan muuteltua käyttämällä sabluunaa ja näin luotua pinnoille valokuvioita eli goboja esimerkkikuvan (Kuva 2) mukaisesti. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 31.)

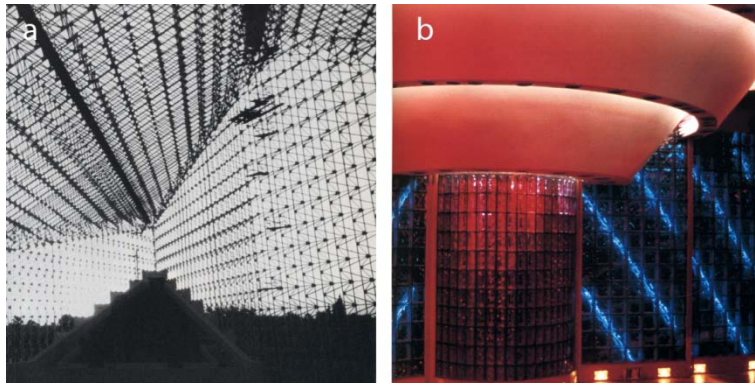
Toinen esimerkkikuvassa (Kuva 2) havainnollistettu tekniikka on varjoilla leikitely. Varjon muoto sisältää visuaalisen viestin. Valo pysyy tekniikassa taka-alalla, ja tämän takia kannattaa käyttää valonlähteitä, jotka luovat laajan ja pehmeäruonaisen valonsäteen. Varjoja voidaan käyttää voimistamaan kolmiulotteisten tekstien ja veistosten kokoa ja vaikuttavuutta. Sisätilaa voidaan myös pehmentää heittämällä kasvien varjoja seinille ja kattoon. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 31.)



KUVA 2. a) Gobojen ja b) varjojen käyttöä (Jankowski 1987, 47; Kellog Smith & Bertolone 1986, 32.)

Silhuetti saadaan muodostettua asettamalla kappale valoa säteilevän alueen (taivas, seinänpesijät) ja tarkkailijan väliin. Takaa tuleva valo rajaa kappaleen muodon ja muodostaa suuren kontrastieron kappaleen etupinnan ja taustan välille, kuten alla olevasta kuvasta (Kuva 3) havaitaan. Tämä keskittää huomion kappaleen piirteisiin, voi rikkoa häikäisyn ja täydentää kappaleen tärkeyttä tilassa. Samalla kuitenkin menetetään yksityiskohtia kappaleen edessä. (Kellog Smith & Bertolone, 1986, 31.)

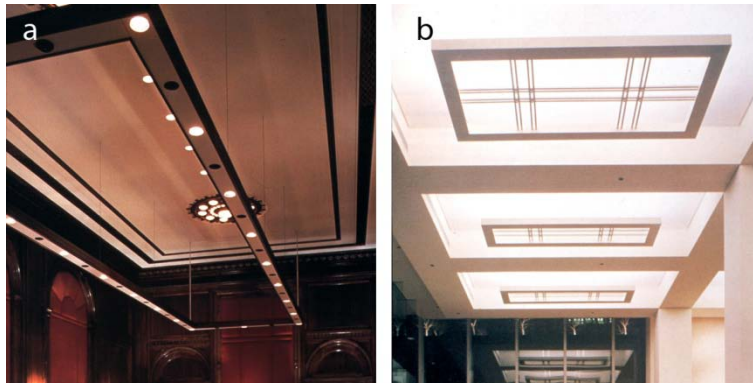
Peiteltyssä valaistuksessa valo hajaannutetaan läpikuultavan materiaalin läpi. Valonlähde sijaitsee läpikuultavan pinnan takana, ja siitä lähtevä valo hajautuu pinnan läpi luoden pehmeän, kirkkaan pinnan, mikä voidaan nähdä esimerkkikuvassa (Kuva 3). Valonlähteenä voi toimia myös valolla pesty pinta, joka saa valon hajaantumaan pinnan läpi tasaisemmin. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 32.)



KUVA 3. a) Silhuetti ja b) peitelty valaistus (Kellog Smith & Bertolone 1986, 35; Jankowski 1987, 102.)

Sivun 8 kuvassa (Kuva 4) esitettyä alaspäin suunnattua valoa käytetään yleensä työ- ja tehtävävalaistuksissa tehtäväalueen yläpuolella. Valonlähteen luomat irralliset kirkkaat alueet ilmestyvät vain vaakapinnoille näkökentän ulkopuolelle. Erityisesti korkeassa tilassa alaspäin suunnatun valaistuksen avulla voidaan levittää taustavalaistusta ympäri tilaa niin, että tarkkailija ei häiriinny erityisen kirkkaista valonsäteistä. Tilan mukavuutta voidaan lisätä heijastamalla valo lattiasta seinille ja vähentämällä näin häikäisyä. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 32.)

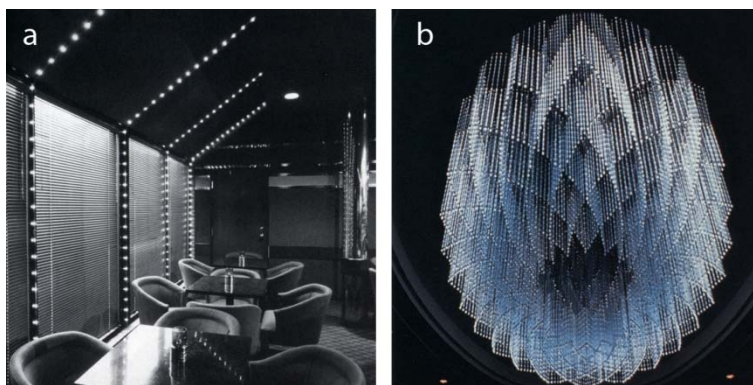
Ylöspäin suunnattua valaistuksella saadaan painotettua ylhäällä sijaitsevien kapaleiden kiinnostavuutta. Sen avulla saadaan myös heijastettua valoa katon kautta kuten esimerkkikuvassa (Kuva 4), ja tilaan luodaan näin pehmeämpi valaistus ilman häikäisyä. Klassinen esimerkki ylöspäin valaisun käytöstä on pöytiin sijoitetut yläosasta avoimet kynttilälamput. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 35.)



KUVA 4. a) Alaspäin ja b) ylöspäin suunnattu valaistus (Jankowski 1987, 16, 26.)

Säihke saadaan luotua käyttämällä itse valonlähteitä tummaa taustaa vasten. Tekniikkaa käytetään usein koristelutarkoituksissa luomaan juhlan tuntua, houkuttelemaan uteliaita ja elävöittämään keskustelua ja vuorovaikutusta, kuten seuraavan esimerkkikuvan (Kuva 5) ravintolassa. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 35.)

Esimerkkikuvassa (Kuva 5) esitettyä valotaide voidaan käyttää tiloissa, jotka eivät ole työskentelyyn tarkoitettuja. Sitä voidaan jopa käyttää keskeisenä osana valaistussuunnittelua ja rakentaa täydentävä valaistus sen ympärille. Yleensä valotaide toimii parhaiten hämärissä olosuhteissa, ja sen takia esimerkiksi ravintolat ovat sen käyttämiseen otollisia paikkoja. (Kellog Smith & Bertolone 1986, 35 - 37.)



KUVA 5. a) Säihke ja b) valotaide (Kellog Smith & Bertolone 1986, 36; Jankowski 1987, 104.)

2.7 Kuvan asettelu

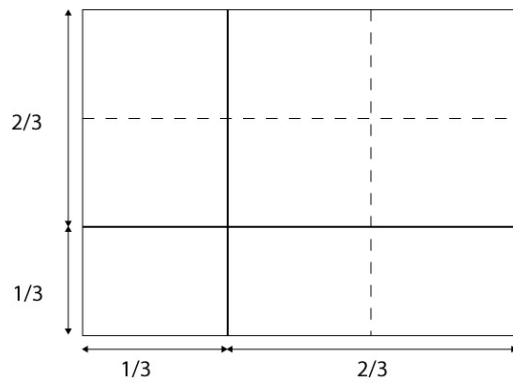
Asettelyn pääelementit ovat rakenne, linjojen dynamiikka ja perspektiivi. Rakenne käsittää kuvan eri osien sommittelun harmoniseksi kokonaisuudeksi. Dynaamisilla linjoilla luodaan visuaalista vaikutusta rinnastamalla ne liioiteltuihin kulmiin. Linjoilla myös visualisoidaan kuva lineaarisesti kaksiulotteisesti. Perspektiivi luo illuusion syvyydestä, jolloin tarkkailija havaitsee kokoerot ja etäisyydet kuvassa. (Harris 2003, 63.)

Symmetria on kuvan rakenteen yksinkertaisin muoto, jossa kuvan molemmat puolet ovat identtisiä, mutta vastakkain kuvan keskellä olevan pystyakselia kohti, kuten esimerkki seuraavalla sivulla (Kuva 6) osoittaa. Symmetristä asettelua tulisi käyttää vain erityisissä tiloissa, jotka todella vaativat tällaista käsittelyä, sillä kuvasta voi tulla tylsä ja mielikuvitukseton. Epäsymmetrian käyttö tietyissä paikoissa symmetrisestä kuvaa voi lisätä mielenkiintoa. (Harris 2003, 64.)



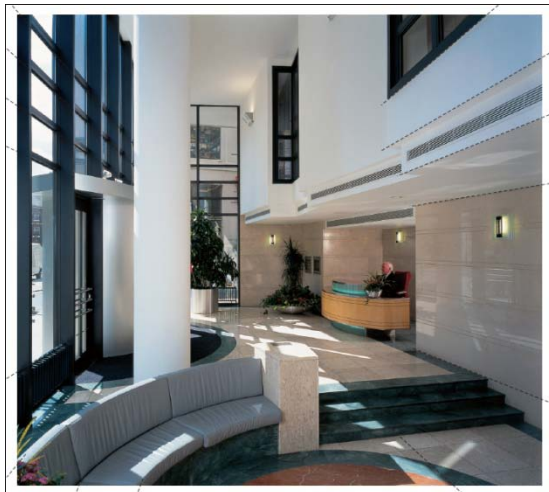
KUVA 6. Symmetrinen kuvan rakenne (Harris 2003, 64.)

Symmetriaa mielenkiintoisempi asettelu saadaan aikaan, kun kuvapinta jaetaan sen kolmasosien mukaan pysty ja vaakatasossa esimerkikuvan (Kuva 7) mukaan. Näiden linjojen leikkauspisteeseen asetetaan tiettyjä kuvan kiinnostuksenkohteita. Kuvan pääkohteen tulisi olla lähellä kolmansien leikkauspistettä ja kuvan tiettyjen muiden elementtien tulisi johdattaa silmää pääkohdetta päin. Pääkohteen ja taustan välillä tulisi myös olla joko väri- tai sävykontrasti. (Harris 2003, 65 - 66.)



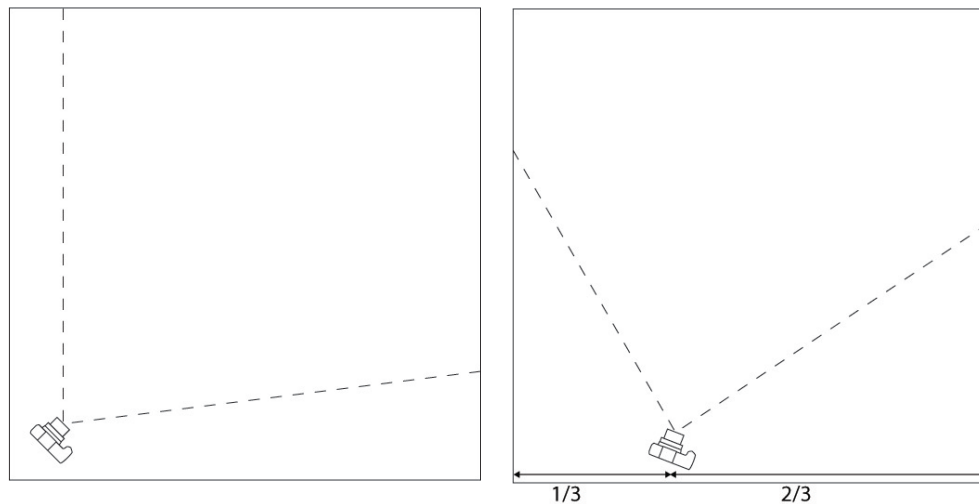
KUVA 7. Kolmansien jako

Dynaamiset linjat ovat kuvan linjoja, jotka ovat erisuuntaisia kuvan reunojen kanssa. Mitä lähempänä niiden kulmat ovat 45:tä astetta ja mitä dramaattisempi niiden rinnastus vastakkaisiin kulmiin on, sitä suurempi jännite kuvaan syntyy. Kuvan dynamiikka voimistuu, kun sen reunat rikotaan epäsuorissa kulmissa käyttäen niin kalusteita kuin perspektiivin aiheuttamia vinoja linjoja esimerkikuvan (Kuva 8) mukaan. Dynaamiset linjat ovat tärkein menetelmä sisustusvalokuvauksessa, ja niiden avulla luodaan illuusion syvyydestä kaksiulotteiselle pinnalle. (Harris 2003, 68 - 69.)



KUVA 8. Dynaamiset linjat (Harris 2003, 69)

Valokuvaaja haluaa yleensä ottaa tilan ominaisuudet osaksi sommitelmaa. Tällöin on tarpeen ottaa kuvaan mukaan enemmän kuin yksi seinä syvyyden esiin tuomiseksi. Jotta kuvaan saataisiin kaksi seinää ja mahdollisimman paljon lattia-alaa, kannattaa kamera sijoittaa huoneen nurkkaan ja suunnata se vastakkaiseen nurkkaan kuten sivun 12 esimerkkikuvassa (Kuva 9). Kolmannen seinän tullessa mukaan kamera kannattaa sijoittaa takaseinän pituuden kolmanneksen paikkeille. Kameran asettelun jälkeen tehdään etualan asettelu ja tällöin sijoitetaan huoneen vallitsevin kappale etualalle kuvan ala kolmanneksen leikkauspisteeseen. Lisää syvyyttä saadaan asettamalla esineitä aivan kuvan lähietäisyydelle. (Harris 2003, 70.)



KUVA 9. Kameroiden mahdolliset sijainnit

2.8 Tyylittely ja yksityiskohdat

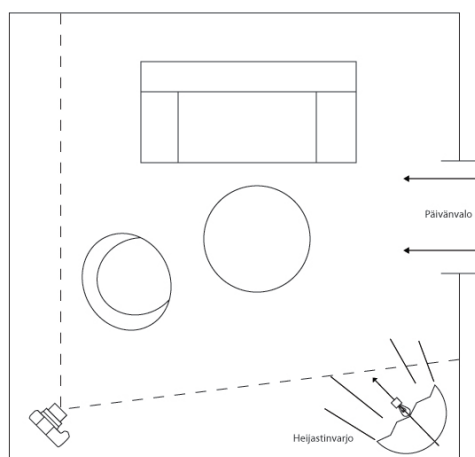
Tarpeen vaatiessa tila voidaan muotoilla niin että sen olemus, esteettinen veto-voima ja mielenkiinnonkohteet muuttuvat. Yleensä tämä tarkoittaa tilassa valmiina olevien esineiden uudelleenjärjestelyä esteettisempään suuntaan kamerakulman ja kuvan asettelun kannalta. Eri tilat vaativat erilaista käsittelyä, ja esimerkiksi kesämökin sisustus vaatii rennompaa käsittelyä kuin juhlallinen kotisisustus. Sisätilat ovat yleensä myös mielenkiintoisempia, jos ne sisältävät paljon yksityiskohtia, ellei tilaa ole erityisesti suunniteltu minimalistiseksi tai muodolliseksi. Tilan muotoilun tulisi myös kertoa vakuuttava tarina ja tehdä tila houkuttelevaksi, jotta

tarkkailija ymmärtäisi tilaa paremmin. Esimerkiksi olohuoneessa tätä voidaan tuoda esille jättämällä lehtiä ja kirjoja pöydille ja jättämällä silmälasit pöydälle sohvaa viereen. (Harris 2003, 71 - 72.)

2.9 Täytevalaistus

Tilan oma valaistus luo tilaan tunnelman, joka halutaan säilyttää sisustuskuvaan. Yleensä kuitenkin kontrasti pimeiden ja kirkkaiden alueiden välillä on filmillä liian suuri ja valoisat alueet palavat kuvassa puhki. Sen takia tilan valaistusta on lisättävä täydennysvalaistuksella. Täydennysvaloa käytettäessä tilan oman valaistuksen tulee pysyä vallitsevana, ellei erikoistehosteille ole tarvetta. Täydennysvalon tulisi olla diffuusivalonlähde, ja tämän takia kameran salama tai muu täydennysvalo yleensä heijastetaan valkoisen seinän tai heijastimen kautta. Täydennysvalon voimakkuuden tulisi olla noin neljännes vallitsevasta valosta. (Harris 2003, 73.)

Tilassa valmiiksi oleva asteittainen valon ja varjon muutos saadaan säilytettyä asettamalla täydennysvalo kameran ja tilan vallitsevan valonlähteen seuraavan kuvan (Kuva 10) osoittamalla tavalla. Samalla tilan kontrastieroja saadaan hieman tasoitettua. Harrisin mukaan hyvin valaistusta tilasta ei huomaa täytevalonkäyttöä lainkaan. (Harris 2003, 75.)



KUVA 10. Täytevalon käyttö

3 3D:N HYÖDYNTÄMINEN SISUSTUSKUVISSA

3.1 3D:n hyödyt

1990-luvun aikana arkkitehtuurisuunnittelu muuttui tietokoneavusteiseksi työksi. Tekniikan kehittyessä ja hintojen laskiessa kuka tahansa voi nykyään tehdä suunnittelutyötään vaikka kotikoneeltaan. Tämä on johtanut myös kolmiulotteisen visualisoinnin käyttämiseen osana suunnittelu- ja markkinointityötä entistä enemmän.

Luotua mallia voidaan tarkastella lukemattomista perspektiiveistä ja näin ollen voidaan havaita asioita, jotka ovat olleet piilossa aiemmin kaksiulotteisessa kuvassa. Kolmiulotteisuus auttaa myös sellaisten asioiden hahmottamisessa, joita on hankala kuvailla sanoin tai piirtämällä. Lisäksi 3D-mallien helppo muokattavuus nopeuttaa suunnitteluprosessia. Esimerkiksi sisustussuunnittelija pystyy kokeilemaan eri rakennusmateriaaleja, kankaita, värejä ja valaistusolosuhteita omalla työkoneellaan kotikoneellaan.

3.2 Ohjelmat

Sisätilavisualisointi tapahtuu erilaisilla CAD- ja kuvankäsittelyohjelmilla. CAD-ohjelmistot on räätälöity käyttäjän tarpeen mukaan. Esimerkiksi arkkitehti tarvitsee työhönsä mittatarkkaa tulosta tuottavaa CAD-ohjelmaa. Nämä ohjelmistot ovat yleensä keskittyneet vain suunnittelutyöhön ja niiden visualisointiin tarvittavat komponentit ovat yleensä puutteellisia. Tämän takia laadukkaaseen sisätilavisualisointiin tarvitaan yleensä 3D-mallinnusohjelmistoa, jonka avulla voidaan luoda monimutkaisia geometrisiä muotoja ja pintoja nopeammin. 3D-mallinnusohjelmat sisältävät tarkat renderöintiasetukset, mikä tekee niistä hyviä esimerkiksi markkinointimateriaalin tuottamiseen. Lisäksi useat 3D-mallinnusohjelmat mahdollistavat laajat työkalut animaatioesitysten tekemiseen, toisin kuin puhtaat piirto-ohjelmat.

3.3 Visualisointiprosessi

3D-visualisointiprosessiin kuuluvat olennaisena osana geometrian mallintaminen, valaistuksen suunnittelu, materiaalien luonti ja kuvien renderöinti. Geometria saadaan joko toisesta CAD-ohjelmasta valmiina tai mallintajan pitää luoda se itse. Geometrian ollessa valmis suunnitellaan tilaan valaistus, tehdään esikatselurenderöintejä ja hiotaan valaistusasetuksia, kunnes ne saadaan oikeanlaisiksi. Tämän jälkeen pintoihin asetetaan materiaalit ja tehdään lopullinen renderöinti eli kuvan muodostaminen kolmiulotteisesta mallista.

3.4 Geometria

3d-mallin geometria voi olla mallinnusohjelmasta riippuen joko volyymigeometriaa tai monikulmiokuoresta koostuvaa. Volyymimalleja käytetään enimmäkseen simulaatioissa, joissa simuloitavan aineen koostumus ja ominaisuudet pitää tietää. Muu 3D-geometria perustuu kappaleen kuvaamisen vain sen ulkokuoren perusteella, kuten polygonit, käyrät, primitiivit ja subdivision-mallit. Tällaiset geometriat ovat yleisimmin käytettyjä 3D-visualisoinnissa niiden helpon muokattavuuden takia. Geometriaa voidaan myös tarpeen vaatiessa helposti käyttää uudestaan ja monistaa nopeuttaen näin suunnittelutyötä.

3.5 Valaistus

3D-visualisoinnilla voidaan myös simuloida valaistusta. 3D-mallinnusohjelmat tarjoavat erilaisia valotyyppejä, joiden avulla voidaan simuloida oikean maailman valonlähteitä. Yleensä ohjelmista löytyy pistevalo, erilaisia suuntaan säteileviä valoja ja jonkinlainen auringonvalosimulaatio. Yleensä valaistuksesta saa mallinnusvaiheessa vain karkean käsityksen, ja jos kyseessä on realistinen oikeaa maailmaa mukaileva valaistus, on kuva renderöitävä. Reaaliaikaisissa 3D-sovelluksissa valaistus lasketaan reaaliajassa, mutta tietokoneen laskentatehon takia valaistus on tällöin hyvin epätarkka verrattuna esirenderöityihin kuviin.

3.6 Materiaalit

Materiaaleja simuloidaan shaderien avulla. Shader on yksinkertainen ohjelma, joka kuvaa pikselin tai verteksin ominaisuuksia ja ohjaa renderöintimoottorin toimintaa. Shaderien avulla muokataan mallin värejä, muotoa ja sen pinnan yksityiskohtia. Realistista materiaalia voidaan yksinkertaisimmillaan jäljitellä laittamalla bittikarttatekstuuri mallin pinnoille. Tarkempi jäljittely vaatii lisäksi materiaalin fysikaalisten ominaisuuksien tuntemista ja sen vuorovaikutusta valon kanssa.

3.7 Renderöinti

3D-renderöinti tarkoittaa kuvan luomista digitaalisesta kolmiulotteisesta mallista renderöintimoottorin avulla, joka voi olla osa grafiikkaohjelmaa tai oma erillinen ohjelmansa. Renderöintiä käytetään arkkitehtuuri- ja muotoiluvisualisoinneissa, videopeleissä, simulaattoreissa sekä elokuvien ja television erikoistehosteissa. 3D-grafiikassa renderöinti on viimeinen osa kuvan muodostamisen tuotantoputkea ja se voi tapahtua joko fotorealistista jälkeä tuottavana esirenderöintinä (visualisoinnit, erikoistehosteet) tai reaaliaikaisena (pelit, simulaattorit). Renderöinnillä voidaan saavuttaa käyttötarkoituksesta riippuen fotorealistista tai tyyliä jälkeä, mutta tämän saavuttamiseksi renderöinnissä täytyy tietää, miten valo vaikuttaa pintojen kanssa ja miten ihmisen silmä reagoi siihen tulevaan valonsäteeseen. Nämä kokonaisuudet on muunnettu erilaisiksi algoritmeiksi, jotka laskevat valon heijastukset tilan eri pinnoista luoden realistisen, fysiikkaan perustuvan valaistuksen. Tällaista valaistusta sanotaan 3D-grafiikassa global illuminationiksi. Algoritmit ovat jatkuvan kehityksen ja tutkimuksen kohteena, ja tietokoneiden laskentatehon kasvaessa myös reaaliaikainen renderöinti alkaa saada yhä enemmän fotorealistisia piirteitä.

3.8 Renderöintimoottorit

Renderöintimoottori on ohjelma, joka hoitaa kolmiulotteisen mallin kääntämisen kaksiulotteiseen muotoon. Renderöintimoottoria käytetään kaikissa sovelluksissa, missä kolmiulotteinen tieto pitää piirtää näytölle kaksiulotteiseen muotoon. Renderöintimoottoreita on useita, ja ne eroavat toisistaan siinä, että yleensä ne käyttä-

vät eri algoritmeja tai niiden muunnoksia valaistuksen laskemiseen ja kuvanmuodostukseen. Nämä erot vaikuttavat lopputuloksen laatuun ja renderöintiin, ja tämän takia eri renderöintimoottoreita käytetään yleensä eri tarkoituksiin. 3D-mallinnusohjelmien mukana tulevat, globaalinen valaistustekniikoita hyödyntävät renderöintimoottorit soveltuvat renderöimään fotorealistisia kuvia, mihin reaaliaikaiset moottorit eivät vielä pysty. Erilaiset reaaliaikaisen globaalisen valaistuksen tekniikat ovat kuitenkin jo tulossa videopeleihin, joskin suorittimien laskentatehon takia niissä joudutaan tekemään enemmän approksimaatioita esirenderöintiin verrattuna ja näin ollen lopputulos ei ole yhtä tarkka. Joka tapauksessa kolmiulotteisen tilan renderöinti on lähes poikkeuksetta renderöintimoottorista riippumatta kompromissi renderöintinopeuden ja lopputuloksen laadun väliltä.

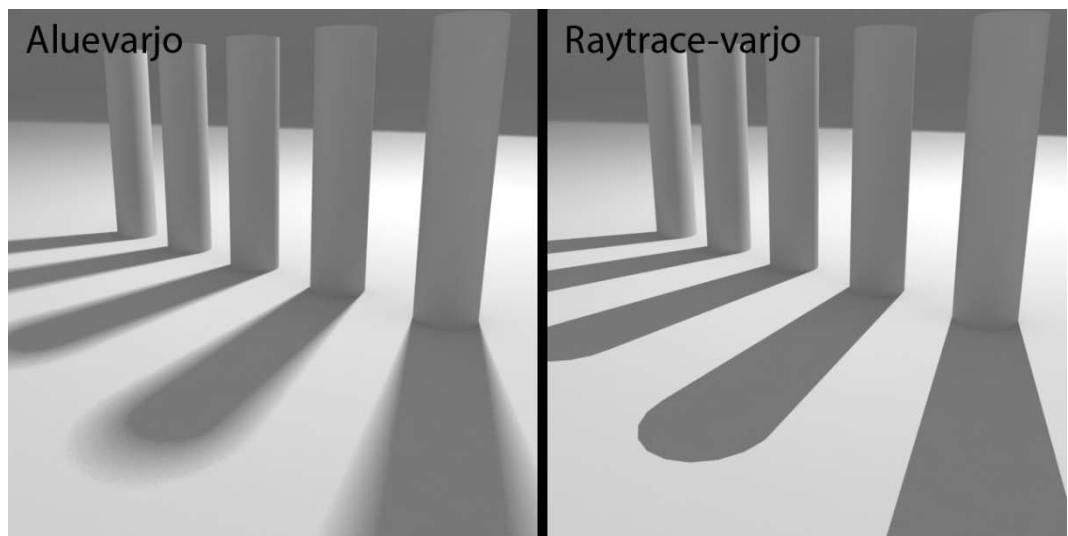
V-Ray

V-Ray on Chaos Software Production Ltd:n vuonna 2002 julkaisema renderöintimoottori V-Ray on ilmestymisensä jälkeen yleistynyt erityisesti arkkitehtuurivisualisoinnissa, missä tarvitaan fotorealistista lopputulosta. Lisäksi V-Rayta käytetään myös elokuvatuotannossa sekä tuotevisualisoinneissa. Aluksi V-Ray ilmestyi 3ds Maxin liitännäisenä, mutta nykyään siitä on olemassa versioita muillekin mallinnusohjelmille. V-Ray käyttää pääsääntöisesti keskusyksikköä renderöinnin suorittamiseen ja uusimmissa versioissa esikatselurenderöintiin voidaan käyttää näytönohjaimen grafiikkasuoritinta. V-Raysta on saatavilla 32- ja 64-bittiset versiot, mutta 32-bittinen versio pystyy käyttämään hyväkseen vain 2 gigatavua tietokoneen keskusmuistia. V-Ray sisältää useita eri globaalisen valaistuksen menetelmiä, joita yhdistelemällä saadaan aikaan optimaalinen lopputuloksen renderöinti. (Legrenzi F 2008, 8, 136, 221.)

4 V-RAYN VALOT JA KAMERA

4.1 VRayShadow

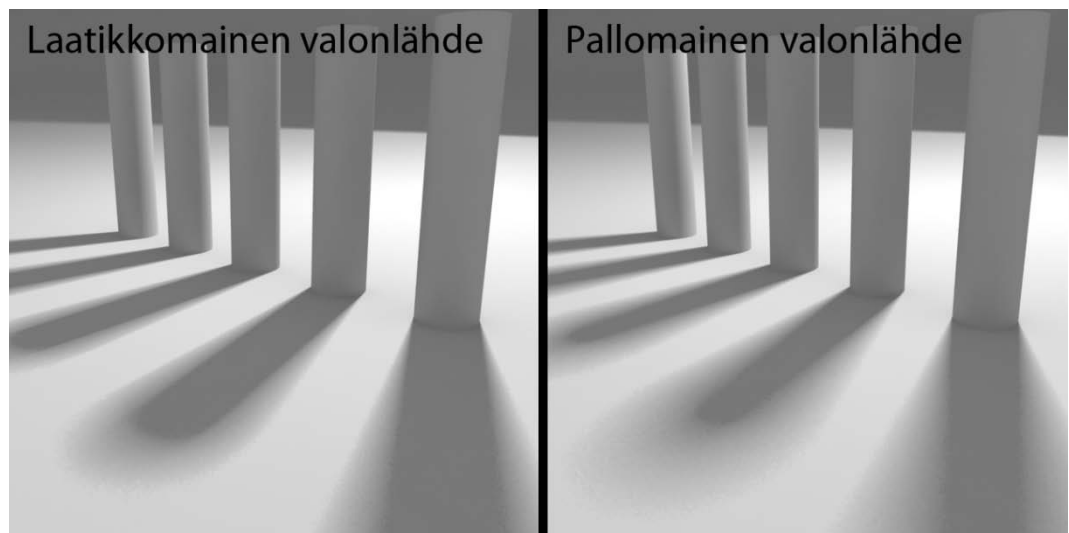
V-Rayssa on oma varjotyyppinsä, VRayShadow. Sitä käytetään luomaan raytrace-varjoja, ja se korvaa 3ds Maxin omat aluevarjot ja raytrace-varjot. Esimerkkikuvassa (Kuva 11) esitetyt raytrace-varjot ovat äärimmäisen tarkkoja, mutta niiden laskeminen on hidasta. Raytrace-varjoille on tunnusomaista niiden tarkat, terävät reunat, millaisia oikean maailman varjot eivät kykene muodostamaan. Samassa kuvassa esitettyjä aluevarjoja käytetään luomaan fotorealistisia, pehmeitä varjoja. Mitä kauempana varjo on valaistusta kappaleesta, sitä enemmän se avautuu ja menettää yksityiskohtiaan. Sumennuksen määrä riippuu pääasiassa kappaleen ja valonlähteen välisestä etäisyydestä, mutta myös valonlähteen muodosta ja koosta. (Legrenzi 2008, 761 - 762.)



KUVA 11. Aluevarjo ja raytrace-varjo

VRayShadowin vaikutuksia voidaan säädellä sen ominaisuuksista. Varjosta on mahdollista saada halutun värinen tai siihen voidaan jopa liittää bittikarttateksturi. Varjon läpinäkyvyysasetuksista saadaan varjo säädettyä mukautumaan pinnan materiaalin väriin. Varjoa voidaan myös liikuttaa valonlähdettä kohti ilman kappaleen liikuttamista ja tätä keinoa voidaan käyttää ratkaisemaan kappaleen ongelmallisen oman varjostuksen aiheuttamat tummat tahrat. Aluevarjojen kohdalla

voidaan määritellä kaksi eri esimerkissä (Kuva 12) näkyvää varjon muodostumistapaa: varjon muodostuminen laatikkomaisesta tai pallomaisesta valonlähteestä, joita voidaan käyttää simuloimaan esimerkiksi pallomaisen hehkulampun tai neliömäisen LED-valoseinän varjonmuodostusta. Varjon UVW-asetuksilla se saadaan myös sumentumaan halutussa suunnassa. Pääasiallisena erona laatikkomainen varjonmuodostus tuottaa tarkemmin rajatut varjot samoilla asetuksilla pallomaiseen verrattuna. Varjoalueen ja valoalueen siirtymäkohdan välille syntyy aina tietty määrä kohinaa, jota voi poistaa lisäämällä V-Rayn käyttämien näytteiden määrää varjojen laskennassa. Tämä kuitenkin lisää renderöintiäikää. (Legrenzi 2008, 763 - 767.)

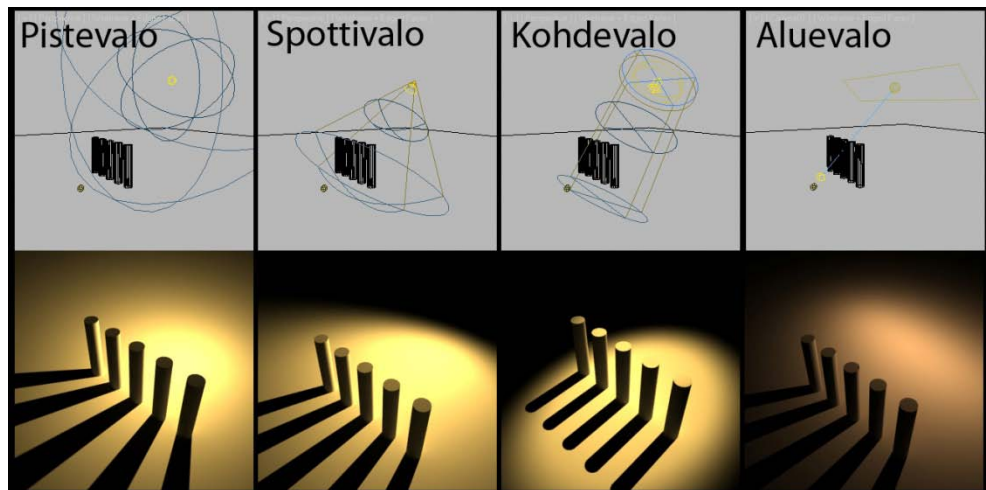


KUVA 12. Laatikkomainen ja pallomainen varjo

4.2 3ds Maxin valonlähteet

V-Rayssa voidaan käyttää myös 3ds Maxin valoja, jotka on havainnollistettu seuraavassa esimerkkikuvassa (Kuva 13). 3ds Maxissa on erilaisia valonlähdetyyppejä, jotka säteilevät valoa eri tavoin simuloiden näin suurinta osaa oikeista valonlähteistä. Niiden valonsäteiden käyttäytymisen tunteminen on tärkeää erityisesti varjojen muodostumisen ja pinnan valaisun kannalta.

Pistevalojen valovirta säteilee tasaisesti joka suuntaan ja sen muodostamat varjot ovat järjestäytyneet säteittäin. Pistevalo myös valaisee alueen tasaisesti sädemäisesti ja sen valo heikkenee kauemmaksi mentäessä kääntäen suhteessa etäisyyden neliöön. Kohdevalojen valovirta säteilee hajautuvasti tiettyyn suuntaan ja valaisee pinnan jättäen siihen selkeän rajan varjon ja valon välillä. Kohdevalon varjot muodostuvat säteittäin, kuten pistevalon tapauksessa. Suora valonlähteen säteet ovat yhdensuuntaisia toistensa kanssa ja sitä voidaan käyttää simuloimaan auringonvaloa. Tällöin varjot muodostuvat yhdensuuntaisesti ja pinta saadaan valaistua yhtenäisesti. Aluevalojen valovirta säteilee pinnoista, joilla on hyvin määritelty ja näkyvä alue, ja niiden säteet ovat kohdevalojen ja pistevalojen tapaan hajautuvia ja ne muodostavat varjoja säteittäin. (Legrenzi 2008, 759 - 760.)

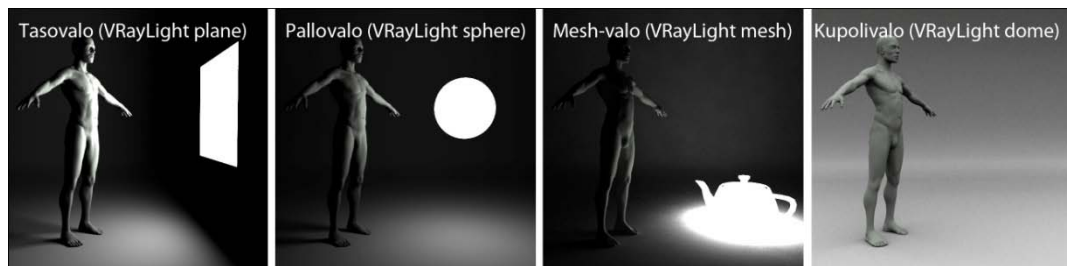


KUVA 13. 3ds Maxin valot V-Rayssa.

4.3 VRayAmbientLight ja VrayLight

VRayAmbientLight luo koko mallin käsittävän, tasaisen valaistuksen. Valonlähdettä voi käyttää erityisesti silloin, kun halutaan saavuttaa nopea yleisvalon varjostus malliin käyttämättä globaalin valaistuksen laskemista. Muut V-Rayn käyttämät valot ovat aluevaloja, joiden pinta säteilee valovirtaa. VRayLight-valonlähteellä on neljä muotoa: tasomuoto, pallomuoto, mesh-muoto ja kupolimuoto, jotka esiintyvät seuraavan sivun esimerkissä (Kuva 14). Kupolivaloa käytetään simuloimaan valon diffuusiota ilman globaalia valaistusta. (Legrenzi 2008, 768 - 769.)

Tasovalo on nimensä mukaisesti loistava taso ja sen kokoa ja suuntaa on mahdollista säätää. Tasovalon koko on olennaista valon asetuksissa, sillä se vaikuttaa varjojen muodostumiseen niin, että valon pienempi koko muodostaa terävämpiä varjoja. Pallovalo on pallomainen valonlähde, joka säteilee valoa kaikkiin suuntiin. Tasovalon tapaan pallovalon kokoa voidaan muuttaa sen sädettä kasvattamalla vaikuttaen varjojen terävyyteen. Valonlähteenä voidaan myös käyttää tiettyä geometriaa valitsemalla mesh-valo. Kupolivalo muodostaa puolipallomaisen tilan, minkä sisälle se lähettää valonsäteitä. Kupolivalo käsittää koko mallin ja sitä voidaan käyttää simuloimaan diffuusivaloa ulkotiloissa ilman globaalin valaistuksen aktivointia ja sillä saadaan myös mallin valaistus nopeasti kasaan. (Legrenzi 2008, 771 - 774.)



KUVA 14. V-Rayn omat valonlähteet.

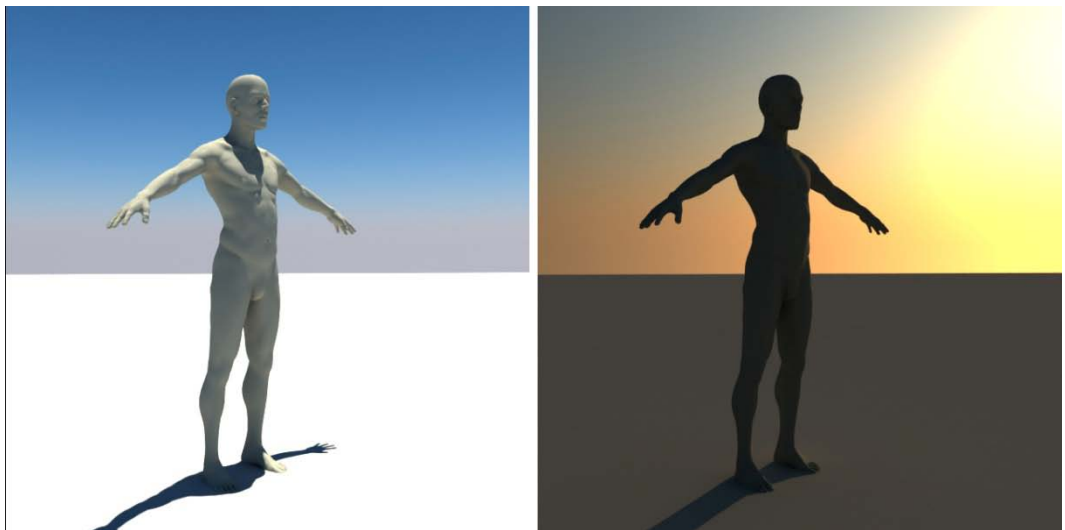
V-Ray käyttää valaistuksen laskemiseen mittayksikköinä metrejä ja valonlähteiden voimakkuutta voi säätää niin fyysikaalisten arvojen, kuin suhteellistenkin arvojen kautta. Kaikkiin arvoihin vaikuttaa myös voimakkuuden kerroin. (Legrenzi 2008, 774 - 776.)

4.4 VraySun

VraySun ja VraySky muodostavat Vrayn päivänvalosimulaation. VraySun toimii suoran valon lähteenä ja valaisee koko mallin. Valonlähteen lisäksi taustalle tarvitaan VraySky simuloimaan taivasta. Taivaana toimii bittikartta, jota voi muokata 3ds Maxin materiaalieditorissa. VraySun pyrkii mallintamaan todellisen päivänvalon käyttäytymistä ja tämän takia sen lähettämä valovirta on erittäin suuri. Tämä johtaa yleensä kuvan puhkipalamiseen oletusasetuksilla. Valon voimakkuutta voi

alentaa pienentämällä intensiteettikerrointa, mutta fysikaalisia yksiköitä käytettäessä kannattaa enemmän säätää V-Rayn fysikaalisen kameran asetuksia. (Legrenzi 2008, 810-811.)

Päivänvalojärjestelmä simuloi todellista päivänvaloa, joten auringon korkeuden muutos vaikuttaa myös valaistusolosuhteisiin ja valon väriin. Mitä korkeammalla aurinko on, sitä enemmän maa vastaanottaa valoa. Myös ilmakehän olosuhteet ja horisontin vaihteleva korkeus otetaan huomioon V-Rayn päivänvalojärjestelmässä ja näitä kumpaakin on mahdollista säätää valon asetuksista. Taivaan väri myös muuttuu auringon korkeuden mukaan, sillä VRaySkyn parametrinen kartta on yhteydessä VRaySunin korkeuteen ja alla olevassa esimerkissä (Kuva 15) nähdään sen vaikutus. (Legrenzi 2008, 813 - 814.)



KUVA 15. VraySun ja VRaySky päivällä ja illalla

4.5 IES-valot

IES-tiedostot sisältävät tietoa valonlähteen fotometrisistä käyristä, jotka osoittavat, miten valonlähde säteilee valoa eri kulmiin. VrayIES mahdollistaa IES-tietojen lukemisen ja niiden informaation hyödyntämisen valonlähteessä. Seuraavan esimerkkikuvan (Kuva 15) IES-valot heittävät fotometrisen verkon mukaisen kuvion seinälle ja näin saavutetaan realistisemmalta näyttäviä valonlähteitä. (Legrenzi 2008, 1010 - 1011.)



KUVA 16. IES-valot

4.6 VrayPhysicalCamera

V-Ray sisältää oman virtuaalisen kameransa, VRayPhysicalCameran, joka simuloi fyysistä kameraa. Käyttäjä voi kameras avulla luoda realistisia ja fyysisesti oikeanlaisia renderöintejä, sillä VrayPhysicalCamerasta löytyy kaikki oikean kameras asetukset.

Polttoväli-parametri vastaa eri objektiivieja, joilla on eri polttovälit. V-Raylla voi siis simuloida niin kiinteän polttovälin objektiivieja kuin zoom-objektiiviejakin. Käyttäjän on mahdollista säätää kameras tarkennusta käyttäen 3ds Maxin ikkunassa näkyvää kameras tarkennusristikkoo. Kameras asetuksista on mahdollista säätää polttoväliä ja aukon kokoo vastaamaan oikeita objektiivieja ja oikean kameras tavoin muutokset näkyvät syvyysterävyydessä ja kuvan valotuksessa. Oikean valotuksen saamiseksi käyttäjä voi myös säätää myös kameras suljinaikaa ja filmin herkkyyttä, mutta lopputulos näkyy vasta valmiissa renderöinnissä. VRayPhysicalCamera simuloi myös todellisten laajakuvaobjektiivien tynnyrivääritymiä ja teleobjektiivien tynnyvääritymiä. Jos kameras kuvataso ei ole yhdensuuntainen kuvattavan kohteen kanssa, syntyy perspektiivivääritymä, joka on kuitenkin mahdollista korjata manuaalisesti säätämällä tai antaa V-Rayn arvata korjaus itse. (Legrenzi 2008, 709 - 727.)

5 GLOBAL ILLUMINATION V-RAYSSA

5.1 Valon vuorovaikutus pintojen kanssa

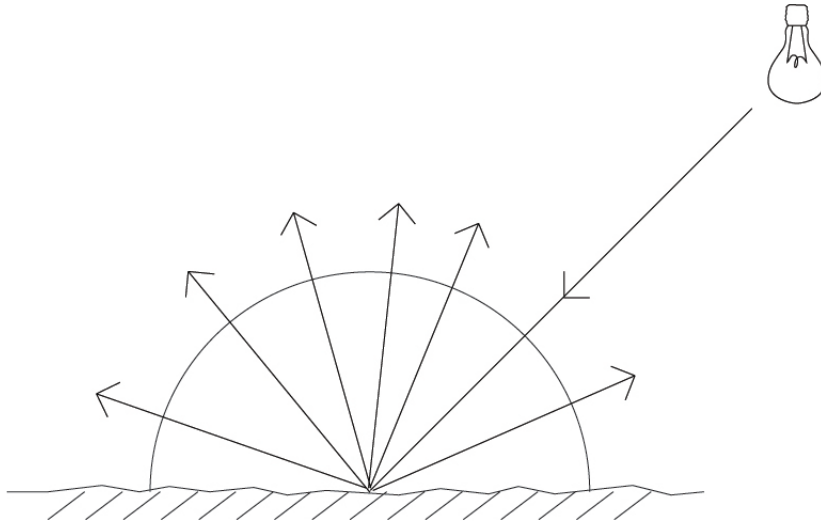
5.1.1 Fotonit

Valon vuorovaikutus pinnan kanssa reaali maailmassa on monimutkainen prosessi, sillä pinnan atomille osuvalle fotonille voi tapahtua asioita, joiden todennäköisyys riippuu pinnan materiaalin ominaisuuksista. Pinta voi absorboida fotonin kokonaan muuntaen sen lämmöksi tai absorboida ja säteillä fotonin uudelleen satunnaiseen suuntaan. Jotkut fotonit taas voivat heijastua pinnasta pois päin tai mennä pinnan läpi jatkaen matkaansa. Jos materiaali ei ole läpinäkyvä, siitä voidaan yleensä löytää todennäköisin valon säteilysuunta. (Hutchinson 1993, 19 - 21.)

Fysiikasta löytyy eri pinnoille tarkat yhtälöt, mutta ne eivät ole tietokoneella ratkaistavassa muodossa. Myös yksittäisten fotonien käyttäytymistä on vaikea mallintaa ja laskentamalleihin on tehty yksinkertaistuksia valon jakautuminen kolmeen heijastusmuotoon, diffuusiheijastuksiin, peiliheijastuksiin ja valon taittumiseen materiaalin läpi. (Hutchinson 1993, 20 - 21.)

5.1.2 Diffuusiheijastukset

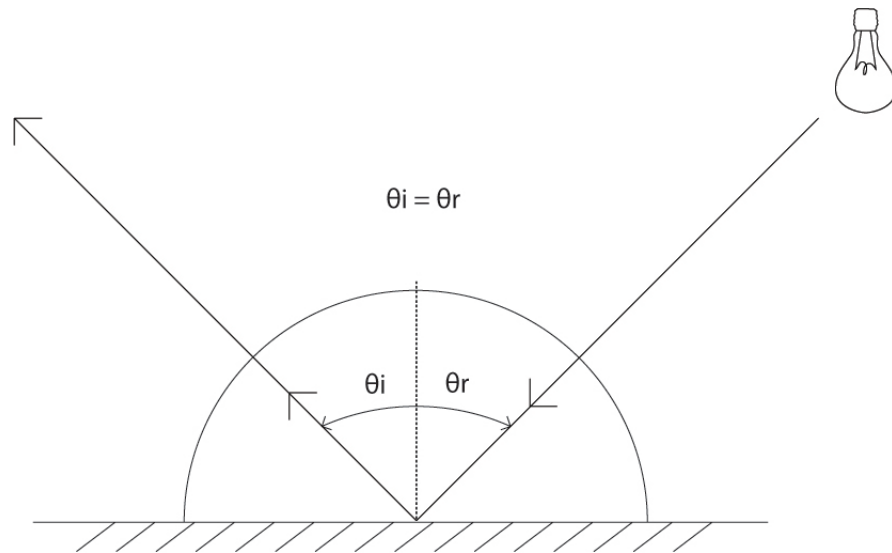
Diffuusiheijastus syntyy, kun valo osuu karkealle pinnalle. Jos pinta on täysin diffuusi, puhutaan Lambertin pinnasta. Tällöin fotonit absorboituvat pintaan ja säteilevät siitä uudelleen sattumanvaraisesti suuntiin ja pinnalta heijastuvan valon intensiteetti on joka suuntaan yhtä suuri. Valon hajautumista voidaan kuvata alla olevassa esimerkissä (Kuva 17) havainnollistetulla puolipallolla pisteen ympärillä, sillä jokaisella fotonilla on mahdollisuus säteillä tiettyyn suuntaan koko puolipallon alueella. Suurin osa materiaaleista tuottaa diffuusiheijastuksia jossain määrin pois lukien kiiltävimmät pinnat. Heijastuvan valon määrä riippuu myös valonlähteen etäisyydestä ja pinnan suunnasta valonlähteeseen kohti. (Hutchinson 1993, 21 - 23; Wann Jensen 2001, 21 - 22.)



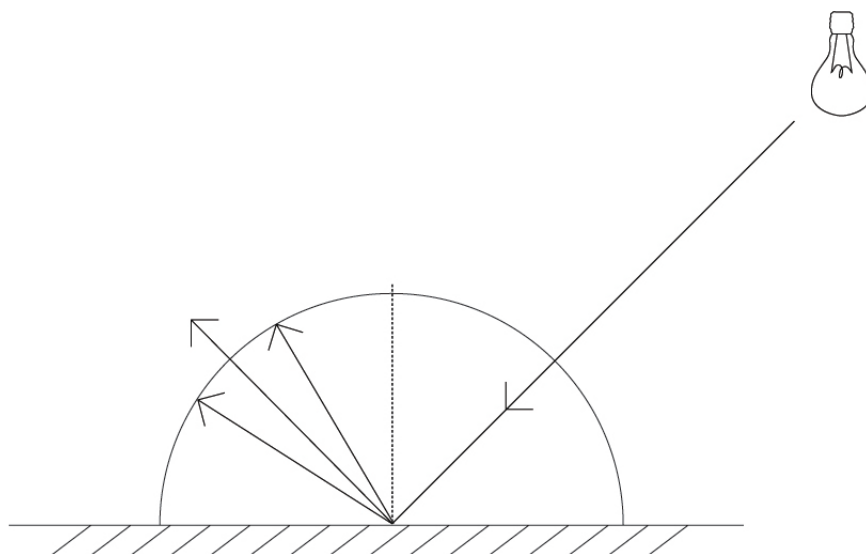
KUVA 17. Diffuusiheijastus epätasaisesta pinnasta

5.1.3 Peiliheijastukset

Peiliheijastus tapahtuu sileässä pinnassa, kuten metalli, vesi tai lasi. Pinnalle osuva fotoni ei absorboidu tai säteile pinnasta vaan kimpoaa pinnasta samassa kulmassa kuin oli siihen osunutkin. Tällöin kyseessä on seuraavan sivun ensimmäisessä kuvassa (Kuva 18) esiintyvä täydellinen peiliheijastus, jota lähelle esimerkiksi peilit pääsevät. Toisen esimerkkikuvan (Kuva 19) karkea peiliheijastus johdetaan pinnan epätasaisuuksista ja tällöin valo kimpoaa kartion muodossa pinnan normaalista poispäin muodostaen kiiltävän heijastuksen. Tuloksena pinnalla olevan pisteen ympärillä oleva alue on keskikohtaltaan kirkkaampi ja himmenee pisteestä poispäin mentäessä. (Wann Jensen 2001, 22 - 23.)



KUVA 18. Täydellinen peiliheijastus

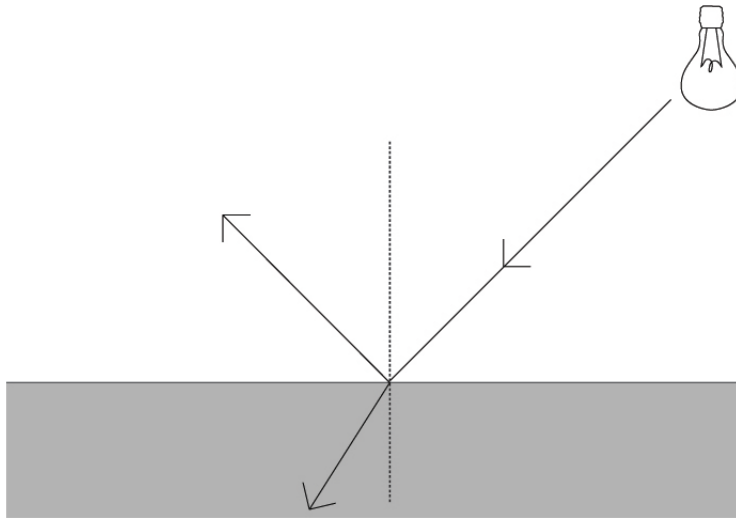


KUVA 19. Karkea peiliheijastus

5.1.4 Valon taittuminen

Osa valosta voi myös taittua aineen läpi diffuusina tai peilimäisenä. Valon kulkiessa optisesti harvemmasta aineesta optisesti tiheämpään, taittuminen tapahtuu pinnan normaaliin päin alla olevan esimerkin (Kuva 20) mukaan. Vaikutus on hyvin havaittavissa esimerkiksi veden ja ilman rajapinnassa. Jos valo kulkee optisesti tiheämmästä aineesta harvempaan, valo taittuu pinnan normaalista pois päin.

Valon taitekulmaan vaikuttaa optisen aineen taitekerroin. (Lehto & Luoma, 2002, 205.)



KUVA 20. Valo taiteuu aineen läpi

5.2 Valon simulointi renderöinnissä

5.2.1 Renderöintialgoritmit

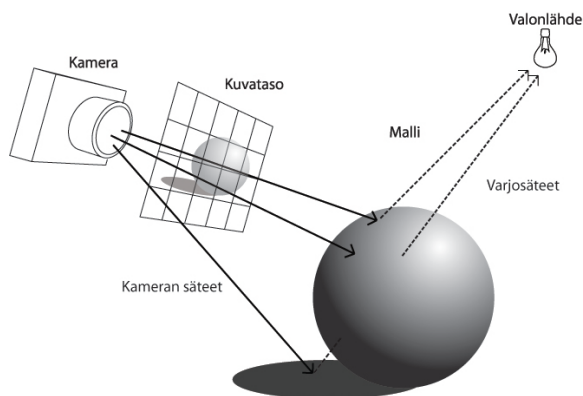
Realistisen kuvan synteisiin käytetyt renderöintialgoritmit perustuvat valon fysiikkaa ja kuljetusta kuvaavaan Kajiyan yhtälön ratkaisemiseen eri tavoin. Kaksi läpimurtotekniikka globaalin valaistuksen laskemisessa ovat olleet ray tracing ja radiositeetilaskenta, joihin myös useimmat muut globaalin valaistuksen algoritmit perustuvat. Ray tracing -menetelmässä kamerasta lähetetään tilaan säteitä, jotka kulkevat kuvatason joka pikselin kautta. Säteitä jäljittämällä saadaan muodostettua kuvatieta kolmiulotteisesta mallista. Tämä on havainnollistettu sivun 28 esimerkkikuvassa (Kuva 21). Radiositeetilaskenta jakaa tilan palstoihin, jotka luovat perustan valon jakautumiselle tilassa. Valon määrä kullekin palstalle löydetään ratkaisemalla joukko yhtälöitä valon vaihtumiselle palstojen kesken. Radiositeetilaskenta on tehokas laskemaan valon jakautumista yksinkertaisille, diffuusipintaisille malleille, mutta monimutkaisemmat mallit nostavat laskenta-aikaa palstoitustekniikan takia. Lisäksi radiositeetilaskenta ei ota huomioon pinnan materiaalia ja

sen vaikutusta valonsäteen heijastumiseen. Radiositeetilaskentaa ei käytetä tämän opinnäytetyön esimerkkien luomisessa. (Jensen 2001, 5.)

5.2.2 Ray tracing

Ray tracing on näytteenottomenetelmä, jossa säteitä jäljitetään kolmiulotteisessa tilassa ja ne palauttavat jonkin valaistusarvon. Tämä tapahtuu lähettämällä kamerasta äärettömän pieniä säteitä virtuaalisen kuvatason jokaisen pikselin kautta mallin läpi.

Osueessaan kappaleeseen algoritmi laskee osumakohtansa siihen tulevan valon intensiteetin eli kaikki osumakohtaan osuvat valonsäteet. Osumakohtasta lähetetään toinen säde valonlähteeseen päin ja samalla tutkitaan, osuuko säde näin tehdessään toiseen kappaleeseen ennen valonlähteen tavoittamista. Jos näin tapahtuu, ensimmäisen osumakohdan voidaan katsoa olevan varjossa ja laskea sille väriarvo sen mukaisesti. Säteen osueessa peilipintaan tai läpinäkyvään objektiin luodaan heijastunut säde, jota tarkastellaan tilan kaikkien muiden kappaleiden kanssa. Heijastuneen säteen osueessa tilassa toiseen kappaleeseen osumakohtansa suoritetaan jälleen valaistusarvojen laskeminen ja tulos palautetaan ensimmäiseen osumakohtaan synnyttäen pinnalle heijastuksen. Ray tracingia on havainnollistettu alla olevassa kuvassa (Kuva 21). (Owen S 1999.) Pelkkä ray tracing -tekniikka kykenee luomaan vain peiliheijastuksia ja suoraa valoa, mutta se toimii perustana epäsuoran valaistuksen laskennalle path tracing -menetelmällä (Jensen 1993, 4).

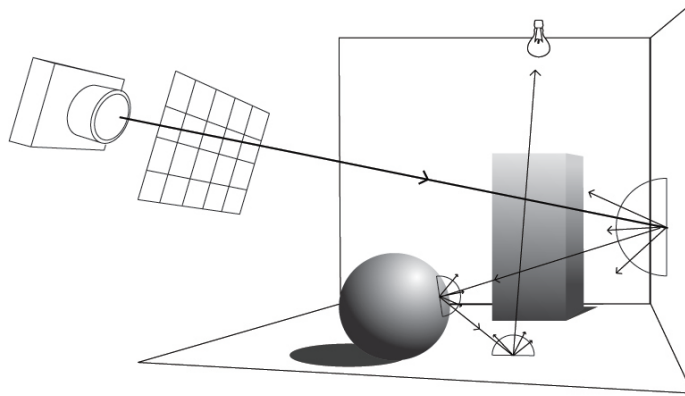


KUVA 21. Ray tracing

5.2.3 Monte Carlo Path Tracing

Ray tracingi -algoritmia on laajennettu sivun 30 kuvassa (Kuva 22) esitetyllä path tracing -menetelmällä, joka stokastisen prosessin avulla laskee mahdolliset valonsäteiden reitit tilassa mahdollistaen näin kappaleiden väliset valonsäteiden heijastukset ja global illuminationin laskemisen. Kun pikselin kautta lähetetty säde (primäärisäde) kohtaa pinnan, muodostetaan toinen säde (sekundaarisäde), joka heijastuu pinnasta sen heijastusominaisuuksien mukaan. Sama toistetaan taas heijastuneen säteen kohdatessa uusi pinta ja valaistustiedot lähetetään takaisin aiempiin osumakohtiin. Tarkkojen tulosten saamiseksi on otettava useiden, jopa tuhansien primäärisäteiden keskiarvo. Jos säteitä jäljitetään liian vähän, lopputuloksena kuvaan syntyy kohinaa. Tarvittavien säteiden määrä riippuu tilan valaistuksen monimutkaisuudesta. Esimerkiksi sisätilat, joissa valaistus vaihtelee paljon, tarvitsevat tarkan lopputuloksen laskemiseen enemmän säteitä kuin ulkotila yksinkertaisella tasaisella valaistuksella. (Jensen 1993, 39 - 41.)

Path tracing -menetelmää on sittemmin tehostettu Monte Carlo -menetelmillä. Monte Carlo -menetelmät ovat joukko algoritmeja, joita käytetään laskemaan todennäköisyyksiä ilmiöissä, joihin liittyy huomattava määrä sattumanvaraisuutta, kuten valon vuorovaikutuksessa pinnan kanssa. Monte Carlo -menetelmät eivät anna tarkkaa tulosta, vaan toistuvien simulaatioiden kautta lähenevät yhä tarkempaa lopputulosta. Näin ollen virhe pienenee laskenta-ajan lisääntyessä ja se saadaan asetetuksi halutulle tasolle. Monte Carlo path tracing on niin kutsuttu tarkka menetelmä, joka antaa mahdollisimman tarkan lopputuloksen valaistuksen laskemiselle riippuen käytetystä ajasta. Ongelmana menetelmässä on algoritmin hitaus. Virheen suuruus riippuu suoraan pikselin kautta jäljitettyjen säteiden määrästä ja tämä näkyy kuvassa kohinana. Kohinan vähentäminen Monte Carlo path tracing -menetelmällä on hyvin vaativaa, sillä pelkkä kohinan määrän puolittamiseen tarvitaan nelinkertainen määrä jäljitettäviä säteitä. Laskentaa on myöhemmin optimoitu erilaisilla menetelmillä, jotka vähentävät tarvittavaa laskenta-aikaa huomattavasti. (Jensen 1993, 39 - 41.)



KUVA 22. Path tracing

5.2.4 DMC Sampler

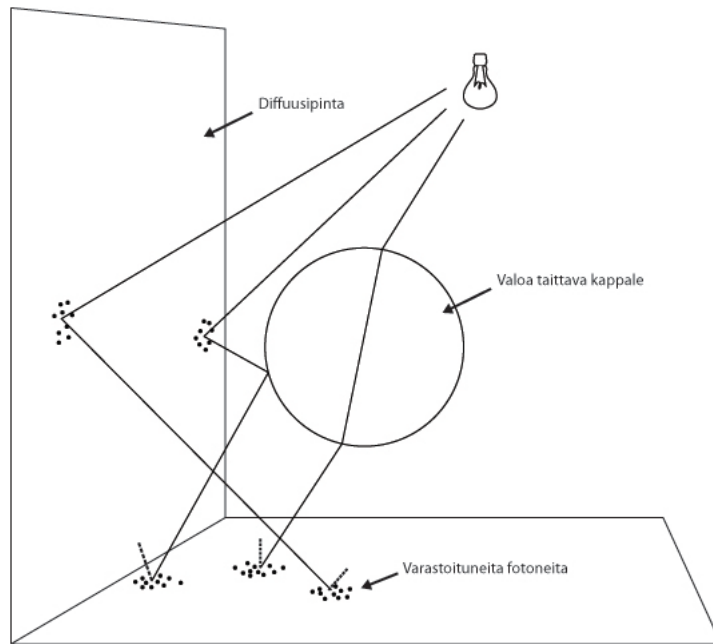
V-Ray käyttää determinististä Monte Carlo -menetelmää "sumeiden" arvojen, kuten reunanpehmennyksen, syvyysterävyyden, karkeiden heijastuksien ja global illuminationin laskemiseen. Toisin kuin puhdas Monte Carlo -menetelmä, DMC määrittää näytteiden lukumäärän ja laadun tietylle arvolla riippuen siitä missä kontekstissa arvoa tarvitaan. Näytteiden määrä mille tahansa "sumealle" arvolla perustuu kolmeen osatekijään. Käyttäjä voi itse määrittää pikselin alijaon määrän ja pikselin kautta otettavien näytteiden lukumäärä on näin ollen alijaon neliö. Importance sampling -algoritmi määrittää näytteiden määrän arvon tärkeyden mukaan. Esimerkiksi tummat kiiltoheijastukset tarvitsevat vähemmän näytteitä kuin kirkkaat ja kauempana olevat aluevalot tarvitsevat vähemmän näytteitä kuin etualalla olevat. Adaptive sampling -algoritmi päättää näytteiden varianssin (kohinan) perusteella, tarvitaanko lisää näytteitä tarkemman lopputuloksen aikaansaamiseksi. Jokaisen näytteen laskemisen jälkeen algoritmi tarkastelee muita näytteen ympärillä olevia näytteitä ja vertaa niiden eroavaisuuksia keskenään. Mitä enemmän näytteet eroavat toisistaan, sitä enemmän lisänäytteitä tarvitaan kohinan vähentämiseksi. (Chaos Software Ltd. 2010b)

5.2.5 Photon mapping

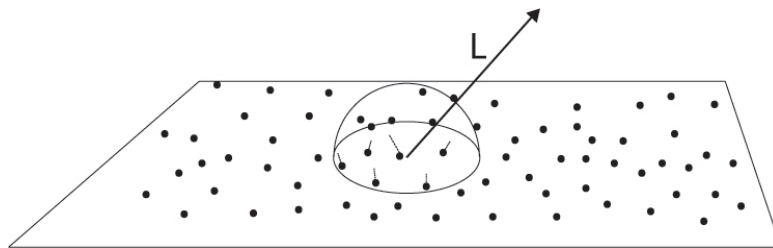
Photon mapping on nimi algoritmille, joka luo, varastoi ja käyttää valaistusta fotoneista rakentuvina pisteinä. Pisteet ovat osa tietorakennetta, fotonikarttaa. Photon mapping on kaksiosainen menetelmä, jonka ensimmäisessä osassa fotonikartta

rakennetaan levittämällä ja jäljittämällä fotonit kaikista valonlähteistä mallin pinnalle. Toisessa osassa malli renderöidään säteenjäljitysmenetelmällä fotonikarttaa hyväksikäyttäen. (Jensen 1993, 54.)

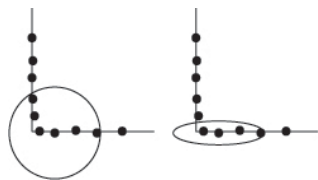
Valonlähteet lähettävät malliin fotoneita, joista jokainen sisältää osan valonlähteen tehosta. Fotonin vuorovaikutus riippuu pinnan materiaalin ominaisuuksista, ja siihen osuessaan fotoni voi heijastua pinnasta diffuusiheijastuksen, spekulariheijastuksena, mennä pinnan läpi tai absorboitua. Jos fotoni absorboituu, se poistetaan simulaatiosta. Jotkut fotonit voivat myös olla osumatta mihinkään, jolloin ne poistetaan turhina. Fotonit varastoituvat vain osuessaan diffuusipinnoille, kuten sivun 32 esimerkki (Kuva 23) havainnollistaa. Kun fotoneita on paljon, voidaan niiden tiheys määrittellä pisteen ympärillä olevan pallon sisällä sijaitsevien fotonien lukumäärällä sivun 32 toisen esimerkin (Kuva 24) mukaan. Tämä tuottaa ongelmia terävissä reunoissa ja kulmissa, kuten huoneen seinän ja lattian taitoksessa. Lattialla olevien fotonien lähin naapuri voi löytyä seinästä, jolloin seinän fotonit otetaan huomioon lattian kirkkauden laskemisessa ja näin ollen kulmakohtaan voi syntyä virheitä valaistuksessa. Ongelmaa voidaan korjata suodattamalla pisteen lähimpiä fotoneita kulmakohdissa käyttämällä pallon sijasta kiekkoa kuten sivun 32 esimerkissä (Kuva 25). Fotonikartan tarkkuus riippuu malliin lähetettävien fotonien määrästä. Koska oikeaan maailmaan verrattavissa olevan fotonimäärän ottaminen huomioon laskemisessa on mahdotonta, arvioidaan loput fotonit olemassa olevien fotonien tiheydestä. Fotonien paikkatiedot tallentuvat kolmiulotteiseen tietorakenteeseen. (Jensen 1993, 60, 67 - 68, 78 - 80.)



KUVA 23. Fotonien varastointi diffuusipinnoille



KUVA 24. Pinnan kirkkauden määrittely fotoneiden tiheyden mukaan



KUVA 25. Fotonien suodatus kulmakohdissa

Lopullinen kuva renderöidään ray tracing -menetelmällä. Kun pinnasta lähtee ainakin yksi diffuusiheijastus, estimoidaan pinnan radianssi fotonikartasta. (Jensen 1993, 85 - 86.)

Kaustiikat ovat fotonien tiheitä keskittymiä niiden heijastuessa tai taittuessa peilimäisten pintojen kautta diffuusipinnalle. Jensenin mukaan kaustiikan laskevat fotonit kannattaa tallentaa erilliseen yleisvalaistuksesta, sillä niiden laskeminen vaatii tarkan lopputuloksen takaamiseksi suuren määrän fotoneita. Värien vuotaminen diffuusipinnoille saadaan myös laskettua samalla tavalla kuin kaustiikat. (Jensen 1993, 104 - 105.)

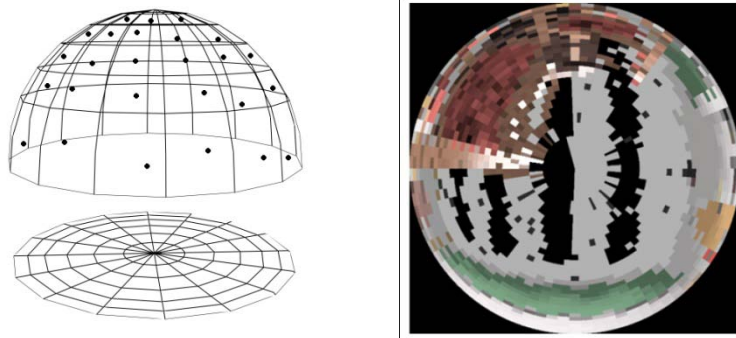
5.2.6 Irradiance map

Irradiance map perustuu irradiance caching -tekniikkaan. Epäsuora valaistus mallissa muuttuu hitaammin laajoilla tasaisilla alueilla, kuin kulmissa ja kaarevilla alueilla ja tämän takia on tarpeetonta laskea valaistus yhtä tarkasti koko mallissa. Irradiance caching keskittyy renderöinnin optimoimiseen renderöitävän alueen mukaan ja varastoidun tiedon uudelleenkäyttämiseen. (Křivánek & Gauthron 2009, 17)

Irradiance Caching on ray tracing -menetelmään pohjautuva tekniikka global illuminationin laskemiseksi diffuusipinnoille. Tekniikka ottaa erityisesti huomioon epäsuoran valon heijastumisen diffuusikappaleiden välillä. Menetelmä on kehitetty nopeuttamaan diffuusiheijastuksien laskemista, sillä perinteisellä path tracing -menetelmällä diffuusiheijastusten laskeminen jokaiselta pinnan pisteeltä on erittäin vaativaa. Irradiance caching -menetelmä ratkaisee tämän ongelman laskemalla diffuusiheijastukset vain valikoiduille pisteille mallissa. Pinnan pisteille laskeaan irradianssi ja tulokset varastoidaan uudelleenkäyttöä varten. Tallennettujen pisteiden välille pinnalle lasketaan irradianssiarvot nopean interpolaation avulla. (Křivánek & Gauthron 2009, 11, 13, 26.)

Valonlähteistä tulevaa suoraa valoa ei oteta laskennassa huomioon lainkaan. Tiettylle diffuusipinnan pisteelle saadaan path tracing -menetelmän tapaan irradianssiarvo jäljittämällä sekundaarisäteitä sen ympärillä olevan puolipallon läpi. Irra-

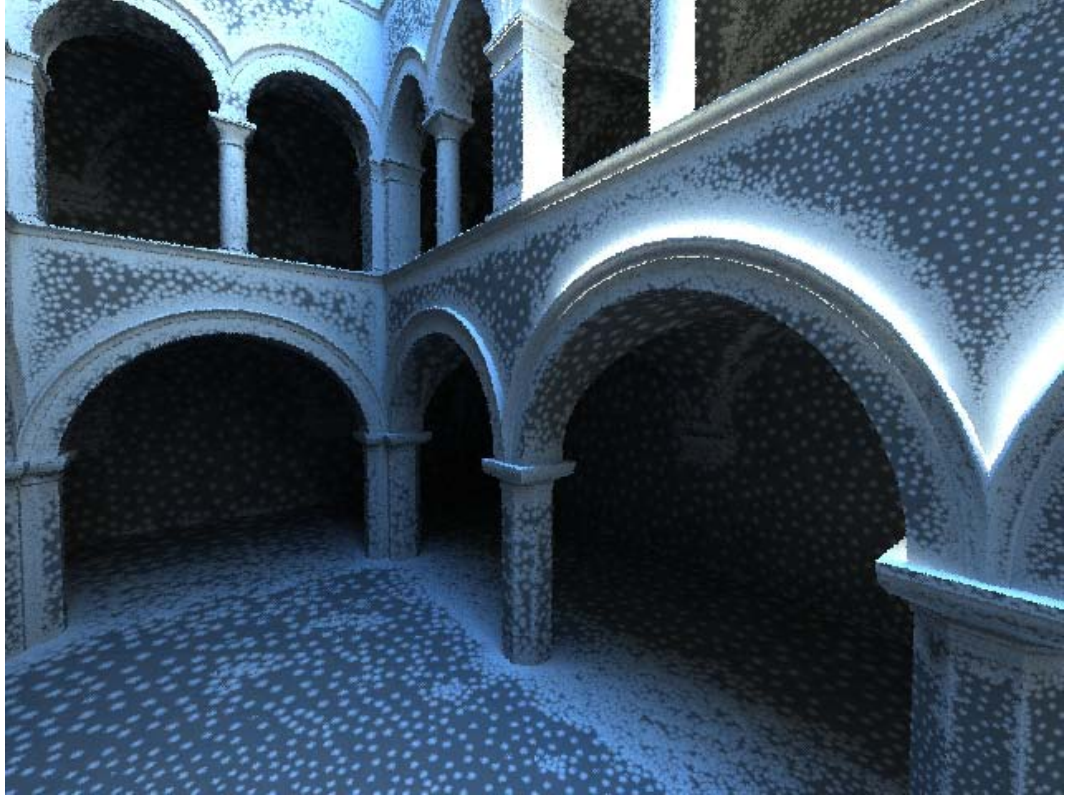
diance caching -menetelmässä puolipallonäytteenottoa on nopeutettu jakamalla puolipallo soluihin alla olevan esimerkkikuvan (Kuvan 26) esittämällä tavalla. Säteet kulkevat sattumanvaraisesti puolipallon solujen kautta heijastuessaan pinnasta ympärillä olevaan tilaan. Alla oleva esimerkkikuva havainnollistaa myös puolipallon alueelle tulevan radianssin jakautumista. Valonlähteet näkyvät mustana, sillä suoraan valonlähteistä tulevia säteitä ei jäljitetä. Pisteiden irradianssiarvo tarkkenee sitä enemmän mitä pienempiin osiin puolipallo jaetaan. (Křivánek & Gautron 2009, 18 - 21.)



KUVA 26. a) Soluihin jaettu puolipallo ja b) sen alueelle tuleva radianssi (Křivánek & Gautron 2009, 20.)

Jokaiselle pisteelle lasketaan irradianssiarvo, sen normaali ja sijainti varastoidaan. Pinnan irradianssiin vaikuttaa sen suunta ja paikka toiseen heijastavaan pintaan nähden. Kun tiedetään kaksi tai useampia pisteitä sekä niiden suunta, paikka ja irradianssi, voidaan pisteiden välille interpoloida irradianssin muutos. Tämä on helpompaa laajoilla alueilla, joissa epäsuora valaistus muuttuu hitaammin ja pisteitä on harvakseltaan. Kulmiin, kaareviin pintoihin ja nopeasti muuttuvan valaistuksen alueille pisteitä tarvitaan enemmän ja tämä vaikuttaa laskenta-aikaan. Seuraavan sivun esimerkkikuvasta (Kuva 27) ilmenee näytteiden jakautuminen valikoituvasti mallin pinnoille. Koska irradianssin laskemisen tehokkuus riippuu mallin monimutkaisuudesta, menetelmän suorituskyky alenee monimutkaisemmissa, esimerkiksi kasvillisuutta sisältävissä malleissa. Mallin irradianssi tallennetaan lisätyvästi rakentuvaan OC tree

-tietorakenteeseen. Tämän takia irradianssikarttoja voidaan rakentaa koko ajan lennosta. Irradiance cachea on mahdollista käyttää muiden menetelmien, kuten photon mappingin kanssa. (Křivánek & Gautron 2009, 11, 21 - 24, 26, 28.)



KUVA 27. Irradiance map V-Rayssa

V-Rayssa irradiance map kartoittaa näytteenottopisteet kuvan resoluutiota vaihteittain tarkentamalla. Tarkennusvaiheiden määrä ja näin ollen lopullisen kartan tarkkuus määritellään alijakojen määrällä, jossa yksi alijako vastaa valmiin kuvan resoluutiota jaettuna kahdella. Jos 400 x 400 pikselin kokoiselle kuvalle määritellään irradiance mapin raja-arvoiksi -2 ja 0, syntyy kolme alijakoa kuten alloleva taulukko (Taulukko 2) havainnollistaa. Periaate on jotka on havainnollistettu myös sivun 36 esimerkkikuvassa (Kuva 28).

Alijaot	Irradiance mapin resoluutio	Operaatio
1. Alijako	400 x 400	400 x 400
2. Alijako	200 x 200	400 x 400 / 2
3. Alijako	100 x 100	400 x 400 / 2 / 2

TAULUKKO 2. Irradiance mapin tarkkuuden määrittely



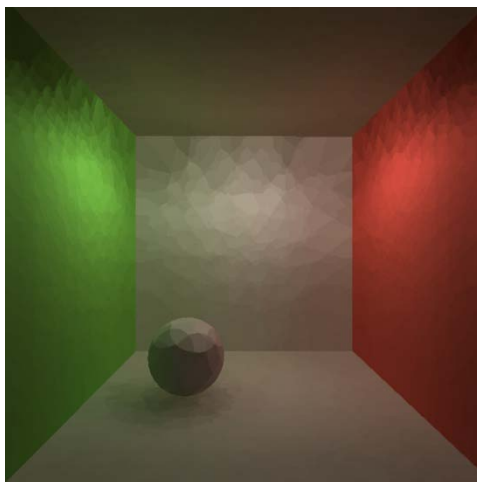
KUVA 28. Irradiance mapin vaiheittainen rakentuminen

Algoritmi aloittaa siis tässä tapauksessa 100 x 100 pikselin kartasta tarkentaen sitä aina 400 x 400 pikseliin. Huomionarvoista on, että yksi alijako vähentää renderöintiäikää nelinkertaisesti. (Legrenzi 2008, 234 - 236.)

5.2.7 Light Cache

Light cache on V-Rayta varten kehitetty globaalin valaistuksen tekniikka. Light cache lähettää malliin säteitä, jotka heijastuvat mallin pinnoista. Jokaisessa säteen heijastumiskohdassa algoritmi ottaa näytteen pinnan irradianssista ja lähettää kumulatiivisen irradianssin jäljitettävän polun alusta säteen ensimmäiseen heijastumiskohtaan. Näytteiden tiedot tallennetaan kolmiulotteiseen tietorakenteeseen. Tekniikka on kamerakulmasta riippuvainen, ja vain ne alueet, jotka näkyvät suoraan kameraan, käsitellään. Tämän takia esimerkiksi walkthrough-animaatioissa pitää light cache laskea eri kulmista ja tallentaa se kumulatiivisesti tietorakenteeseen. (Chaos Software Ltd. 2010b.)

Näytteet voidaan suodattaa ennen renderöintiä tai sen aikana. Esisuodatusvaiheessa jokainen näyte käydään vuorotellen läpi ja sitä muokataan niin, että se edustaa sen lähellä olevien näytteiden keskiarvoa. Esisuodatusta käytetään pienentämään valaistuksen kohinaa. Renderöinnin aikaisessa suodatuksessa näytteet interpoloidaan näytteenottopisteen ympäriltä joko lähimmän naapurin menetelmällä tai ennalta määrätyn alueen sisältä synnyttäen pehmeän irradianssin pisteen ympärille. Näytteiden koko voidaan määrittää manuaalisesti vaikuttaen näin näytteiden määrään ja näytteiden koolla voidaan vaikuttaa näytteiden välistyksiin. V-Ray määrittää kamerasta ammuttujen säteiden määrän alijaoilla, jolloin todellinen säteiden määrä saadaan alijaon neliöstä. Esimerkiksi alijaolla 2 000 kamera lähettää malliin 4 000 000 sädettä. Näitä säteitä käytetään laskemaan väriarvot näytteille. ja mitä enemmän säteitä käytetään, sitä tarkemmat väriarvot saadaan. Irradianssin pehmeys ja näin ollen yksityiskohtien erottuvuus riippuu kamerasta ammuttujen säteiden määrästä ja näytteiden koosta. Pienemmät näytekoot ja suuremmat määrät säteitä säilyttävät kuvan yksityiskohtia, mutta kuvaan kuitenkin myös enemmän kohinaa ja kasvattavat renderöintiaikoja. Seuraava esimerkki (Kuva 29) on renderöity light cache -menetelmällä. Näytteiden koko on viisi prosenttia näytön alasta ja 1 000 000 sädettä on jäljitetty kamerasta niiden laskemiseksi. (Legrenzi 2008, 292 - 295.) Light cache ei erottele näytteiden kokoa pintojen laajuuden, muodon tai muiden yksityiskohtien mukaan vaan kuva jaetaan prosentuaalisesti samankokoisiin näytteisiin, mikä johtaa siihen, että kameraa lähempänä olevat näytteet ovat pienempiä suhteessa kauempana oleviin (Chaos Software Ltd. 2010b).



KUVA 29. V-Rayn light cache -menetelmällä renderöity kuva

6 CASE: SISÄTILAVALAISTUKSEN LUOMINEN JA RENDERÖINTI

6.1 Tavoitteet

6.1.1 Lähtötilanne

Case-projektissa tutkitaan ravintolan valaistusta yö- ja päiväsaikaan, sen luomista V-Rayn avulla, sekä renderöidyn kuvan asetuksia ja kuvan asettelua. Projektia varten mallinnettiin sisätila käyttäen referenssinä The Cheesecake Factory -ravintolaketjua. Kyseinen ravintolaketju valittiin, koska sen ravintolat sisältävät monipuolisia valaistusratkaisuja.

6.1.2 Ravintolan valaistusanalyysi

Sivulla 39 olevan esimerkin (Kuva 30) tyylisten referenssikuvien perusteella tehtiin ravintoloista valaistusanalyysi, jotta löydettäisiin niissä käytetyt valaistustekniikat mallinnusta varten. Ravintoloissa käytetyt valaistusratkaisut luovat tilaan yleisesti hyvin pehmeän valaistuksen, jossa ei ole suuria kontrastieroja. Havaittiin myös, että The Cheesecake Factory -ravintolat sisältävät monia tässä opinnäytetyössä mainittuja valaistusmenetelmiä. Ravintoloista löydettiin ainakin ylöspäin suunnattua valaistusta, naarmutusta, peitettyä valaistusta, korostavaa valaistusta sekä alaspäin suunnattua valaistusta.

Ylöspäin suunnattu valaistus on ravintoloissa hyvin dominoivaa ja sen avulla tilaan luodaan pehmeä valaistus heijastamalla valoa katon kautta. Samalla ylöspäin suunnattu valaistus luo yksityiskohtia ja vaihtelua muuten tasaisesti valaistussa tilassa. Yleisiä ravintoloissa ovat holvimaiset rakenteet katossa, joiden sisäpuolta ympäröi ylöspäin suunnatut valonauhat. Samanlaiset valonauhat esiintyvät myös pylväissä, joiden yläosassa olevia kasvoja naarmutetaan valolla alhaalta päin korostaen näin kasvopiirteitä. Lisäksi valonauhat toistuvat ravintolan rakenteissa, kuten baaritiskeillä ja seinissä. Ravintoloissa käytetään myös ylöspäin valaisevia valaisimia heittämään valokeiloja seinille. Nämä luovat kontrastia tilan muuten pehmeään valaistukseen. Seinien holvimaiset, läpikuultavat sisennykset on kehitetty käyttämällä peitettyä valoa lisäten tilaan pehmeitä yksityiskohtia rakenteissa

olevien valonauhojen tapaan. Seinissä esiintyy myös ikkunamaisia koristeltuja sisennyksiä, joihin kiinnitetään huomiota peitetyn valon käytöllä. Baaritiskin riippuvalaisimet ja pöytien yhteydessä esiintyvät valaisimet ovat myös läpikuultavia ja ne luovat pehmeitä valopisteitä ympäri tilaa. Korostavaa valoa käytetään hyvin rajoitetusti, ja sitä esiintyy lähinnä vain baaritiskeillä ja huonekasvien korostamiseen. Alaspäin suunnattu valoa näkyy lähinnä käytävien ja tiskien yhteydessä.



KUVA 30. The Cheesecake Factory -ravintola (Jankowski 1997, 33.)

Päiväkuva päätettiin valaista pääasiassa päivänvalolla hyödyntäen samalla täytevaloa paikoissa, joissa kontrastierot olisivat liian suuret. Tilaan pyrittiin luomaan päivänvalon avulla pehmeä, orgaaninen ja lämmin tunnelma, niin että se korostaisi ravintolan värimaailmaa. Ravintolan valaisimet päätettiin ottaa etualalta pois päältä ja jättää ne vain taustalle täytevalaistukseksi.

6.2 Mallinnusprosessi

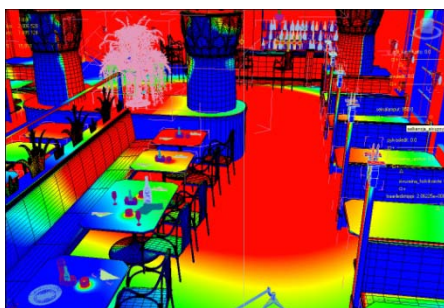
6.2.1 Geometria ja materiaalit

Suunnittelussa käytettiin apuna kirjoista ja internetistä löytyviä referenssikuvia The Cheesecake Factory -ketjun ravintoloista. Näiden pohjalta luotiin pohjapiirros tarkempine mittoineen sekä kalusteiden ja valojen asetteluineen. Tarkempi valojen asettelu sekä tilan valaistusarvojen mittaus tehtiin myöhemmin 3ds Max Design 2010 -ohjelmalla, jota käytettiin sen valaistusanalyysiominaisuuksien takia. Mal-

linnuksessa käytettiin polygoneihin perustuvaa mallinnustekniikkaa subdivision-pintoja hyödyntäen. Mallissa käytettävät materiaalit ovat V-Rayn omia VRayMtl-materiaaleja, joiden käyttö takaa valon fysikaalisesti oikean käyttäytymisen pinnan kanssa. Materiaalit päätettiin pitää ajan säästämiseksi mahdollisimman yksinkertaisina ja tämän takia niiden asetuksissa otettiin huomioon vain valaistuksen kannalta oleelliset asiat eli pintojen heijastumisarvot ja värit.

6.2.2 Valot

Valot pyrittiin asettelemaan alustavasti suunnitellun pohjapiirroksen mukaan. Sisätilaan haluttiin kuitenkin luoda suhteellisen realistiset valaistusolosuhteet niin, että ravintolatilassa valaistusvoimakkuus olisi noin 200 lx ja baaritiskillä noin 500 - 600 lx. Valaistusvoimakkuuksien arviointiin käytettiin apuna 3ds Maxin pseudoväreihin pohjautuvaa valotusasetuksia, jotka näyttivät värikartan avulla 3ds Maxin mallinnusnäkyvässä valaistusvoimakkuudet alla olevan kuvan (Kuva 31) mukaisesti. Kartan avulla määritettiin tarvittavien valaisimien määrä ja tyyppi. Värikartta toimi reaaliajassa, joten muutokset valaistusvoimakkuuksissa pystyi näkemään heti ja tämä helpotti huomattavasti työskentelyä. Reaaliaikaisuutensa takia värikartta pystyi kuitenkin näyttämään vain suoran valon aiheuttamat valaistusvoimakkuuksien vaihtelut ja näin ollen katon kautta heijastettua epäsuoran valon vaikutusta ei näkynyt.



KUVA 31. Valaistusvoimakkuuden esikatselu 3ds Maxissa

Valonlähteinä mallissa käytettiin VRayIES-, VrayLight- ja VraySun-valoja, sillä ne on optimoitu V-Raylle. Koska mallinnuksessa pyrittiin simuloimaan oikeita

valaisimia mahdollisimman tarkasti, käytettiin V-RayIES-valojen asetuksissa oikeiden valaisimien fotometrisia ominaisuuksia kuvaavaa IES-tietoa.

Valaisinvalmistajat ERCO ja Lithonia tarjosivat IES-tiedot koko valaisinmallistoistaan koneelle ladattavina IES-tiedostoina, joista 3ds Max voi lukea fotometriset tiedot valonlähteille. IES-tiedot määrittävät valaisimen valon jakautumisen tilassa, värin sekä valon voimakkuuden lukseina, kandeloina ja lumeneina. Sopivien valaisimien löytäminen vei kuitenkin aikaa. Kattolampuissa päädyttiin käyttämään alla olevassa kuvassa (Kuva 32) näkyviä ERCO Quintessence Downlight-loisteputkilamppujen IES-tietoja. IES-valonlähteitä käyttäessä itse valaisinrakenteen mallintaminen ei ole tarpeellista oikeanlaisen valon jakautumisen saavuttamiseksi.



KUVA 32. Mallissa käytettäviä ERCOn kattovaloja

Keinovalonlähteet mallinnettiin V-RayLight-valoa käyttämällä. LED-nauha koostuu suuresta määrästä pieniä LED-valoja, joten päätettiin, että niitä jokaista ei simuloita erikseen renderöinnin nopeuttamiseksi ja niinpä LED-nauhan simuloinnissa käytettiin V-RayLight-valonlähdeä. Ensin nauha mallinnettiin, minkä jälkeen käytettiin V-RayLightin "mesh"-asetusta valitsemaan nauhamalli valonlähteeksi, mikä näkyy seuraavan sivun kuvassa (Kuva 33). Kuvasta nähdään miten nauhoja käytettiin pylväissä, kattorakenteissa ruokailutilojen ja baaritiskin yläpuolella, kattoholveissa, sekä seinissä ja seinäholvien takavalona.



KUVA 33. LED-valot sisätilassa

Alla olevassa kuvassa (Kuva 34) esiintyvissä riippuvalaisimissa, seinävalaisimissa ja tolppavalaisimissa pallomaista VrayLight-valoa käytettiin simuloimaan hehku-lamppua. Valaisimien materiaalit tehtiin läpikuultaviksi ja VrayLight asetettiin niiden sisälle. Kattovalaisimissa käytettiin valkoista levyä näyttämään valolta, koska valaisinta ei tarvinnut mallintaa IES-tietojen takia.



KUVA 34. Valaisimet

Päiväkuvassa päävalonlähteenä käytettiin VraySun ja VraySky yhdistelmää päivänvalon simulointiin ja etualan keinotekoiset valot kytkettiin pois päältä. Seuraavassa esimerkkikuvassa (Kuva 35) näkyy VraySunin ja VraySkyn luoma valaistus ilman täytevaloa.

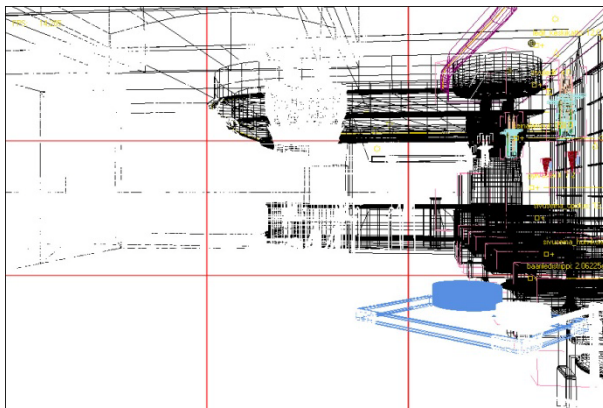


KUVA 35. Sisätilavalaistus VRaySun ja VRaySky yhdistelmällä

6.3 Sisätilakuva

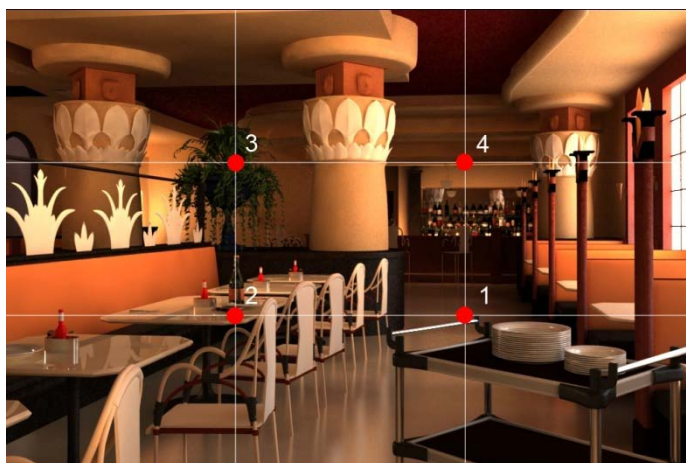
6.3.1 Rakenne ja sommittelu

Ravintolasta ja sen valaistusratkaisuista haluttiin saada kuvaan mahdollisimman paljon näkyviin ja samalla piti löytää mielenkiintoinen kuvan rakenne. Kuvaan päätettiin ottaa ravintolan kolme seinää näkyviin ja tämän takia kamera asetettiin takaseinän viimeiseen kolmannekseen noin 1,3 metrin korkeudelle lattiatasosta. Kameran karkean asettelun jälkeen tehtiin kuvankäsittelyohjelmalla kolmansien ruudukko kuvasuhteelle 1:1,5. Ruudukko asetettiin 3ds Maxin mallinnusnäkyvän taustakuvaksi ja kamera saatiin tarkemmin aseteltua wireframe-tilassa kuvan 36 mukaan.



KUVA 36. Kolmansien ruudukko 3ds Maxin mallinnusnäkyvässä

Kuvan päähuomionkohteet pyrittiin sijoittamaan kolmansien leikkauspisteisiin esimerkkikuvan (Kuva 37) mukaan. Leikkauspisteet on sijoitettu lähelle kuvan huomionkohteita, jotka sijaitsevat eri syvyytasoilla. Leikkauspiste 1 on etualalla, ja sen lähelle on sijoitettu tarjoilukärky, joka osoittaa vasempia kolmanneksia päin. Leikkauspiste 2 on kauempana pöydän kohdalla, jonka päällä on lehtiä ja samppanjapullo. Leikkauspiste 3 on sijoitettu korostavasti valaistun kasvin kohdalle ja leikkauspiste 4 on lähellä takana olevaa, valaistua baaritiskiä. Etualalla oleva tarjoilukärky on asetettu niin, että se osoittaa leikkauspistettä 2 päin johdat- taen katseen siihen. Kuvan dynaamiset linjat on pyritty asettelemaan niin, että ne johdattelevat katsojaa baaritiskiä kohti.



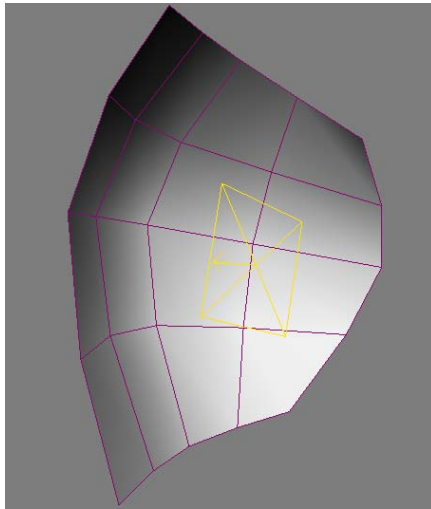
KUVA 37. Kolmanneksien käyttö

6.3.2 Täytevalaistus

Yökuviista tuli melko tummia ja monotonisia, kun valaistuksena käytettiin vain tilan omaa valaistusta. Suurien kontrastierojen takia valonlähteet olivat kuvassa liian kirkkaita ja varastivat näin huomion. Tausta jäi liian tummaksi ja tämän takia esimerkiksi baaritiski tuntuu hukkuvan taustaan. Tämän takia päätettiin käyttää täytevalaistusta tasoittamaan tilan kontrastieroja, tuomaan tarvittavaa lisävaloa taustalle ja tuomaan esiin kuvan huomionkohteita. Täytevalon asettelu oli melko haastavaa, sillä päämääränä oli luoda vaikutelma, ettei täytevaloa olisi käytetty ollenkaan. Kuvan tulisi esiintyä kuin ihmissilmän havaitsemana. Tämän takia tuli

pitää huolta, että tilan omien valonlähteiden luoma valojen ja varjojen vaihtelu pysyisi havaittavissa ja eri valaistusratkaisut pysyisivät selkeästi erotettavissa. Kuitenkin täytevalon tulisi luoda tasainen valaistus kuvaan ja pehmentää kontrastieroja.

Täytevaloja varten mallinnettiin heijastinvarjoja, joihin suunnattiin VRayLight-plane esimerkin (Kuva 38) osoittamalla tavalla. Heijastinvarjot sijoitettiin ympäri mallia ja niiden avulla korjattiin suurikontrastisia ja pimeitä alueita heijastamalla niihin valoa ja säätämällä heijastinvarjojen valojen voimakkuutta. Heijastinvarjot ja niiden valot otettiin pois heijastavien pintojen laskennasta, jotta niistä ei jäisi kirkkaita heijastuksia lattiaan. Heijastinlevyjen valot eivät myöskään heitä varjoja, jotka voisivat sotkea tilan omaa valaistusta. Päiväkuvaan luotiin täytevaloa heijastimien lisäksi myös ampumalla ikkunoista lisävaloa VRayLight-valojen avulla. Erot valaistuksissa voidaan havaita seuraavan sivun kuvasta (Kuva 39).



KUVA 38. Heijastinvarjo



KUVA 39. Päivä- ja yökuvien vertailut ilman täytevaloa ja sen kanssa

6.4 Renderöinti

6.4.1 Hybridimenetelmät

Ennen lopullista renderöintiä tutkittiin, mikä laskentamenetelmä olisi kannattavin lopulliseen renderöintiin. Testirenderöinnit suoritettiin käyttämällä V-Rayn tarjoamia hybridimenetelmiä niin, että ensisijaisten ja toissijaisten laskemiseen käytettiin eri laskentamenetelmiä. Vartenotettaviksi vaihtoehdoiksi nousivat Irradiance map – Photon map ja Irradiance map – Light cache. Kyseiset menetelmät valittiin, koska ne ovat likimääräisiä ja näin ollen paljon nopeampia kuin tarkka Monte Carlo -menetelmä. Lisäksi ne luovat valaistuksesta kartan tietokoneen muistiin, jota on mahdollista käyttää uudelleen myöhemmissä renderöinneissä. Tämän uudelleenkäytettävyyden takia kannatti paneutua yhden valaistuskartan laskemiseen kerralla.

6.4.2 Irradiance map – Light cache

Light cache osoittautui nopeaksi laskentamenetelmäksi ja lisäksi sen riippumattomuus kuvan resoluutiosta tekivät siitä hyvän menetelmän valaistuksen esikatseluun mallinnuksen aikana. Light cacheen laatuun vaikuttavat pääasiassa kamerasta lähetettävien säteiden määrä ja näytteiden koko ja näitä säätämällä kartasta oli tarkoitus saada tasainen ilman huomattavia kontrastieroja. Seuraavasta kuvasta (Kuva 40) huomataan, että laatu ei alijakojen-arvoilla 1500 - 2000 enää poikkea huomattavasti toisistaan. Näytteiden suodatus ei ole tarpeellista, koska valmis kuva renderöidään käyttäen light cachea vain toissijaisiin heijastuksiin.



KUVA 40. Light cacheen asetukset

Light cache -kartta tallennettiin muistiin ja V-Ray asetettiin käyttämään sitä toissijaisten heijastusten laskemiseen. Ensisijaisille heijastuksille laskentamoottoriksi

asetettiin irradiance map, joka laskennassaan hyödyntää muistissa olevaa light cache -karttaa.

Irradiance mapille määriteltiin raja-arvot -3 ja -1 eli neljä alijakoa. Valmiin irradiance mapin tarkkuus on näin puolet renderöidyn kuvan resoluutiosta, mikä riittää testitarkoituksiin. Näytteen puolipallon alijaoksi asetettiin 80 ja interpolaation arvoksi 30 näytettä, koska näillä arvoilla lopputuloksesta saatiin suhteellisen tasainen. Irradiance map käyttää hyväkseen esilaskettua light cache -karttaa, ja sivun 49 kuvasta (Kuva 41) nähdään light cachem vaikutus lopputulokseen. Vasta 2000 alijaon light cachella saavutetaan lopputulos ilman valovuotoja ja tummia läikkiä.

IM & LC (LC-alijako 500) | 2 min 47s



IM & LC (LC-alijako 1000) | 2 min 38,7 s



IM & LC (LC-alijako 1500) | 2 min 35,1s



IM & LC (LC-alijako 2000) | 2 min 34,1 s



Kuva 41. Irradiance map – light cache

6.4.3 Irradiance map – Photon mapping

Fotonikartta rakennettiin light cacheen tapaan asettamalla se laskemaan ensi- ja toissijaiset heijastukset. Fotonikartta on nopea laskea, mutta se on light cachea haastavampi asettaa, sillä käyttäjän pitää arvioida tyydyttävään lopputulokseen tarvittava fotonimäärä ottaen samalla renderöintiäika huomioon. Toisaalta käyttäjällä on enemmän tilaa optimoinnille. Kauempana olevan valaistuksen ei tarvitse olla niin yksityiskohtainen, kuin etualalla ja fotonimäärät voidaan kaukana olevissa ja kuvan ulkopuolisissa valonlähteissä määrittää pienemmiksi.

Esimerkkinä tässä projektissa fotonikartan rakentamiselle käytetään päivänvalomallia. Fotonikartan rakentaminen aloitettiin etsimällä sopiva fotonimäärä mallin valaistukselle. Valojen fotonimääräksi asetettiin ensin 100 fotonia, jolloin koko mallin yhteenlaskettu fotonimäärä oli 93 711 fotonia. Esimerkkikuvasta (Kuva 42) huomataan, että kuva on paikoittain palanut puhki ja siinä on hyvin paljon fotonikartan asetuksista johtuvia läikkiä. Fotonikartan näytteet pystyttiin interpoloimaan ilman fotonikartan uudelleenlaskemista ja näin siitä saatiin luotua pehmeämpi. Kuvasta havaitaan myös, että interpolaation jälkeenkin fotonikartassa on tummia läikkiä valonlähteiden alhaisen fotonimäärän takia.



KUVA 42. Fotonikartta ilman interpolaatiota ja sen kanssa

Tämän jälkeen ajettiin useampia, seuraavassa kuvasarjassa (Kuva 43) esiteltyjä testejä, joissa valojen fotonimääriä lisättiin. Kuvasta huomataan, että fotonimäärän lisäyksen ansiosta niiden interpolaatiolla saadaan tarkempaa valaistusta ja läikät vähenevät. Myöhemmin huomattiin, ettei fotoneiden interpolaatiolla ollut juurikaan vaikutusta lopputulokseen, kun photon mappingia käytettiin irradiance mapin kanssa. Tärkeämpää oli asettaa algoritmi laskemaan kuperat pinnat tarkemmin sekä lähettää enemmän fotoneita malliin. Kuperien pintojen tarkemmat laskelmat tosin nostivat renderöintiäikoja huomattavasti. Irradiance mapin asetukset pidettiin photon mappingin kanssa samoina, kuin light cachem tapauksessa. Sivun 52 kuvasarjasta (Kuva 44) huomataan, ettei kuvien yleisvalaistus juurikaan muutu fotonimääriä kasvattaessa. Parhaiten erot näkyvät yksityiskohdissa ja pöytien päällä olevien esineiden varjoissa sekä lievässä kuvan kirkkauden lisäyksessä.



KUVA 43. Fotonikarttojen vertailu



KUVA 44. Irradiance map – photon mapping -menetelmällä renderöity kuva

6.4.4 Hybridimenetelmien vertailu

Testien perusteella osoittautui, että hybridimenetelmillä saavutetut lopputulokset eroavat toisistaan huomattavasti. Esimerkkikuvasta (Kuva 45) huomataan, että irradiance map – light cache -menetelmä luo tasaisen kontrastin koko sisätilaan,

kun taas irradiance map – photon mapping -kuvassa etualalla on huomattavasti enemmän valoa kuin taustalla. Tähän vaikutti se, että kameran yläpuolella oleva heijastinvalo vuoti valon etualalle. Merkittävä ero menetelmien välillä olivat renderöintiajat, jotka light cachea hyödyntämällä olivat huomattavasti pienempiä. Light cacheen asetukset olivat myös paljon helpompia ja ne pystyttiin usein tarkastamaan nopealla esikatselurenderöinnillä. Photon mappingin kanssa piti arvailla, kuinka paljon fotoneita tarvitaan tyydyttävään valaistuksen laatuun. Irradiance map – light cache osoittautui paremmaksi menetelmäksi staattisen sisätilan renderöintiin, sillä se oli helppo asettaa, esikatsella ja se suoriutui renderöinnistä paljon nopeammin.



KUVA 45. Irradiance map – Light cache ja irradiance map – photon mapping -renderöinnit

6.4.5 Lopputuloksen analyysi

Lopullisista kuvista tuli varsin onnistuneita ja niille asetetut tavoitteet valaistuksen ja kuvan rakenteen suhteen tulivat täytettyä. Kumpaankin kuvaan on saatu luotua lämmin, tasainen valaistus päivänvaloa ja keinotekoista valoa käyttämällä. Täytevalaistus on kummassakin kuvassa huomaamatonta. Päiväkuvan (Kuva 46) ikkunoista tuleva valo hallitsee tilaa ja saa sen näyttämään luonnolliselta. Myös tilan yhtenäinen ja maanläheinen värimaailma, sekä sen orgaaniset muodot tukevat tätä tunnelmaa. Yökuvassa (Kuva 47) keinovalo luo lämpimän, tasaisen ja hieman hämärän yleisvalaistuksen. Erilaisia valaisimia käytetään luomaan mielenkiinnonkohteita ympäri tilaa elävöittäen näin ilmapiiriä.



KUVA 46. Lopullinen päiväkuva



KUVA 47. Lopullinen yökuva

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia tunnelman luontia sisätilarenderöinnissä valaistuksen ja kuvan asettelun kautta. Projektin aikana huomattiinkin, että oikeiden sisätilavalaistusmenetelmien ja sisustusvalokuvausmenetelmien hyödyntämisellä visualisoinnissa oli huomattava merkitys laadukkaan lopputuloksen kannalta. Lisäksi teoriaosassa käsiteltyjen V-Ray-renderöintimoottorin global illumination -menetelmien ja valojen tuntemus osoittautui hyödyllisiksi CASE-projektissa. Teoriaosaan kerättiin tietoa niin kirjallisista lähteistä kuin verkkolähteistäkin ja tätä tietoa hyödynnettiin case-projektissa. Suurimpana haasteena teoriaosan kirjoittamisessa oli aihealueen rajaaminen ja tämän takia materiaallinen käsittely päätettiin jättää pois. Myös tiedon löytäminen valaistustekniikoista erityisesti tunnelman kannalta oli haastavaa.

Case-projektin tavoitteena oli luoda kaksi sisätilavisualisointia samasta ravintolasta yö- ja päiväsaikaan ja tutkia visualisointikuvan tunnelman luontia näissä kuvissa. Huomattiin, että oikean maailman referenssit auttavat ohjaamaan työnkulkua ja hahmottamaan lopputuloksen paremmin jo projektin alkuvaiheessa nopeuttaen näin myös itse työskentelyä. Lisäksi kävi ilmi, että 3d-visualisoinnin avulla pystyy helposti tutkimaan myös tilan tunnelmaa eri vuorokaudenaikoina, varsinkin jos mallissa käytetään fysikaalisesti oikeita valonlähteitä ja mittasuhteita. Tilan oman valaistuksen lisäksi kuvan tunnelmaan vaikutti myös kuvan sommittelu. Kuvasta tuli mielenkiintoisempi, kun tilaa tuotiin esille sijoittelemalla kalusteita eri syvyytetasoille ja asettamalla mielenkiinnonkohteet kuvan kolmansien paikkeille. Myös yksityiskohtien lisääminen toi kuvaan huomattavasti eloa. Huomattiin myös, että täytevalaistuksen käyttö osoittautui välttämättömäksi kontrastierojen tasoittamiseksi ja laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Lisäksi V-Ray osoittautui nopeaksi renderöintimoottoriksi staattisen sisätilakuvan renderöintiin erityisesti irradiance map – light cache -yhdistelmän kanssa.

Projektin aikana ilmeni myös haasteita. Valaistuksen suunnittelu V-Raylla jätti toivomisen varaa, sillä siinä ei ollut mukana valaistusvoimakkuuden esikatselua epäsuoralle valolle, kuten esimerkiksi Mental Rayssa. Tämä toi ongelmia erityisesti täytevalaistuksessa, jonka oli tarkoitus olla mahdollisimman huomaamatonta.

Usein jokin tietty kohta tilasta esiintyi liian kirkkaana paljastaen täytevalaistuksen käytön. Lisäksi V-Rayn IES-valoissa ei myöskään ollut esikatselua, mikä vaikeutti valaisimien valintaa.

Loppujen lopuksi opinnäytetyön teoriaosa tukee hyvin case-osaa. Opinnäytetyön tekemiseen innoitti omat kokemukseni arkkitehtuurivisualisoinnin parissa. Tätä aihealuetta käsitellä laajasti mediatekniikan kursseilla, joten tätä opinnäytetyötä voidaankin toivottavasti hyödyntää tulevaisuudessa niin visualisointityöpajoissa kuin työharjoitteluissa.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Boubekri, M. 2008. Daylighting, Architecture & Health. Iso-Britannia: Elsevier Ltd.

Brandi, U. & Geissmar-Brandi, C. 2006. Lighting Design: Principles, Implementation, Case Studies. Saksa: Birkhäuser Architecture

Harris, M. 2003. Professional Interior Photography. Iso-Britannia: Focal Press.

Kellog Smith, F. & Bertolone, FJ. 1986. Bringing Interiors to Light. Yhdysvallat: Watson-Guption.

Křivánek, J & Gautron, P. 2009. Practical Global Illumination with Irradiance Caching. Yhdysvallat: Morgan & Claypool Publishers.

Legrenzi, F. 2008. Vray -THE COMPLETE GUIDE. Italia: IndustrieGrafische-Stilgraf.

Lehto, H. & Luoma, T. 2002. Fysiikka 2. Helsinki: Tammi.

Phillips, D. 2000. Lighting Modern Buildings. Iso-Britannia: Architectural Press.

Rihlana, S. 2000. Valaistus ja värit sisustussuunnittelussa. Loviisa: Rakennustieto Oy.

Wann Jensen, H. 2001. Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping. Yhdysvallat: Ak Peters.

Verkkolähteet

Chaos Software Ltd. 2010a. [verkkolähde] V-Ray rendering system 1.5 SP5. [viitattu 26.8.2010]. Saatavissa: http://www.spot3d.com/vray/help/150SP1/render-_params_dmc.htm

Chaos Software Ltd. 2010b. [verkkolähde] V-Ray rendering system 1.5 SP5. [viitattu 26.8.2010]. Saatavissa: http://www.spot3d.com/vray/help/150SP1/render-_params_lightmap.htm

Hutchinson, D.J. 1993. Monte Carlo Path Tracing for Photorealism. Manchester Computing Centre. Iso-Britannia, Manchester: University of Manchester. Yliopistontutkielma [viitattu 26.8.2010]. Saatavissa: <ftp://ftp.mcc.ac.uk/pub/cgu/docs/-hutchinson-msc93.ps.gz>

Owen, S. 1999. Overview of Ray-Tracing.ACM Siggraph [viitattu 26.8.2010]. Saatavissa: <http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/raytrace/rtrace1.htm>

Taulukot

TAULUKKO 1. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.

TAULUKKO 2. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.

Kuvat

KUVA 1. Valokuva. Jankowski, W. 1987. Best of Lighting Design. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 102.

KUVA 1. Valokuva. Kellog Smith, F & Bertolone, F.J. 1986. Bringing Interiors to Light. Yhdysvallat: Watson-Guption. Sivu 35.

- KUVA 2. Valokuva. Jankowski, W. 1987. Best of Lighting Design. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 47.
- KUVA 2. Valokuva. Kellog Smith, F & Bertolone, F.J. 1986. Bringing Interiors to Light. Yhdysvallat: Watson-Guptill. Sivu 32.
- KUVA 3. Valokuva. Kellog Smith, , & Bertolone, F.J. 1986. Bringing Interiors to Light. Yhdysvallat: Watson-Guptill. Sivu 33.
- KUVA 3. Valokuva. Jankowski, W. 1987. Best of Lighting Design. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 48.
- KUVA 4. Valokuva. Jankowski, W. 1987. Best of Lighting Design. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 26.
- KUVA 4. Valokuva. Jankowski, W. 1987. Best of Lighting Design. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 16.
- KUVA 5. Valokuva. Kellog Smith, F & Bertolone, F.J. 1986. Bringing Interiors to Light. Yhdysvallat: Watson-Guptill. Sivu 36.
- KUVA 5. Valokuva. Jankowski, W. 1997. Creative lighting : custom and decorative luminaires. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 104.
- KUVA 6. Valokuva. Harris, M. 2003. Professional Interior Photography. Iso-Britannia: Focal Press. Sivu 64.
- KUVA 7. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.
- KUVA 8. Valokuva. Harris, M. 2003. Professional Interior Photography. Iso-Britannia: Focal Press. Sivu 69.
- KUVAT 9-25. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.

KUVA 26. Křivánek, J & Gautron, P. 2009. Practical Global Illumination with Irradiance Caching. Yhdysvallat: Morgan & Claypool Publishers. Sivu 20.

KUVAT 27-29. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.

KUVA 30. Valokuva. Jankowski, W. 1997. Creative Lighting: custom and decorative luminaires. Yhdysvallat: PBC International. Sivu 33.

KUVAT 31-47. Asikainen Karri, 2011. Lahden ammattikorkeakoulu.

LIITTEET

Liite-dvd, joka sisältää:

- Case-projektin 3D-mallit.
- 3D-mallin materiaalien bittikartat.
- Valaisimien IES-tiedostot.
- Renderöidyt kuvat 3D-mallista.