

Opinnäytetyö (AMK)

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Multimediatuotannon suuntautumisvaihtoehto

2010

Giorgi Siradze

KOLMIULOTTEINEN RAKENNUSVISUALISOINTI



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma | Multimediatautannon suuntautumisvaihtoehto

13.4.2010 | Sivumäärä 53

Ohjaaja: Ari Hietala

Giorgi Siradze

KOLMIULOTTEINEN RAKENNUSVISUALISOINTI

Opinnäytetyöni aiheena oli kolmiulotteinen rakennusvisualisointi. Työn alussa selvitin lyhyesti, miksi kolmiulotteista rakennusvisualisointia tulisi käyttää rakennusprojektien markkinoinnissa ja millaisia hyötyjä sillä on mahdollista saavuttaa rakennusalalla. Kerroin myös erilaisista kolmiulotteisten rakennusmallien käyttömahdollisuuksista.

Työni teknisemmässä osassa kävin läpi kolmiulotteisuuden ja tietokoneavusteiseen suunnitteluun liittyvää teoriaa siltä osin kun se oli itse aiheen kannalta perusteltua. Tämän jälkeen käytiin läpi kolmiulotteiseen mallintamiseen ja visualisointiin liittyviä perusasioita erityisesti rakennusvisualisoinnin näkökulmasta. Selvitin myös hieman still-kuvien ja animaatioiden jälkikäsitteilyä sekä sitä, miten niitä voidaan hyödyntää käytännössä.

Opinnäytetyöni case-osiossa rakensin kolmiulotteisen mallin KOY Hirviniemenrantaan kuuluvista rakennuksista käyttämällä apuna erilaisia cad- ja visualisointityökaluja. Case-osion tavoitteena oli tuottaa kolmiulotteinen visualisointi Hirviniemenrannan merenpuoleisista julkisivuista. Varsinaisen mallintamisen jälkeen tein kolmiulotteisesta mallista still-kuvia ja animaatioita, joista muodostui työni varsinainen lopputuote. Case-osio on pääosin työnkulun kuvausta, jossa pyrin dokumentoimaan käyttämäni työmenetelmät ja erilaiset prosessit siten, että ne olisivat mahdollisimman hyvin toistettavissa. Yritän myös perustella käyttämäni ratkaisut ja valinnat mahdollisimman hyvin.

ASIASANAT:

Kolmiulotteisuus, visualisointi, tietokonegrafiikka, kuvankäsittely, animaatio, painotuotteet.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Computer science | Multimedia production

13.4.2010 | Pages 53

Instructor: Ari Hietala

Giorgi Siradze

3D Architectural visualization

The topic of my bachelor's thesis is 3D architectural visualization. At the beginning of my thesis I will explain briefly why architectural 3D visualizations should be used for marketing and what kind of benefits this could bring to the building industry. I will also describe some different ways to use 3D models in marketing.

In the technical part of my thesis I will go through some basic theory of 3D modelling and computer aided design in the context of my topic. After that I will explain some basics of 3D modelling and visualization in the 3D architectural visualization point of view. I will also describe the post-production process of still-images and animations, as well as I will describe what kind of end products it is possible to make of them.

In the case-study part of my thesis I will build a 3D model of Hirviniemi residence by using different types of CAD and visualization tools. After the modelling part I will make some still-images and animations, which will form the actual end product. The case-study part of my thesis is essentially a workflow description and in this part I will try to explain and document working methods and solutions I used. This way the whole process will be as reproducible as possible. I will also try to justify the solutions and the choices I made as well as possible.

KEYWORDS:

Kolmiulotteisuus, visualisointi, tietokonegrafiikka, kuvankäsittely, animaatio, painotuotteet.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KOLMIULOTTEINEN RAKENNUSVISUALISOINTI	9
2.1	Kolmiulotteiset mallit esityskeinona	10
2.2	Uudisrakennuskohteet	11
2.3	Saneerauskohteet ja rakennuslaajennukset	12
2.4	Kolmiulotteisten mallien käyttökohteet	12
2.4.1	Kuvat	12
2.4.2	Animaatiot	13
2.4.3	Panoraamakuvat	13
2.4.4	Virtuaalimallit	14
2.5	Kaksi- ja kolmiulotteisuus	14
2.5.1	Perspektiivikuva	15
2.6	Tietokoneavusteinen suunnittelu	17
2.7	Kolmiulotteinen kappale	19
2.7.1	Perusmuodot	20
2.7.2	Monimutkaiset muodot	20
2.7.3	Kolmiulotteisten kappaleiden muokkaaminen	21
2.8	Materiaalit	22
2.8.1	Bump-mapping	23
2.8.2	Normal-mapping	24
2.8.3	Displacement-mapping	25
2.9	Tekstuurit	27
2.10	Valaistus	27
2.11	Kolmiulotteisen mallin renderöinti	28
2.11.1	Pyyhkäisyjuova-renderöinti	29
2.11.2	Säteenseurantamenetelmä	29
2.11.3	Radiositeettimenetelmä	30
2.11.4	Yleistä valaistuksen mallintamisesta	31
2.12	Jälkikäsittely	32
2.12.1	Kuvan jälkikäsittely	32
2.12.2	RGB-värijärjestelmä	33
2.12.3	CMYK-värijärjestelmä	33
2.12.4	Kuvan koko ja resoluutio	34
2.12.5	Animaation jälkikäsittely	35

2.13	Kolmiulotteisen visualisoinnin kannalta oleelliset rakennuspiirrostyytit	35
2.13.1	Pohjapiirustus	35
2.13.2	Leikkauspiirustukset	35
2.13.3	Julkisivupiirustukset	36
2.13.4	Asemapiirustus	36
3	CASE: KOY HIRVINIEMENRANTA	37
3.1	Kohteen perustiedot	37
3.2	Alkutilanne	37
3.3	Työkalut	38
3.3.1	ArchiCAD	39
3.3.2	Maxon Cinema4D	40
3.3.3	OnyxGARDEN Suite	41
3.3.4	Adobe Photosop CS3	42
3.3.5	Adobe InDesign CS3	43
3.3.6	Adobe AfterEffects CS3	44
3.4	Työnkulku	44
3.4.1	Karkea mallintaminen	44
3.4.2	Kolmiulotteisen mallin jatkokäsittely	46
3.4.3	Still-kuvien renderöintiasetukset	48
3.4.4	Still-kuvien jälkikäsittely	49
3.4.5	Stereokuvat	49
3.4.6	Animaation renderöintiasetukset	50
3.4.7	Animaation jälkikäsittely	50
3.4.8	Videopresentaation valmistaminen	51
3.4.9	Painomateriaalin valmistaminen	51
3.5	Yhteenveto projektista	52
	LÄHTEET	53
	KUVAT	
	Kuva 1. Kolmiulotteinen havainnepiirustus lentokonehallista.	11
	Kuva 2. Lapin yliopiston laajennus liitettynä valokuvaan.	12
	Kuva 3. Kolmiulotteisen avaruuden koordinaattiakselit.	15
	Kuva 4. Kahden pakopisteen perspektiivikuva.	17
	Kuva 5. Polygoni.	19
	Kuva 6. NURBS-kuutio.	21
	Kuva 7. Boolean vähennys.	22
	Kuva 8. Bump-map ja tiiliseinä.	24
	Kuva 9. Normal-map.	25
	Kuva 10. Displacement-map ja tiiliseinä.	26

Kuva 11. Radiositeettimenetelmä ja kuvitteellinen sisätilä.	31
Kuva 12. KOY Hirviniemenrannan asemapiirustus.	38
Kuva 14. ArchiCAD:n 3D-työtilä.	39
Kuva 15. Cinema4D:n kameranäkymä.	40
Kuva 16. OnyxGARDEN Suite.	41
Kuva 17. Adobe Photoshop.	42
Kuva 18. Adobe InDesign.	43
Kuva 19. Adobe AfterEffects.	44

LIITTEET

Liitteet löytyvät oheiselta CD-levyltä.

Liite 1.1 Videopresentaatio

Liite 1.2 Paino-PDF

Liite 1.3 Stereokuvat

Liite 1.4 Still-kuvat

1 Johdanto

Innostuin kolmiulotteisesta rakennusvisualisoinnista jo opiskellessani suunnitteluassistentiksi. Tietojenkäsittelyn multimediatuotannon opinnot toivat hyvän mahdollisuuden syventää ja jatkokehittää osaamistani tällä alalla.

Käyn tässä opinnäytetyössäni aluksi läpi kolmiulotteisen mallintamisen teoriaa siltä osin, kun se on perusteltua itse aiheen kannalta. Kolmiulotteinen mallintaminen ja visualisointi on aiheena niin laaja, että sen perusteellinen läpikäyminen olisi itse aiheen kannalta turhaa. Teoriaosuuden jälkeen vien teorian käytäntöön ja alan rakentaa kolmiulotteista mallia KOY Hirviniemenrantaan kuuluvista rakennuksista. Mallintamisen jälkeen valmiista mallista syntyy lopputuotteena paketti, joka sisältää pieniresoluutioiset still-kuvat Internetiin sekä suuresoluutioiset kuvat painotuotteisiin ja multimediaesityksen, joka pitää sisällään liikkuvia kuvia ja varjoanimaatiota.

Pyrin kuvaamaan käyttämäni työnkulun mahdollisimman tarkasti, jotta koko projekti ja sen sisältämät prosessit olisivat helposti jäljitettävissä ja toistettavissa.

Kolmiulotteinen rakennusvisualisointi ja sen tuomat hyödyt rakennussuunnitteluun ja suunnitelmien myymiseen ovat kiistattomat. Suomalainen rakentaminen ja rakennustaito on huippuluokkaa koko maailman mittakaavassa, mutta kolmiulotteisessa mallintamisessa ja sen hyödyntämisessä olisi silti paljon opittavaa. Opinnäytetyöni aikana tutustuin moniin rakennusvisualisointi-palveluita tarjoaviin yrityksiin Internetissä. Suomesta en löytänyt kovinkaan montaa yritystä, jotka erikoistuisivat pelkästään rakennusvisualisointiin. Monet suomalaiset arkkitehtitoimistot tarjoavat muiden rakennussuunnitteluun liittyvien palveluittensa ohessa jonkinlaisia visualisointipalveluita, joiden tekninen laatu eri yritysten välillä on melko kirjavaa. Kolmiulotteisen mallintamisen ja visualisoinnin täysi hyödyntäminen tarjoaisi hyvän mahdollisuuden elvyttää rakennuspiirtäjien ja suunnitteluassistenttien tiukoille ajettua ammattikuntaa, joille ei tietokoneavusteisen suunnittelun yleistymisen myötä enää riitä töitä suunnittelijoiden piirtäessä kaikki kuvat yksin lopulliseen muotoonsa.

Tutustuessani suuriin ulkomaalaisiin arkkitehtitoimistoihin Internetissä, huomasin, että kolmiulotteisten mallien hyödyntäminen erilaisiin käyttötarkoituksiin on ulkomailla paljon yleisempää kuin Suomessa. Suurissa arkkitehtitoimistoissa maailmalla on usein käytössään jopa erillisiä 3D-osastoja, joissa työskentelee pelkästään kolmiulotteiseen rakennusvisualisointiin erikoistuneita henkilöitä.

Pidän itse opinnäytetyötäni hyvin ajankohtaisena, koska kolmiulotteisuus on jo tämän päivän trendi. Tietotekninen kehitys on jo sillä tasolla, että näyttävää kolmiulotteista materiaalia voidaan tuottaa jo hyvinkin lyhyessä ajassa. Tämän lisäksi kolmiulotteinen näyttötekniikka yleistyy, ja kolmiulotteiset näyttöpäätteet ovat jo tavallisten kuluttajien saatavilla. Tämä uusi kolmiulotteisen vaikutelman tarjoava media mahdollistaa entistä näyttävämpien ja syvyysvaikutelmaltaan huikaisevien kuvien ja animaatioiden tuottamisen virtuaalimalleista puhumattaakaan.

2 Kolmiulotteinen rakennusvisualisointi

Kolmiulotteisella rakennusvisualisoinnilla tarkoitetaan esitystä, joka havainnollistaa suunnitellun rakennusprojektin tai jo olemassa olevan rakennuksen visuaalisen olemuksen. Tämänkaltaisen esityksen avulla voidaan tehokkaasti havainnollistaa se, miltä uusi rakennus tai jo olemassa oleva saneerauskohde tulee näyttämään luonnossa.

Kolmiulotteisessa rakennusvisualisoinnissa käytetään apuna rakennuspiirustuksia tai piirrettyjä luonnoksia valmiin mallin aikaansaamiseksi. Kolmiulotteisia malleja tehdään, koska valmis kolmiulotteinen malli selventää rakennusprojektin olemusta huomattavasti tehokkaammin kuin pino rakennuspiirustuksia ja sekalaisia luonnoksia.

Kolmiulotteinen malli tarjoaa mahdollisuudet nähdä, miltä rakennus valmiina näyttää. Tämänkaltaisella kolmiulotteisella mallilla voidaan esittää myös esimerkiksi se, miten rakennuksen visuaalinen ilme muuttuu, jos sen pintamateriaaleja tai värejä muutetaan. Kolmiulotteista mallia on helppo pyörittää ja katsella eri puolilta. Rakennuksen eri tilojen käyttötarkoitus ja olemus selviää katsojalle helpommin kolmiulotteisesta visualisoinnista kuin teknisestä piirustuksesta, jonka symbolit ja selitteet saattavat olla monille vaikeita ymmärtää.

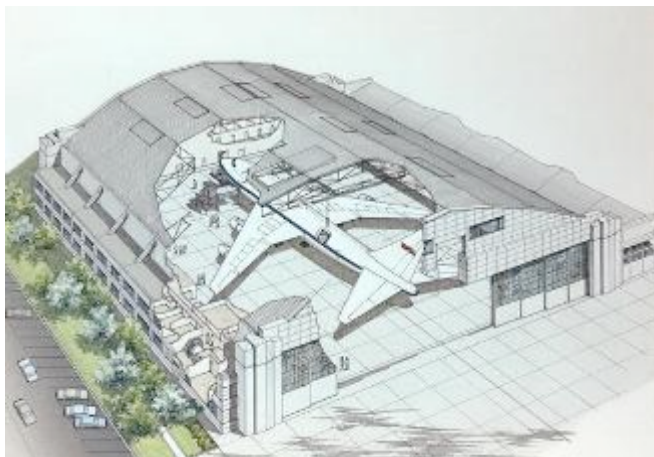
Rakennusvisualisointia on tehty jo paljon ennen tietokoneita. Tuohon aikaan kolmiulotteiset perspektiivikuvat piirrettiin käsin. Jo silloin näitä käsin piirrettyjä malleja käytettiin yleisesti myynti- ja markkinointitarkoituksiin. Kolmiulotteisilla kuvilla ja animaatioilla on selkeä käyttötarkoituksensa – markkinointi. Realistinen, realistisessa valossa kuvattu talo tai suunnitelma on helppo myydä. Virtuaalimallit tarjoavat lisäksi mahdollisuuden mennä mallin sisälle ja toimia vuorovaikutuksessa mallin kanssa.

2.1 Kolmiulotteiset mallit esityskainona

Rakennuspiirustus koostuu viivoista, kuvioista, teksteistä ja mitoista. Rakennuspiirustukset noudattavat aina tiettyä ammatillista kielikieloa, jonka rakennuspiirustusten kanssa paljon työskentelevä ammattilainen ymmärtää helposti, eikä virhetulkintoja juurikaan synny. Kun edellä mainittuja ammatti-
piirustuksia täytyy esitellä taholle, joka ei välttämättä ole ollut juurikaan tekemisissä rakennuspiirustusten kanssa, syntyy ongelma. Ammatti-
piirustusten viesti ei välity tehokkaasti ammattilaiselta maallikolle, koska yhteistä käsitteellistä merkityssisältöä ei löydy. Tästä johtuen rakennuspiirustuksia ei voida pitää tehokkaana tapana esittää asioita ammattilaisen ja maallikon välillä. Rakennuspiirustuksista puhuttaessa piirustusesitystä voidaan pitää eräänlaisena viestintäkanavana, jota myöten sanoma kulkee suunnittelijalta rakennuttajalle ja rakentajalle eli ammattilaiselta toiselle.

Kun halutaan viestiä esimerkiksi rahoittajalle tai loppukäyttäjälle, täytyy viestintäkanava mukauttaa tarkoitukseen sopivaksi. Edellä kuvattuun viestintään kolmiulotteiset mallinnukset ja visualisoinnit sopivat hyvin. Visuaalisesti näyttävät kolmiulotteiset kuvat – tai jopa virtuaalimaailma, jossa käyttäjä voi vapaasti liikkua – kertovat maallikolle varmasti enemmän kuin värittömät piirustukset. Kolmiulotteisesta mallista maallikko pystyy helposti hahmottamaan rakennettavan kohteen yleisen olemuksen, materiaalit, värit sekä sulautumisen ympäröivään maastoon.

Kolmiulotteisilla malleilla voidaan helposti esittää esimerkiksi jonkin tietyn tilan tai rakennuksen käyttötarkoitusta tekemällä mallista eräänlainen kolmiulotteinen havainnepiirustus, josta tilan tai rakennuksen käyttötarkoitus käy ilmi, kuten kuvassa 1.



Kuva 1. Kolmiulotteinen havainnepiirustus lentokonehallista (Wikipedia 2010d).

2.2 Uudisrakennuskohteet

Rakennusprojektin kolmiulotteisen mallintamisen ja visualisoinnin avulla rakennusprojektin tilaaja ja loppukäyttäjä voidaan ottaa helposti mukaan suunnitteluprosessiin. Tilaajalle voidaan kolmiulotteisen mallin avulla esitellä helposti rakennusprojektin etenemistä sekä kysyä mielipiteitä esimerkiksi materiaali- ja väri vaihtoehtoista. Koska erilaiset materiaali vaihtoehdot vaikuttavat myös rakennusprojektin kustannuksiin, on perusteltua esitellä työn tilaajalle myös vaihtoehtoisia ratkaisuja ja tässä tapauksessa näyttää, miltä ne käytännössä näyttävät. Kolmiulotteisen rakennusvisualisoinnin avulla rakennusprojektin maksajalle on helppo esitellä erilaisia väri- ja materiaali vaihtoehtoja. Loppukäyttäjää voi taas esimerkiksi kiinnostaa se, miten rakennuksessa on otettu huomioon liikuntarajoitteisten turvallinen ja helppo liikkuminen tai se, miltä näkymä olohuoneen ikkunoista näyttää. Tämänkaltaisten asioiden esittäminen kolmiulotteisten mallien avulla on helppoa. Tällä tavoin meneteltäessä kaikkia tahoja voidaan kuunnella rakennusprojektin edetessä ja päätyä kaikkiä miellyttäviin ratkaisuihin.

Kolmiulotteisia malleja voidaan mallintaa jo ennen kuin yhtäkään varsinaista rakennuspiirustusta on piirretty. Tämä mahdollistaa mielipiteiden ja näkemysten keräämisen jo hyvin aikaisessa vaiheessa, joka osaltaan saattaa nopeuttaa suunnitteluprosessin etenemistä huomattavasti.

2.3 Saneerauskohteet ja rakennuslaajennukset

Saneerauskohteissa pystytään mallintamaan esimerkiksi olemassa olevaan rakennukseen tehtävät mahdolliset muutostyöt. Nämä muutokset pystytään esittämään esimerkiksi siten, että valokuvataan ensin korjaustyötä koskeva alue ja liitetään mallinnettu malli valokuvaan. Tällä tavoin voidaan helposti esittää työn tilaajalle, miltä valmis työ tulee näyttämään. Edellä kuvattua tapaa hyväksikäyttäen on helppo kuvata esimerkiksi erilaisia rakennuslaajennuksia, kuten kuvassa 3.



Kuva 2. Lapin yliopiston laajennus liitettynä valokuvaan (Lapin yliopisto 2004).

2.4 Kolmiulotteisten mallien käyttökohteet

2.4.1 Kuvat

Kuvilla tarkoitan tässä yhteydessä still-kuvia, joilla esitetään kolmiulotteinen malli kaksiulotteisen median välityksellä. Kaksiulotteinen media voi olla esimerkiksi tietokoneen näyttö tai painotuote.

Kuvilla voidaan valokuvanomaisesti kuvata rakennusta ulkopuolelta, sisäpuolelta tai vaikka ilmasta. Tämänkaltaisia kolmiulotteisia kuvia voidaan katsella tietokoneen näytöltä tai vaikka painetussa esitteessä. Still-kuvia käytetään hyvin paljon kolmiulotteisessa rakennusvisualisoinnissa, koska esimerkiksi yhtä tai kahta kamerakulmaa varten ei tarvitse mallintaa koko rakennusta ja näin voidaan tuottaa valmiita kuvia suhteellisen nopealla aikataululla.

2.4.2 Animaatiot

Yksinkertaisimmillaan animaatio voi olla kamera-ajo, jossa kamera kiertää rakennusta ympäri. Yksinkertainenkin kameran liikkuminen on näyttävää, mikäli kolmiulotteinen malli sisältää paljon tarkasti mallinnettuja yksityiskohtia.

Monimutkaisissa animaatioissa voi kamera-ajon lisäksi olla myös liikkuvia kohteita, kuten esimerkiksi autoja ja ihmisiä. Kamera voi myös esimerkiksi mennä rakennuksen sisälle ja kiertää sisätiloja sekä näyttää erilaisia valaistusmahdollisuuksia. Animaatioihin on myös mahdollista tuoda mukaan esimerkiksi sään ja vuorokaudenajan vaihtelut, jotka tuovat osaltaan lisää näyttävyyttä valmiiseen animaatioon.

Animaatiolla voidaan helposti esittää se, miten auringonvalo käyttäytyy yhdessä mallin kanssa. Auringonvalon käyttäytymistä yhdessä mallin kanssa kutsutaan varjoanimaatioksi. Realistisen varjoanimaation mallintamiseen tarvitaan mallinnettavan kohteen fyysinen sijainti leveys- ja pituusasteina, sekä kohteen asento esimerkiksi pohjoiseen ilmansuuntaan nähden. Monet kolmiulotteiseen visualisointiin tarkoitetut ohjelmat, jotka sisältävät taivaan simuloimiseen tarkoitetut ominaisuudet pystyvät näiden tietojen perusteella laskemaan auringon sijainnin tiettyinä hetkenä.

2.4.3 Panoraamakuvat

Panoraamalla tarkoitetaan laajaa näkymää. Panoraamakuva voi olla monesta kuvasta yhdistetty leveä kuva, jossa kameran varsinainen sijainti ei muutu. Panoraamakuva saadaan aikaan kuvaamalla 360 astetta kattava kuvasarja kameran sijaintia muuttamatta. Panoraamakuvia rakennettaessa on tärkeitä, että valaistusasetukset pysyvät jokaisessa panoraamakuvan muodostavassa osakuvassa muuttumattomina. Tämän lisäksi on tärkeää, että osakuvat menevät jonkin verran toistensa päälle, koska tämä helpottaa kuvien yhdistämistä. (Pikseli 2004.)

Tällä tavoin saadaan aikaan kuvasarja, joka voidaan koota yhdeksi leveäksi kuvaksi kuvankäsittelyohjelmalla. Tämä leveä kuva voidaan kietoa tarkoituk-

seen sopivalla tietokoneohjelmalla eräänlaisen näkymättömän pallon ympärille, jolloin katsoja on kuvan ympäröimänä. Edellä kuvattua menetelmää käyttäen luodaan vaikutelma, jossa katsoja kokee olevansa kuvan sisällä.

Panoraamakuvilla voidaan havainnollistaa katsojalle esimerkiksi se, miltä jokin sisätila tai huone näyttää. Katsoja voi pyörittää kuvaa ja katsoa huoneen tai tilan eri osiin. Panoraamakuvia voitaisiin käyttää esimerkiksi uudisrakennuskohteita asunnonostajille markkinoivalla Internet-sivustolla.

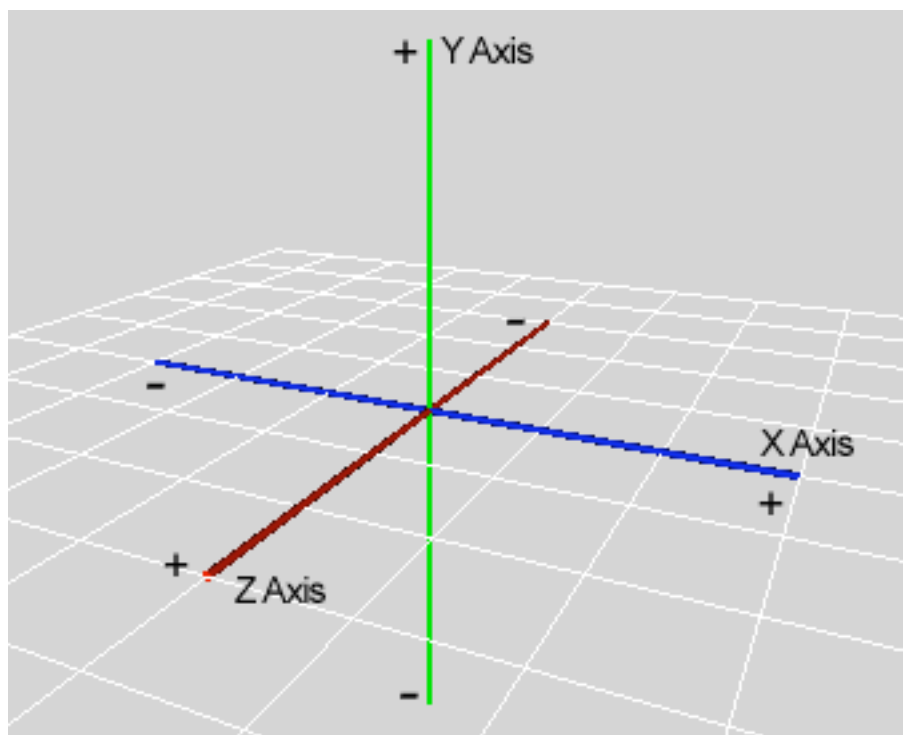
2.4.4 Virtuaalimallit

Virtuaalimalleista puhuttaessa tarkoitetaan interaktiivista virtuaalista ympäristöä, jossa käyttäjä toimii esimerkiksi liikkumalla vuorovaikutuksessa virtuaalimallin kanssa. Virtuaalimallissa voi vapaan liikkumisen lisäksi olla muitakin ominaisuuksia kuten esimerkiksi: vaihtuvat vuoden- tai vuorokaudenajat tai vaihtuva säätila. Käyttäjä voi toimia vuorovaikutuksessa virtuaalimallin kanssa esimerkiksi vaihtamalla reaaliaikaisesti pintamateriaaleja ja värejä tai jopa muuttamalla väliseinien sijaintia yksinkertaisesti työntämällä.

Virtuaalimallin käyttömahdollisuudet ovat hyvin laajat. Tekniikan kehittyminen mahdollistaa jo hyvinkin mielikuvituksellisia käyttömahdollisuuksia. Erilaisten tietokonepeleihin tarkoitettujen pelimoottoreiden hyödyntäminen tarjoaa myös monia lisämahdollisuuksia virtuaalimallien hyödyntämiseen.

2.5 Kaksi- ja kolmiulotteisuus

Rakennuspiirustuksissa asiat esitetään kaksiulotteisina. Kaksiulotteisuus tarkoittaa sitä, että kahden vektorin muodostama avaruus on litteä ja tasolla liikutaan ainoastaan x- ja y-akselin suuntiin. Kolmiulotteisuudella taas tarkoitetaan sitä, että avaruudessa on x-, y- ja z-akseli, joiden suuntaan voidaan liikkua ja toimia. Kolmiulotteisessa avaruudessa z-akseli tuo mukaan syvyyden. Kaksi- ja kolmiulotteisessa avaruudessa nollapistettä, joka sijaitsee akseleiden leikkauspisteessä, kutsutaan origoksi. (Tuhola, Viitanen 2008, 17-19.) Kuva 3. selventää kolmiulotteisen avaruuden koordinaattiakselit.



Kuva 3. Kolmiulotteisen avaruuden koordinaattiakselit (Elsaelsa 2008).

Yksinkertaisemmin selitettynä kolmiulotteisuudella tarkoitetaan kolmea ulottuvuutta, jotka ovat korkeus, leveys ja syvyys. Kolmiulotteiseen mallintamiseen voidaan ottaa mukaan myös neljäs ulottuvuus, joka on aika. Aika neljäntenä ulottuvuutena on oleellinen animaatioita rakennettaessa. (Lehtovirta, Nuutinen 2000, 9.)

2.5.1 Perspektiivikuva

Perspektiivillä tarkoitan tässä yhteydessä geometristä tapaa esittää kolmiulotteinen asia kaksiulotteisen median välityksellä, kuten esimerkiksi tietokoneen näytöllä tai painotuotteena.

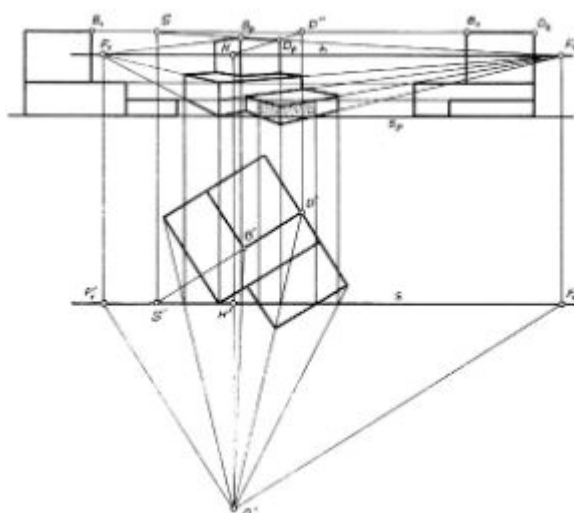
Perspektiivikuvatyypeistä yksinkertaisimpana voidaan pitää yhden pakopisteen perspektiiviä. Yhden pakopisteen perspektiivillä kuvauskohteiksi soveltuvat esimerkiksi huoneen sisätilat ja katunäkymät. Yhden pakopisteen perspektiivillä kohdetta kuvataan suoraan edestäpäin katsottuna. Kahden pakopisteen perspektiivikuvalla kohde on kulmittain katselupisteeseen nähden. Kolmen pakopisteen perspektiivikuvaa voidaan käyttää silloin, kun halutaan kuvata kohdetta

esimerkiksi hieman ylä- tai alaviistosta. Pakopisteillä on keskeinen merkitys yhden, kahden ja kolmen pakopisteen perspektiivikuvissa. Yhdensuuntaiset suorat linjat säilyvät perspektiivikuvassa vain kuvatason suuntaisilla suorilla. Muissa tapauksissa yhdensuuntaiset suorat linjat päättyvät pakopisteisiin. (Tuomola, Ur sinus 1991, 20-21.)

Kaksiulotteisesta rakennuspiirustuksesta voidaan rakentaa perinteisesti käsin piirtämällä kolmiulotteinen perspektiivikuva. Jos esimerkiksi haluttaisiin piirtää rakennuksesta perspektiivikuva ulkopuolelta, siihen tarvittaisiin pohjapiirustus ja julkisivupiirustus sopivasta kohdasta. Nämä kaksi kaksiulotteista piirustusta yhdistettäisiin erityistä perspektiivitekniikkaa käyttäen yhdeksi perspektiivikuvaksi.

Mittatarkkojen perspektiivikuvien piirtäminen käsin edellyttää perspektiivitekniikan hallitsemista. En tässä opinnäytetyössä käsittele sen enempää perspektiivitekniikkaa, koska kaikkien eri projektitapojen ja piirustustekniikoiden kuvaaminen opinnäytetyössäni olisi itse aiheen kannalta turhaa.

Esitän silti yhden esimerkin kahden pakopisteen perspektiivipiirustuksesta. Kuva 4. havainnollistaa piirtämistekniikan. Kuvassa on kolmiulotteinen perspektiivinäkymä kolmiulotteisista kuutioista. Itse perspektiivikuvan piirtämiseen on käytetty kahta pelkistettyä julkisivukuvaa ja yhtä pelkistettyä pohjapiirrosta, joiden kautta on piirretty apuviivat perspektiivitekniikkaa hyväksikäyttäen. Kuvan alaosassa sijaitseva 0-piste kuvaa katselupistettä. Kuvasta voidaan myös nähdä kuvan kaksi pakopistettä, jotka on merkitty tunnuksin F1 ja F2. (Tuomola, Ur sinus 1991, 22.)



Kuva 4. Kahden pakopisteen perspektiivikuva (Tuomola, Ursinus 1991, 24).

2.6 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Tietokoneavusteisella suunnittelulla tarkoitan tässä opinnäytetyössä CAD-piirtämistä ja erityisesti kolmiulotteista CAD-piirtämistä. Tietokoneavusteisella suunnittelulla voidaan myös tarkoittaa numeerista laskentaa, 2D-piirtämistä tai tietokonesimulointia. (Wikipedia 2010a.)

Tietokoneavusteinen suunnittelu on kehittynyt kovaa vauhtia. Kolmekymmentä vuotta sitten kaksiulotteisia rakennuspiirustuksia piirrettiin käsin tussilla muoviselle kuultopaperille. Kaksikymmentä vuotta sitten tietokoneet olivat jo yleisiä ja niitä käytettiin apuna rakennussuunnittelussa. Tuohon aikaan suunnitteluohjelmat olivat melko yksinkertaisia ja niitä käytettiin lähinnä kaksiulotteisten viivapiirustusten tuottamiseen. Tänä päivänä suunnitteluohjelmat toimivat jo melkein kaikki kolmiulotteisesti ja niillä on mahdollista tuottaa jo hyvinkin realistisia kolmiulotteisia malleja.

Tietokoneavusteisten suunnitteluohjelmistojen parhaana ominaisuutena voidaan pitää mittatarkkuutta. Tämä tietokoneella tehtyjen kuvien tarkkuus perustuu siihen, että kaikki kuvaan liittyvä tieto on koordinaattiarvoja, laskukaavoja ja laskutoimituksia. Halutessaan suunnittelija voi syöttää tietokoneelle numeerisia arvoja, joiden perusteella tietokone laskee kuvan x-, y- ja z-avaruuteen. Tieto-

koneavusteisen suunnittelun avulla tuotettuja kuvia ja piirustuksia voidaan helposti pitää tarkkuudeltaan ylivermaisina verrattuna perinteisiin menetelmiin, joiden tarkkuus perustuu suunnittelijan käden vakauteen, viivoittimien fyysiseen kuntoon ja muihin edellä mainitun kaltaisiin muuttujiin.

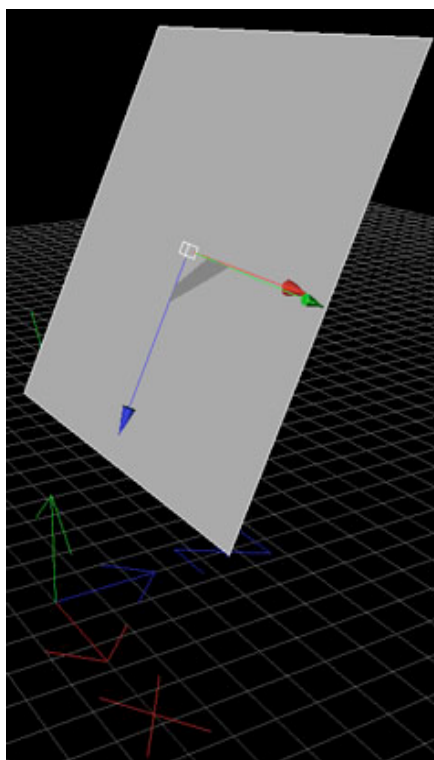
Ennen tietokoneavusteisen suunnittelun yleistymistä kaksi- ja kolmiulotteisia kuvia piirrettiin ja väritettiin käsin. Käsin piirretyt kolmiulotteiset perspektiivikuvat olivat entisaikaan todella näyttäviä väreineen ja varjostuksineen. Näitä käsin piirrettyjä kolmiulotteisia kuvia käytettiin jo tuolloin markkinointiin ja erilaisiin näyttely- sekä kilpailutarkoituksiin.

Tietokoneavusteisen suunnittelun yleistyminen toi 1990-luvulla mukanaan mahdollisuuden suunnitella rakennus jo valmiiksi kolmiulotteisena. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnitteluohjelmasta voidaan samaan aikaan tallentaa kaksiulotteisia teknisiä piirustuksia sekä raaka kolmiulotteinen malli, joka voidaan pienellä jatkokehityksellä siirtää erilliseen visualisointiohjelmaan, jossa tästä raakamallista voidaan jalostaa tarkka kolmiulotteinen malli materiaaleineen ja ympäristöineen. Nykyään mallin jatkokehitys visuaalisiin tarkoituksiin onnistuu jo melko hyvin itse suunnitteluohjelmalla, mutta mallinnus- ja renderöintimahdollisuudet ovat silti melko rajalliset verrattuna pelkästään kolmiulotteiseen visualisointiin tarkoitettuihin ohjelmiin.

Teolliseen tuotantoon tarkoitetut kolmiulotteiset mallinnusohjelmat tuottavat hyvin mittatarkkoja kolmiulotteisia malleja. Teollisuuskäytössä mallien tulee olla mittatarkkoja, koska usein kolmiulotteinen malli syötetään suoraan tuotantokoneelle, joka esimerkiksi sorvaa kolmiulotteisen mallin mukaisen kappaleen metallista. Rakennusvisualisoinnissa mallien ei välttämättä täydy olla täysin mittatarkkoja, sillä usein riittää, että mittasuhteet ovat oikeat. Jos tiedetään, että valmista kolmiulotteista rakennusmallia tullaan käyttämään esimerkiksi pelkästään markkinointimateriaalina, ei millimetrin tarkka mittatarkkuus ole perusteltua. Edellä kuvatun kaltaisessa rakennusvisualisoinnissa painopiste on mallin visuaalisessa näyttävyydessä.

2.7 Kolmiulotteinen kappale

Kolmiulotteinen kappale koostuu pienimmillään pisteistä ja janoista, jotka muodostavat monikulmioita. Pisteet yhdistyvät toisiinsa janoilla, jotka muodostavat monikulmion sivut. Monikulmion kulma- eli kärkipisteet muodostuvat pisteiden mukaan. Kärkipisteiden muodostamia monikulmioita kutsutaan polygoneiksi. Polygoni on siis tasainen pinta, jonka muodon kärkipisteet määrittävät. Polygonissa on tavallisesti vähintään kolme kärkipistettä. On myös olemassa yhdestä ja kahdesta pisteestä koostuvia polygoneja, joita käytetään tavallisesti erikoistehosteiden luomiseen. Pinta ja pinnanmuoto rakentuvat polygoneista. Kaikki kolmiulotteiset kappaleet rakentuvat jossain muodossa polygoneista. (Niemi 2010.) Kuvassa 5. on esitetty nelikulmainen polygoni.



Kuva 5. Polygoni.

Polygonien määrä vaikuttaa siihen, miten raskas mallista tulee. Hyvin monimutkaiset kolmiulotteiset muodot vaativat tavallisesti suuren määrän polygoneja, jotta muodosta tulisi mahdollisimman sulava. Polygonien määrä vaikuttaa oleel-

lisesti myös mallin renderöimiseen. Mitä enemmän polygoneja malli sisältää, sitä raskaampi se on tietokoneelle laskea renderöintivaiheessa. Polygonien määrä tulisi pitää tarkoitukseen sopivana, jotta kappaleesta ei tulisi tavattoman raskas tietokoneelle renderöintivaiheessa.

2.7.1 Perusmuodot

Perusmuotoja eli primitiivejä ovat esimerkiksi: sylinteri, kartio, pallo ja laatikko. Primitiiveissä polygonien määrä on usein optimoitu, joka tarkoittaa sitä, että primitiivi ei sisällä kappaleen geometrian kannalta tarpeettomia polygoneja. Tarvittaessa primitiiviin voidaan lisätä polygoneja vaikuttamalla primitiivin ase- tuksiin. Primitiivejä muokkaamalla ja yhdistelemällä voidaan aikaansaada hyvinkin monimutkaisia muotoja. (Lehtovirta, Nuutinen, 2000, 24.)

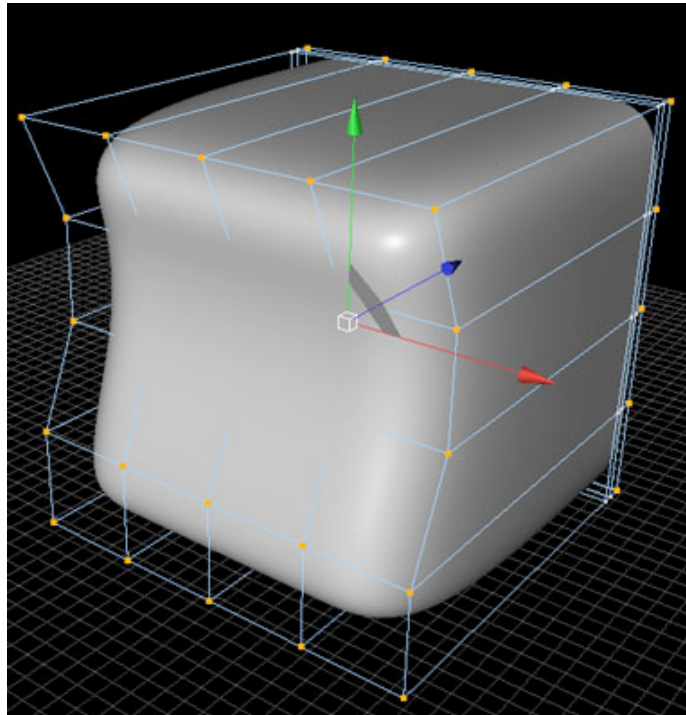
2.7.2 Monimutkaiset muodot

Kaikkia muotoja ei ole mahdollista saada aikaan primitiivejä muokkaamalla tai yhdistelemällä. Erityisen ongelmallisia ovat erilaiset kaarevat ja pyöreät pinnat. Tämänkaltaisten pintojen mallintamiseen voidaan käyttää apuna Bézier-käyriä. Bézier-käyrä on vähintään kahden pisteen välille muodostuva ja rajattomasti skaalautuva käyrä, jota voidaan muokata muokkaamalla pisteisiin määriteltujen kahvojen suuntaa ja voimakkuutta. Kolmiulotteinen muoto voidaan saada aikaan esimerkiksi muodostamalla pinta kahden Bézier-käyrän väliin. (Wikipedia 2010b.)

Monimutkaisten muotojen luomiseen voidaan myös käyttää NURBS-pintoja (NonUniform Rational B-Spline). NURBS-pinta koostuu eräänlaisesta verkosta, jonka solmukohtille voidaan antaa painotuksia, joiden perusteella varsinainen pinnanmuoto muodostuu. Kun verkkoon lisätään solmukohtia, saadaan aikaan erittäin sulava pinnanmuoto. (Lahdenkangas 2006, 4.)

Cinema4D-ohjelmalla NURBS-pintoja voidaan luoda laittamalla esimerkiksi kuutio-primitiivi NURBS-kehikon sisään. Kuutioon lisätään pinnanmuotoja lisäämällä solmukohtia ja muokkaamalla niiden sijaintia kolmiulotteisessa avaruudessa.

Kuvassa 6 on esitetty kuutio, johon on muokattu lisää solmukohtia. Varsinainen pinnanmuoto NURBS-pinnanmuoto näkyy kehikon sisällä.



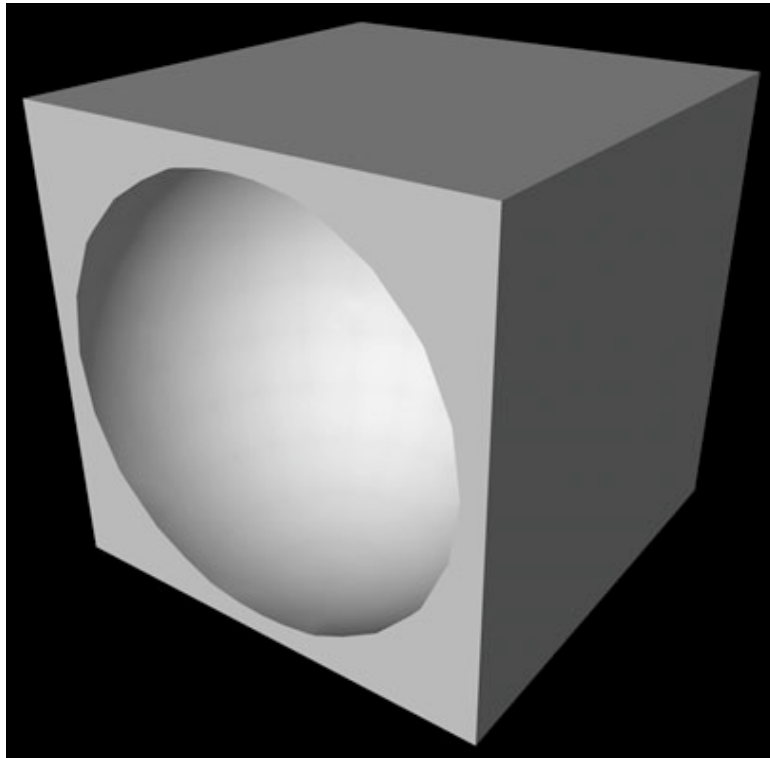
Kuva 6. NURBS-kuutio.

2.7.3 Kolmiulotteisten kappaleiden muokkaaminen

Kolmiulotteiset mallinnusohjelmat tarjoavat pääosin hyvin samankaltaisia työkaluja kolmiulotteisten kappaleiden muokkaamiseen käytettävästä ohjelmasta riippumatta. Kolmiulotteisia kappaleita voidaan muokata kolmiulotteisilla mallinnusohjelmilla monin eri tavoin. Yksittäisiä kärkipisteitä tai polygoneja voidaan esimerkiksi siirtää tai venyttää kolmiulotteisessa avaruudessa. Polygonien muotoa ja kärkipisteitä muokkaamalla ja yhdistelemällä voidaan saada aikaan hyvinkin monimutkaisia pinnanmuotoja. Muokkaaminen voidaan rajoittaa esimerkiksi yksittäisiin kärkipisteisiin tai yksittäisiin polygoneihin, joita voidaan manipuloida hyvinkin tarkasti kolmiulotteisessa avaruudessa.

Kolmiulotteiseen mallintamiseen tarkoitettut tietokoneohjelmat tarjoavat myös primitiivien muokkaamiseen hyvin kattavan valikoiman erilaisia työkaluja ja toi-

mintoja. Primitiivejä voidaan muokata vaikuttamalla suoraan primitiivin ominaisuuksiin tai käyttämällä ns. boolean-toimenpiteitä. Boolean-toimenpiteet voivat kohdistua kahteen tai useampaan kappaleeseen. Boolean-toimenpiteitä ovat esimerkiksi kappaleiden liittäminen ja vähentäminen toisistaan. (Chromesphere 2007.) Kuvassa 7. Kuutio-primitiivistä on vähennetty osa pallo-primitiivistä.



Kuva 7. Boolean vähennys.

2.8 Materiaalit

Monimutkainenkaan kolmiulotteinen malli tai kappale ei ole realistinen ilman materiaaleja. Korkealaatuisen kolmiulotteisen mallin luomiseen pyrittäessä materiaaleihin on syytä kiinnittää paljon huomiota. Realistiset materiaalit auttavat osaltaan tuomaan malliin luonnollisuutta.

Materiaalit ovat erittäin tärkeä osa rakennusmallinnusta ja visualisointia, koska rakennusvisualisoinnin tarkoituksena on tuottaa asiakkaalle realistinen kuva rakennettavasta kohteesta. Hyvään lopputulokseen pääseminen edellyttää, että

materiaalit ovat oikean värisiä, niillä on oikeankaltainen pintarakenne ja että valo käyttäytyy luonnollisesti kohdatessaan materiaalin.

Materiaalien ominaisuuksia voidaan muokata melko monipuolisesti käytettävää ohjelmistosta riippuen. Materiaalien muokattavia ominaisuuksia ovat yleensä ainakin seuraavat:

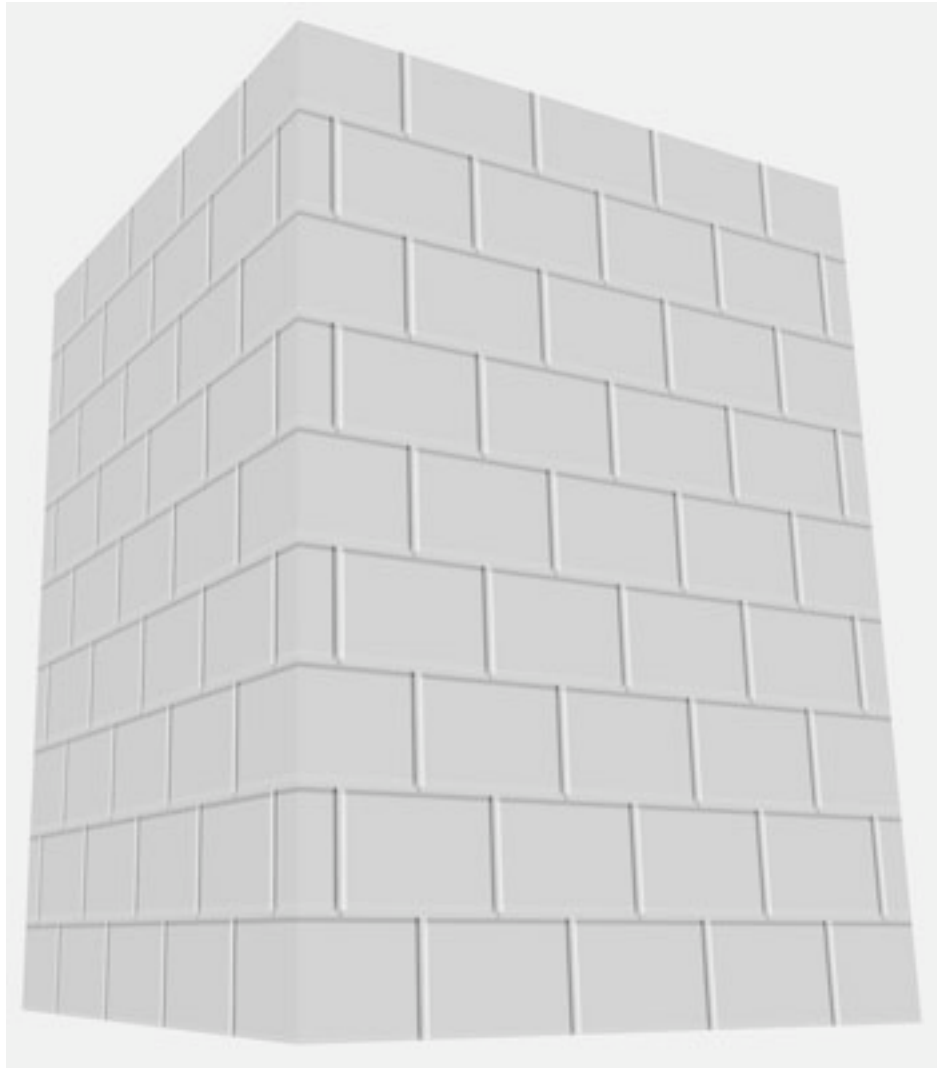
- Materiaalin väri
- Materiaalin väri ilman suoraa valoa
- Materiaalin väri huippuvalossa
- Materiaalin läpinäkyvyys
- Materiaalin itsevalaisevuus
- Materiaalin kiiltävyys

Näiden ominaisuuksien lisäksi materiaalin pintaan on mahdollista aikaansaada tarvittaessa kolmiulotteinen pintarakenne. Luonnossa täysin tasaisia pintoja on olemassa melko vähän, joten luonnollisen vaikutelman aikaansaamiseksi on perusteltua lisätä myös materiaalin pintaan hieman kolmiulotteisuutta.

2.8.1 Bump-mapping

Bump-mapin avulla materiaalin ominaisuuksiin liitetään harmaasävykuva, joka kertoo materiaalin pinnanmuodon. Vaaleat alueet kuvaavat pinnasta koholla olevia kohtia ja tummat alueet painanteita. Kolmiulotteinen vaikutelma luodaan renderöimällä kuva valonlähteen kanssa, jolloin materiaalin pintaan syntyy varjot bump-mapin ja valonlähteen yhteisvaikutuksesta. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että materiaalin pintaan aikaansaadaan eräänlainen optinen harha piirtämällä varjot niihin kohtiin, joihin muodostuisi varjo, jos varsinaisen pinnan geometriaan vaikutettaisiin. Bump-mapin käyttö ei muokkaa pinnan varsinaista geometriaa, mikä tarkoittaa sitä, että polygonien määrä kappaleessa ei kasva. Kolmiulotteinen vaikutelma materiaalin pinnassa saadaan aikaan ainoastaan tummentamalla painanteita valon tulokulman ja kamerakulman perusteella. Ku-

vassa 8. näkyy bump-mapin vaikutus materiaalin pintaan. Kuvassa on pelkistetty tiiliseinä, jonka materiaaliin on määritetty bump-map. Kuten kuvasta huomaa, niin ongelmakohtia bump-mapia käytettäessä ovat erityisesti kolmiulotteisten kappaleiden kulmat.



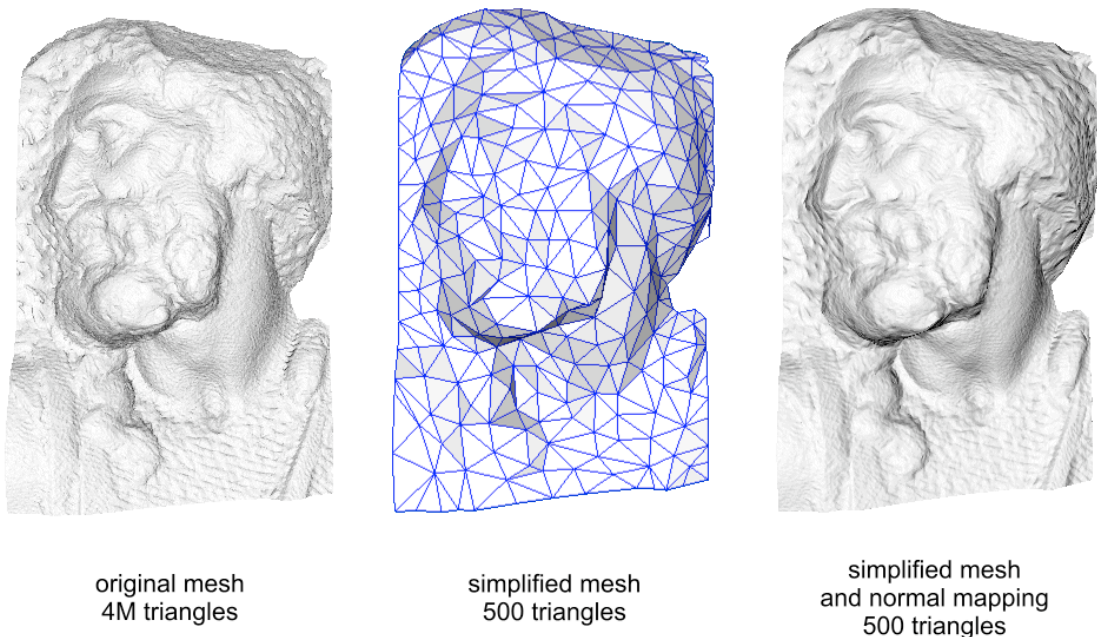
Kuva 8. Bump-map ja tiiliseinä.

2.8.2 Normal-mapping

Normal-mappingia käytetään paljon tietokonepeleissä. Normal-mappingin käyttö edellyttää, että halutusta pinnasta on tehty polygonimäärältään suuri malli, jonka perusteella normal-map luodaan. Tämän jälkeen normal-map voidaan liittää

kolmiulotteiseen kappaleeseen ja samalla vähentää kappaleen polygonimäärää merkittävästi.

Tällä menetelmällä saavutetaan se etu, että renderöintiäika lyhenee huomattavasti mallin polygonimäärän vähentyessä. Käytännössä normal-map toimii samalla tavoin kuin bump-map, eli polygonien määrä ei kasva eikä pinnan geometria muutu normal-mapin vaikutuksesta. Varsinainen normal-map koostuu kolmivärisestä kuvasta, josta käy ilmi korkearesoluutioinen pinnanmuoto. (Polygoncount 2010) Kuvassa 9. on esitetty miten alkuperäisestä mallista on karsittu reilusti polygoneja pois käyttämällä lopullisessa mallissa normal-mappia. Vaikka polygonimäärää on pystytty pienentämään rajusti, lopullinen malli normal-mapin kanssa näyttää silti vähintäänkin yhtä yksityiskohtaiselta kuin alkuperäinen malli.

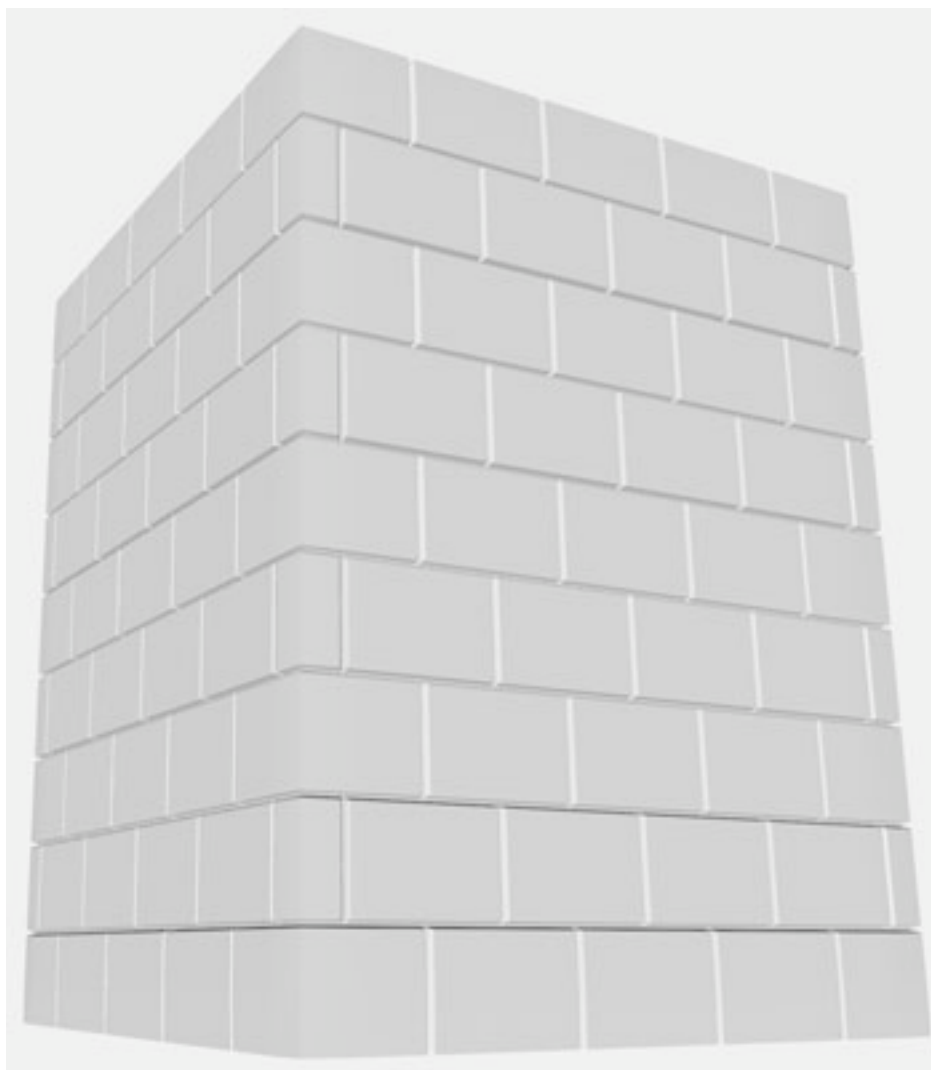


Kuva 9. Normal-map (Wikipedia 2010e).

2.8.3 Displacement-mapping

Displacement-mappingin suurin ero kahteen edellä kuvattuun menetelmään on se, että itse pinnan geometria muuttuu displacement-mapin vaikutuksesta. Tä-

mä lisää polygonien määrää merkittävästi, mistä syystä renderöiminen on usein hidasta. Varsinainen displacement-map rakentuu bump-mapin tavoin harmaasävykuvasta, joka kertoo pinnan painanteet ja kohoumat. Monimutkainen displacement-map vaatii toimiakseen kappaleen, jossa on suuri määrä polygoneja, jotta pinnasta tulisi sulava ja halutun kaltainen. Kuvassa 10. on sama esimerkkikuva kuin bump-mappia käsittelevässä kappaleessa, mutta tässä esimerkissä on käytetty bump-mapin sijaan displacement-mappia. Tällä menetelmällä tiiliseinän kulmat näyttävät jo paljon paremmilta.



Kuva 10. Displacement-map ja tiiliseinä.

2.9 Tekstuurit

Tekstuurit ovat yleensä kaksiulotteisia bittikarttakuvia, joita voidaan liittää kappaleen pintaan. Tekstuureja voidaan valmistaa valokuvien ja bittikarttagrafiikan luomiseen tarkoitettujen ohjelmien tai matemaattisten laskukaavojen avulla. Tekstuureja voidaan liittää kappaleisiin monin eri tavoin kappaleen muodosta riippuen. Tarvittaessa tekstuurit saadaan toistumaan kappaleessa saumattomasti, jolloin teksturoitava kappale voi olla suurempi kuin varsinainen tekstuuri. Korkealaatuisilla tekstuureilla voidaan vaikuttaa merkittävästi mallinnettavan kappaleen ulkonäköön.

Teksturoitava pinta voi olla mallissa missä tahansa asennossa ja minkä tahansa etäisyyden päässä katselupisteestä. Tämä tarkoittaa sitä, että tekstuurin pikselit eli tekselit eivät välttämättä vastaa varsinaisen kuvatason pikseleitä. Jos esimerkiksi teksturoitu kappale on kaukana katselupisteestä, tekstuurin tekselit saattavat vastata vain muutamaa pikseliä kuvatasolla. Tämänkaltaisessa tilanteessa tekstuuri muuttuu kuvatasolla pikselisotkuksi. Tekstuuriongelmien ratkaisemiseksi tarvitaan suodatusta. Erilaisia suodatusmenetelmiä on useita ja käytännössä ne toimivat kaikki siten, että tekstuurin tekselit skaalautuvat suodatusmenetelmästä riippuen. Oikean suodatusmenetelmän avulla voidaan välttää monia tekstuureihin liittyviä ongelmia. (Wikipedia 2010c.)

2.10 Valaistus

Valaistusta voidaan pitää ehkä tärkeimpänä kuvan laatuun vaikuttavana tekijänä. Valo luo kuvalle tietyn tunnelman ja erityisesti rakennusmallinnuksessa valolla on tärkeä rooli, koska valo luo varjoja. Varjojen takia rakennusmallinnuksessa tulisi käyttää mahdollisimman luonnollisia valoja. Esimerkiksi ulkomalleissa rakennukselle voidaan antaa luonnollinen sijainti pituus- ja leveyskoordinaatein. Kun rakennus on sijoitettu luonnolliseen sijaintiinsa, mallinnusohjelma laskee auringon sijainnin. Auringon sijaintiin voidaan vaikuttaa asettamalla haluttu vuoden- ja vuorokaudenaika. Edellä mainitulla tavalla meneteltäessä saavutetaan hyvin realistinen valaistus ulkomalliin.

Sisätiloja mallinnettaessa valoilla voidaan saada myös paljon aikaan. Valolla voidaan korostaa haluttuja yksityiskohtia tai piilottaa halutut yksityiskohdat varjoihin. Valonlähteenä voidaan käyttää auringon lisäksi erilaisia kohde- tai yleisvaloja tai näiden yhdistelmiä. (Lehtovirta, Nuutinen, 2000, 38-43.)

Erilaisia valonlähteitä on käytettävästä ohjelmasta riippuen useita erilaisia. Kolmiulotteisissa mallinnus- ja visualisointiohjelmissa on mahdollista muokata valon ominaisuuksia monipuolisesti. Valon ominaisuuksia voidaan käytettävästä ohjelmasta riippuen muokata useimmiten ainakin seuraavien muuttujien avulla:

- Valon voimakkuus
- Valon väri
- Luoko valo varjoja
- Valokeilan koko
- Vaikuttaako ympäristö valoihin
- Valokeilan muoto.

2.11 Kolmiulotteisen mallin renderöinti

Renderöintiä voidaan pitää eräänlaisena visuaalisena laskentaprosessina. Renderöinti antaa mallinnetulle kuvalle tai animaatiolle ulkoasun valojen ja materiaalien kanssa. Renderöiminen on ikään kuin valokuvaamista, jossa tietokoneohjelma ottaa valokuvan mallista suunnittelijan määrittelemän kuvakulman ja perspektiivin mukaisesti. Valmis renderöity kuva ei yleensä synny hetkessä, koska tietokoneohjelman ja tietokoneen tulee laskea kuvaan renderöintimenetelmästä ja asetuksista riippuen joko mallin pelkkä geometria tai mallin geometria materiaalien varjojen ja valojen kanssa. Tilanteeseen sopivan renderöintimenetelmän ja renderöintiasetusten valitseminen on usein hyvin haastavaa. Valmiin kolmiulotteisen kuvan renderöintiaika riippuu mallin geometriasta, pintamateriaaleista, valonlähteistä, renderöintimenetelmästä, renderöintiasetuksista ja kuvan fyysisestä koosta.

Renderöity kolmiulotteinen kuva on bittikarttagrafiikkaa ja sitä voidaan käsitellä bittikarttagrafiikan käsittelyyn sopivalla tietokoneohjelmalla.

2.11.1 Pyyhkäisyjuova-renderöinti

Pyyhkäisyjuova-renderöinti on nopea tapa renderöidä kuva. Pyyhkäisyjuovanimitys tulee siitä, että kuva renderöidään yksi juova kerrallaan. Kehittyneemmissä renderöintitavoissa kuva lasketaan piste kerrallaan.

Pyyhkäisyjuova-renderöinnissä ei huomioida pintojen heijastuksia eikä läpinäkyvien pintojen aiheuttamia vääristymiä. Tästä johtuen tällä renderöintimenetelmällä ei päästä valon mallintamisen osalta kovin realistisiin lopputuloksiin. (Lehtovirta, Nuutinen, 2000, 45.)

2.11.2 Säteenseurantamenetelmä

Säteenseurantamenetelmä tarkoittaa käytännössä nimensä mukaisesti sitä, että valaistusta renderöitäessä säteenseurantamenetelmä yrittää jäljittää takaperin sitä reittiä, jonka valonsäde kulkisi luonnossa. Säteenseurantamenetelmä oli yksi ensimmäisistä hyvin kehittyneistä valaistuksenlaskentamenetelmistä. Tämän menetelmän avulla valmiin kolmiulotteisen kuvan valaistuksesta tulee jo melko realistinen.

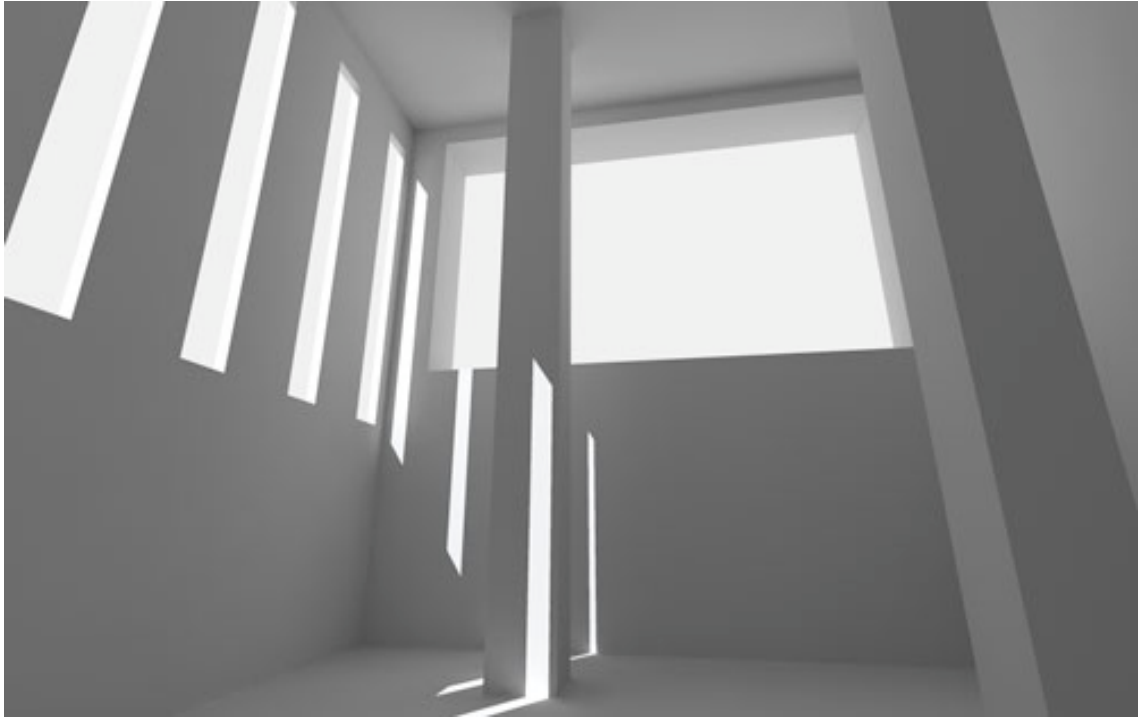
Käytännössä säteenseurantamenetelmä laskee katselutasoon kimpoavien valonsäteiden reitin takaperin eli kuvatasosta valonlähteeseen. Kuvatason jokaisesta pikselistä ammutaan säde, joka kimpoaa kolmiulotteisten kappaleiden vaikutuksesta valonlähteeseen. Kun säde kimpoaa kolmiulotteisesta kappaleesta, se voi kappaleen pintamateriaalin ominaisuuksista riippuen synnyttää kolme uutta sädetyyppiä, jotka ovat heijastus, hajonta ja varjo. Nämä kolme edellä mainittua sädetyyppiä heijastuvat edelleen seuraavaan pintaan ja aiheuttavat sen pintaan muutoksen sädetyypistä riippuen. Koska tämä menetelmä ei ota huomioon luonnossakin esiintyvää hajavaloa, niin kaikista varjoista tulee epäluonnollisen teräväreunaiset. (Rademacher 2010.)

2.11.3 Radiositeettimenetelmä

Radiositeettimenetelmä tuottaa jo erittäin luonnollisen lopputuloksen. Radiositeetilaskennassa lasketaan säteenseurannasta poiketen kaikki kolmiulotteiseen kappaleeseen kohdistuva valo, eikä pelkästään sitä valoa, joka heijastuisi valonlähteestä kolmiulotteisen kappaleen kautta kuvatasoon. Koska tämä menetelmä ottaa huomioon myös muualta heijastuvan hajavalon, kappaleeseen muodostuu luonnollisia pehmeäreunaisia varjoja, jotka osaltaan lisäävät valaistuksen luonnollisuutta. Radiositeettimenetelmä on katselupisteestä ja kuvatasosta riippumaton menetelmä kolmiulotteiseen kappaleeseen kohdistuvan valaistuksen mallintamisessa. (Kurahila 1997.)

Koska radiositeettimenetelmä on katselupisteestä riippumaton menetelmä, sitä voidaan tehokkaasti käyttää esimerkiksi staattisissa kamera-animaatioissa, joissa valaistus ja kolmiulotteiset kappaleet pysyvät muuttumattomina ja paikallaan. Valaistusmalli ei tarvitse laskea kuin kerran muistiin, jolloin sitä voidaan käyttää uudestaan joka kuvassa kameran liikkeistä riippumatta. Tämä lyhentää jonkin verran animaation renderöimiseen tarvittavaa aikaa.

Radiositeettimenetelmä ottaa huomioon myös valon absorboitumisen eli valoenergian imeytymisen kappaleen pintaan, kuten luonnossakin tapahtuu. Kolmiulotteisten kappaleiden pintamateriaalien vaikutuksesta osa valosta imeytyy kappaleen pintaan ja osa taas voi ottaa värillisestä pinnasta väriä mukaansa heijastuessaan seuraavaan kappaleeseen. (Spencer 1993.) Kuvassa 11. on esitetty radiositeettimenetelmän mukanaan tuoman hajavalon vaikutus kuvitteellisen sisätilan valaistukseen. Valonlähteinä tässä kuvitteellisessa sisätilamallissa on käytetty pelkästään taivaan ja auringon tuottamaa valoa, joka pääsee heijastumaan huoneen aukoista sisään.



Kuva 11. Radiositeettimenetelmä ja kuvitteellinen sisätila.

2.11.4 Yleistä valaistuksen mallintamisesta

Pintamateriaaleilla ja niiden ominaisuuksilla on hyvin suuri vaikutus siihen, miten suuri osa valonsäteestä jää kappaleen pintaan ja miten suuri osa jatkaa kappaleen pinnasta etenemistään uuteen kappaleeseen. Kun valonsäde heijastuu kohdatessaan heijastavan kappaleen, sen ominaisuudet muuttuvat. Valonsäde on heikentynyt ja sen ominaisuudet ovat muuttuneet. Tämän lisäksi valonsäteen väri on saattanut muuttua kappaleen vaikutuksesta. Kun valonsäde jatkaa heijastumistaan eteenpäin seuraavaan kappaleeseen, siinä tapahtuu lisää muutoksia. Jotkin kolmiulotteiset kappaleet saattavat lisäksi olla kokonaan läpinäkyviä tai osittain läpinäkyviä, mikä osaltaan vaikuttaa oleellisesti valon käyttäytymiseen kappaleessa.

Esittelin edellä hyvin pintapuolisesti joitakin erilaisia valaistukseen ja valon käyttäytymisen simuloimiseen liittyviä menetelmiä. Kaikkein tarkimpiin lopputuloksiin päästään yhdistelemällä eri menetelmiä. Valaistuksen tarkka simuloiminen ja teoria kaiken valaistuksen tarkan mallintamisen takana on hyvin monimutkaista, mutta näiden menetelmien hyödyntämiseen käytännössä on kehitetty monia

hyviä työkaluja. Näiden työkalujen varsinainen käyttäminen on työkalusta riippuen joko hyvin helppoa tai sitten melko monimutkaista. Kolmiulotteisessa rakennusvisualisoinnissa käytetään yleisesti Vray-, Maxwell Render- ja Final Render -nimisiä ohjelmia valmiiden mallien renderöimiseen. Nämä kolme ohjelmaa pyrkivät kaikki simuloimaan mahdollisimman luonnollista valon käyttäytymistä, ja niillä päästään oikein käytettynä hyvin valokuvankaltaisiin lopputuloksiin.

2.12 Jälkikäsittely

2.12.1 Kuvan jälkikäsittely

Valmis kolmiulotteiseen visualisointiin renderöity kuva tulee vielä jalostaa käyttötarkoitukseensa sopivaksi. Suoraan mallinnusohjelmasta tuodut kuvat ovat usein liian kliinisiä – mallin värit, muodot ja materiaalit kaipaavat lisää luonnollisuutta. Kuvankäsittelyohjelman monipuolisilla työkaluilla kuvia voidaan jatkokehittää vielä realistisemmiksi.

Monissa kolmiulotteiseen visualisointiin tarkoitetuissa ohjelmissa on mahdollista käyttää ns. fyysistä kameraa. Tämä tarkoittaa sitä, että kameraan voidaan esimerkiksi asettaa aukkoasetukset samalla tavalla kuin oikeaankin kameraan. Kameran aukkoasetus vaikuttaa mm. kuvan syväterävyyteen, jonka säätäminen halutulla tavalla voi joissakin tilanteissa olla perusteltua. Jos syväterävyyttä ei ole määritelty jo kuvan laskettamisvaiheessa, voidaan sama tehokeino aikaansaada myös kuvankäsittelyohjelmalla. Syväterävyydellä tarkoitetaan kuvan terävänä näkyvää alaa syvyyssuunnassa.

Kuvankäsittelyohjelmilla on mahdollista säätää kuvan värejä hyvin monipuolisesti. Väritasapainoa säätämällä kuvan väreistä voidaan saada aikaan luonnollisemmat esimerkiksi nostamalla sinisen värin tasoa varjoalueilla ja keltaisen värin tasoa valoisilla alueilla. Väritasapainoa säätämällä voidaan myös vaikuttaa merkittävästi kuvan tunnelmaan.

Usein suoraan mallinnusohjelmasta tuoduissa kuvissa mallin muodot saattavat olla hyvinkin teräväreunaiset. Kuvankäsittelyohjelmalla reunoja voidaan käsitellä siten, että niihin aikaansaadaan epätasaisuutta ja luonnollista pehmeyttä. (Lehtovirta, Nuutinen, 2000, 164-166.)

Rakennusvisualisointikuviin voidaan jälkikäsitteilyvaiheessa lisätä sellaisia elementtejä, joiden lisääminen laskettamisvaiheessa olisi tehnyt mallista raskaan ja hitaasti lasketettavan. Tilanteesta riippuen tämänkaltaisia elementtejä voivat olla esimerkiksi: autot, ihmiset, puut ja muu luonto.

2.12.2 RGB-värijärjestelmä

Kuvien jälkikäsitteilyssä tulee huomioida myös se, katsotaanko kuvaa pelkästään tietokoneen näytöltä vai tuleeko käsitelty kuva käyttöön myös painotuotteena. Tietokoneen näytöltä katseltavien kuvien värijärjestelmänä käytetään additiivista eli lisäävää värijärjestelmää, joka perustuu päävärien eli punaisen, vihreän ja sinisen projisoimiseen valona kuvapinnalle. Näitä päävärejä yhdistelemällä saadaan aikaan muut osavärit. Additiivinen värijärjestelmä tunnetaan myös nimellä RGB-värijärjestelmä. Tietokonenäytöt, videoprojektorit ja televisiot käyttävät tätä värijärjestelmää. (Keränen, Lamberg, Penttinen, 2005, 79.)

2.12.3 CMYK-värijärjestelmä

Kun kuvaa halutaan käyttää painotuotteessa, täytyy kuva muuttua CMYK-värijärjestelmään. Additiivisesta värijärjestelmästä poiketen CMYK-värijärjestelmä perustuu musteiden käyttäytymiseen. Tässä värijärjestelmässä osavärit luodaan yhdistelemällä syaania, magentaa ja keltaista väliväriä. Edellä mainituilla väliväreillä ei ole mahdollista aikaansaada täysin mustaa väripintaa, jonka vuoksi tässä värijärjestelmässä on mukana musta painoväri. Erillistä mustaa painoväriä käytettäessä esimerkiksi varjoista saadaan syvempiä ja kontrasteista jyrkempiä. (Keränen, Lamberg, Penttinen, 2005, 80.)

2.12.4 Kuvan koko ja resoluutio

Kuvankäsittelyohjelmassa jälkikäsitelty kolmiulotteinen kuva on bittikarttakuva, joka rakentuu kuvapisteistä eli pikseleistä, joista jokaisella on oma väriarvonsa. Kun kuva on luonnollisessa koossaan, yksittäisiä kuvapisteitä ei pystytä havaitsemaan. Tämänkaltaisen kuvan koko ilmoitetaan pikseleiden lukumääränä vaak- ja pystysuuntaan ja sitä kutsutaan pikselikooksi.

Pikselikoko kertoo kuvan koon pikseleinä, mutta itse pikseleillä ei ole fyysisiä mittoja. Kun bittikarttakuva halutaan sijoittaa painotuotteeseen, on määriteltävä kuinka tiheästi kuvapisteitä paperille sijoitetaan. Pisteiden tiheys määrää kuvapisteiden koon painotuotteessa. Kun kuvan halutaan näyttävän tarkalta ja korkealaatuiselta painotuotteessa esitettynä, tulee kuvan kuvapisteiden olla tiheässä. Kun kuvapisteet ovat tiheästi paperilla, niin samalla kuvan fyysinen koko pienenee. (Keränen, Lamberg, Penttinen, 2005, 84-86.)

Kuvan fyysinen koko painettuna voidaan laskea jakamalla kuvan leveys tai korkeus pikseleinä kuvan resoluutiolla, josta tulokseksi saadaan kuvan leveys tai korkeus tuumina.

Resoluution yksikkönä käytetään lyhennettä ppi eli pixels per inch, joka kertoo kuinka monta pikseliä mahtuu yhdelle tuumalle. Kuvan korkealuokkaisen tulostumisen kannalta oikea resoluutio määräytyy digitaalisen painokoneen tai kirjapainotekniikan mukaan. Yleisesti korkealuokkaisen painojäljen tuottavana resoluutiona pidetään 300 pistettä tuumalla. (Keränen, Lamberg, Penttinen, 2005, 84-86.)

Jo kuvan renderöintivaiheessa tulisi miettiä kuvan loppukäyttöä. Jos kuvaa tullaan käyttämään painotuotteessa, tulisi kuva renderöidä riittävän suurena. Kuvanlaatu heikkenee, jos kuvaa skaalataan suuremmaksi jälkikäsitelyvaiheessa, koska kuvan pikselikoko kasvaa interpoloimalla, joka yleensä pehmentää kuvaa. (Keränen, Lamberg, Penttinen, 2005, 84-86.)

2.12.5 Animaation jälkikäsitely

Animaatiot kannattaa yleensä renderöidä kuvasarjoina, jolloin yksittäisten virheiden korjaaminen ei edellytä koko animaation renderöimistä uudestaan. Kuvasarjat voidaan helposti muuntaa videomuotoon videoeditointiin tarkoitetulla ohjelmalla. Animaatiot ovat myös anteeksiantavia, koska pienet virheet eivät liikkuvasta kuvasta välttämättä erotu katsojan silmään. Valmiita animaatioita voidaan käsitellä samalla tavalla kuin mitä tahansa liikkuvaa kuvaa.

Käyttötarkoituksesta riippuen animaatiolle voidaan tehdä esimerkiksi seuraavia toimenpiteitä: pakkaaminen web-käyttöä varten, koostaminen kohtauksiksi leikkaamalla ja erilaisten tehosteiden lisääminen. (Lehtovirta, Nuutinen, 2000, 169.)

2.13 Kolmiulotteisen visualisoinnin kannalta oleelliset rakennuspiirrostyytit

2.13.1 Pohjapiirustus

Pohjapiirustusta voidaan pitää kaikkien muiden piirustusten lähtökohtana. Varsinainen rakennussuunnittelu alkaa melkein aina pohjapiirustuksen laatimisesta. Pohjapiirustuksesta voidaan helposti nähdä huoneiden ja ulkoseinien muoto, eri tasojen korkeusasema ja kaksiulotteiset mitat. Pohjapiirustuksesta käy myös ilmi rakennuksen väliseinien sijainti, paksuus ja pituusmitat. Ikkunoiden, ovien ja muiden aukkojen sijainnit pituus- ja syvyysmittoineen käyvät myös helposti ilmi tästä piirrostyypistä. Tästä piirrustustyypistä on hyötyä, kun mallinnetaan rakennuksen muotoa, sisäseiniä, ulkoseiniä ja aukkojen sijaintia. (Tiula 1983, 132-134.)

2.13.2 Leikkauspiirustukset

Leikkauspiirustuksilla esitetään rakennuksen pystyleikkaus. Helpoin tapa kuvata tätä piirrostyyppiä on kuvitella veitsi, jolla rakennus leikataan halki ja käännetään siten, että nähdään rakenteiden sisälle. Leikkauskohdat leikkauspiirustuksessa valitaan siten, että kaikki rakennuksen eri korkeusasemissa olevat tasot tulevat vähintään yhdessä leikkauspiirustuksessa esille. Tätä piirrostyyppiä tarvitaan erityisesti sisätiloja mallintaessa, koska siitä käy helposti ilmi lattioiden,

ikkunoiden, ovien ja portaiden tarvittavat korkeustiedot leikkauskohdan sijainnista riippuen. (Tiula 1983, 134-135.)

2.13.3 Julkisivupiirustukset

Julkisivupiirustuksilla esitetään rakennuksen julkisivut suoraan edestäpäin kuvattuina. Tästä piirrostyypistä käy helposti ilmi ikkunoiden, ovien ja ulkoseinien korkeus, leveys ja sijainti. Julkisivupiirustuksesta nähdään helposti esimerkiksi maanpinnan muoto rakennuksen eri puolilla. Tällä piirrostyypillä kuvataan rakennuksen julkisivun koko ilme julkisivuelementteineen. Julkisivupiirustuksesta käy myös ilmi rakennuksen julkisivumateriaalit, joiden hahmottaminen on tärkeää kolmiulotteisen mallintamisen kannalta. (Tiula 1983, 135-136.)

2.13.4 Asemapiirustus

Asemapiirustus kertoo suunnitellun rakennuksen sijainnin rakennuspaikalla sekä hyödyllistä tietoa rakennuksen ympäristöstä, kuten esimerkiksi: kulkutiet, pysäköintialueet, mahdolliset istutukset, suurten puiden sijainnin ja tontin muodon. Asemapiirustuksesta on erityisesti hyötyä rakennusta ympäröivän maaston mallintamisessa, koska edellä mainittujen elementtien lisäksi siitä käy myös ilmi rakennusta ympäröivän maaston pinnanmuodot ja tarvittavat korkeuskäyrät, joiden mukaan maastonmuotoa aletaan mallintamaan. (Tiula 1983, 136-137.)

3 Case: KOY Hirviniemenranta

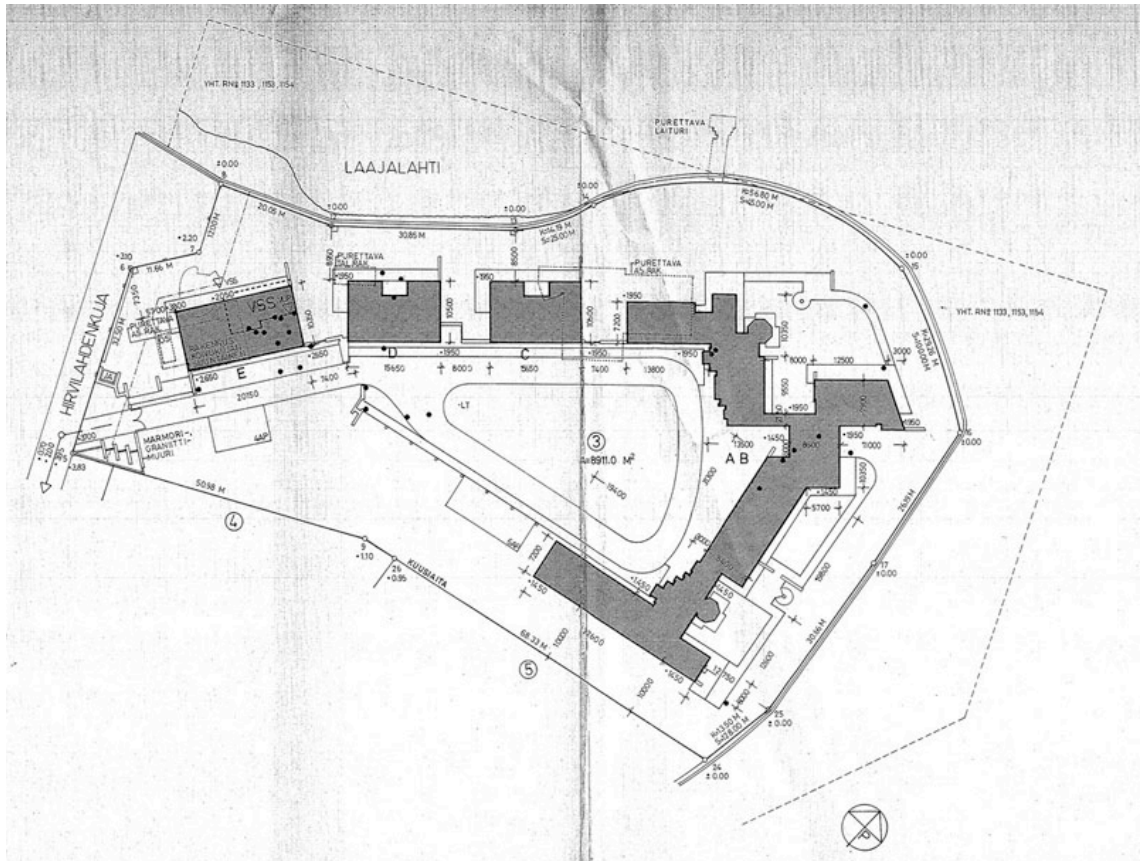
3.1 Kohteen perustiedot

Kiinteistöosaakeyhtiö Hirviniemenranta sijaitsee Helsingin Kuusisaarella. KOY Hirviniemenranta on Timo Penttilän ja Heikki Saarelan suunnittelema kokonaisuus, joka koostuu viidestä korkeatasoisesta pienkerros- ja asuintalosta. Kohde on suunniteltu 1978-1980.

3.2 Alkutilanne

Aloitin tämän projektin keräämällä tarvittavat rakennuspiirustukset toimeksiantajaltani. Alkuperäisiä piirustuksia ei ollut olemassa digitaalisessa muodossa, jonka takia ne piti siirtää ensin digitaaliseen muotoon. Rakennuspiirustusten digitalisointi tehtiin kopiopalvelun toimesta skannaamalla ja valmiit kuvatiedostot toimitettiin cd-levyllä.

Rakennuspiirustuksia luettaessa ei voida luottaa siihen, että piirustukset olisivat mittatarkkoja, koska alkuperäiset originaalit ovat paperimuodossa. Vuosikymmenten varastointi jättää jälkensä paperiin. Paperi venyy tai kutistuu säilytysolosuhteista riippuen. Tämän lisäksi skannaaminen aiheuttaa piirustuksiin jonkin verran epätarkkuutta. Näistä syistä johtuen minun piti tässä projektissa luottaa mittaviivoille merkittyihin mittoihin. Millimetrin tarkka mittatarkkuus ei kuitenkaan ole tässä projektissa kovinkaan tärkeää, koska kysymys on kuitenkin visuaalisuuteen keskittyvästä mallinnuksesta. Tästä huolimatta pyrin kuitenkin siihen, että mitat ovat mahdollisuuksien mukaan tarkkoja. Kuvassa 12. on esitetty KOY Hirviniemenrannan asemapiirustus, josta käy ilmi projektin laajuus. Sovimme toimeksiantajani kanssa, että kolmiulotteiset mallinnukset tehdään merenpuoleisista julkisivuista.

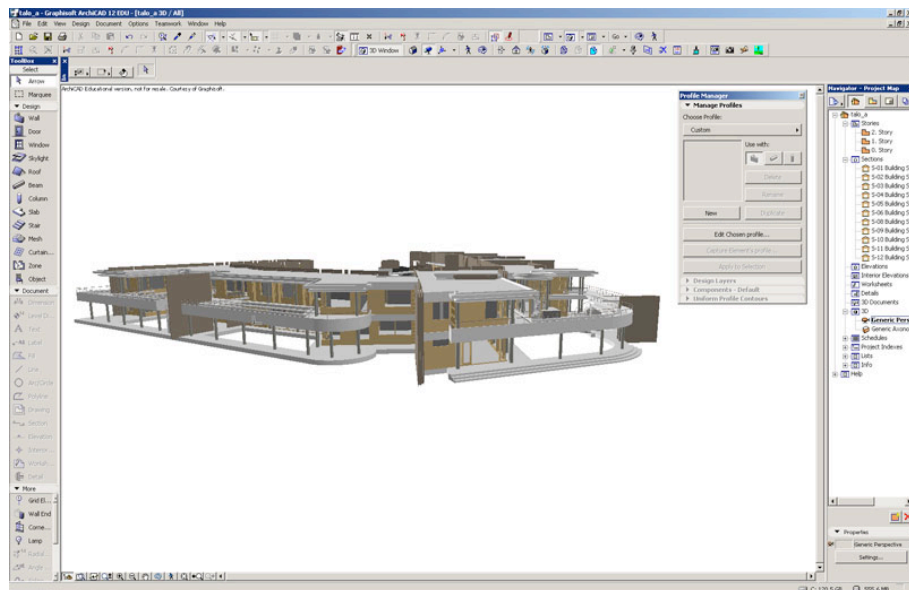


Kuva 12. KOY Hirviniemenrannan asemapiirustus.

3.3 Työkalut

Käytin tässä projektissa erilaisia työkaluja saavuttaakseni parhaan mahdollisen lopputuloksen. Esittelen alempana käyttämäni työkalut siinä järjestyksessä, kun niitä projektin edetessä käytän.

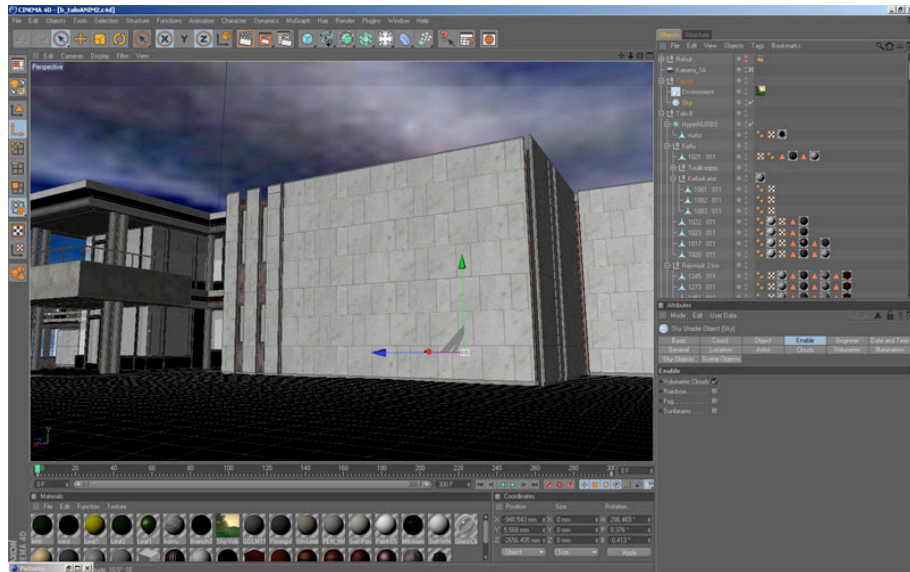
3.3.1 ArchiCAD



Kuva 14. ArchiCAD:n 3D-työtila.

ArchiCAD on rakennussuunnitteluun tehty erittäin monipuolinen suunnittelutyökalu. Sitä ei voida pitää pelkkänä piirto-ohjelmana, koska se sisältää monipuoliset suunnitteluominaisuudet rakennuspiirustuksista määrälaskentaan ja rakennusvisualisointiin. ArchiCad on käytettävyydeltään selkeä ja melko helposti opittava. Käytän ArchiCAD-ohjelmaa tässä projektissa rakennusten perusgeometri-an ja ikkunoiden mallintamiseen. Kuvassa 14. on esitetty ArchiCAD:n 3D-työtila.

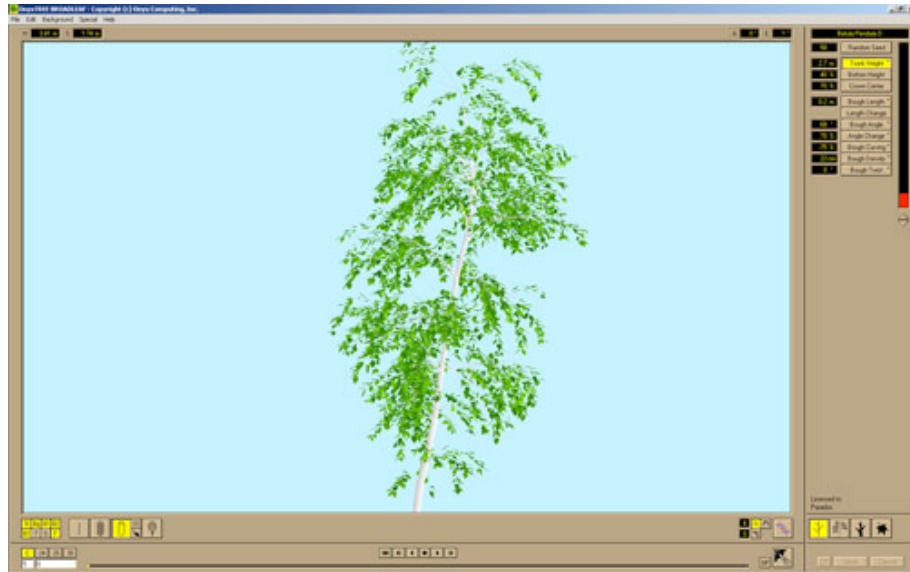
3.3.2 Maxon Cinema4D



Kuva 15. Cinema4D:n kameranäkymä.

Cinema4D on melko laajalti käytetty kolmiulotteinen visualisointiohjelma. Cinema4D-ohjelman rakenne on modulaarinen, joka tarkoittaa sitä, että käyttäjä voi halutessaan hankkia pelkästään tarvitsemansa moduulit varsinaisen ohjelman lisäksi. Tästä ohjelmasta löytyy hyvin monipuoliset työkalut kolmiulotteisten still-kuvien ja animaatioiden luomiseen. Rakennusvisualisointia ajatellen Cinema4D:stä on myös saatavilla Architecture edition, joka sisältää mm. valmiita materiaaleja, kolmiulotteisia malleja ja joitakin kolmiulotteista rakennusvisualisointia helpottavia työkaluja (Maxon 2010). Kuvassa 15. on esitetty Cinema4D:n kameranäkymä.

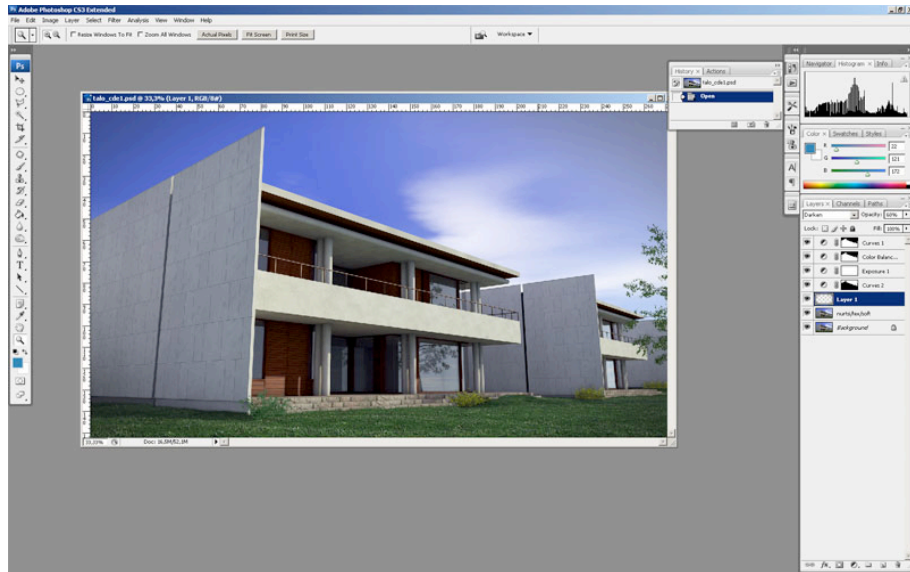
3.3.3 OnyxGARDEN Suite



Kuva 16. OnyxGARDEN Suite.

OnyxGARDEN Suite on kasvien ja puiden mallintamiseen tarkoitettu ohjelma. Tällä ohjelmalla kasvillisuuden luominen on erittäin helppoa. Ohjelma sisältää valmiin objektikirjaston erilaisista puista ja kasveista. Käyttäjä voi valita kirjastosta esimerkiksi valmiin puun ja muokata siitä parametreja muuttamalla halutun kaltaisen. Puut ja muut kasvit on mahdollista tallentaa moniin eri tiedostomuotoihin, joten ohjelma sopii hyvin yhteen erilaisten kolmiulotteiseen mallintamiseen tarkoitettujen ohjelmien kanssa. Tallennusvaiheessa käyttäjällä on myös mahdollisuus vaikuttaa kolmiulotteisen mallin polygonimäärään. Kuvassa 16. on nähtävissä tämän ohjelman käyttöliittymä.

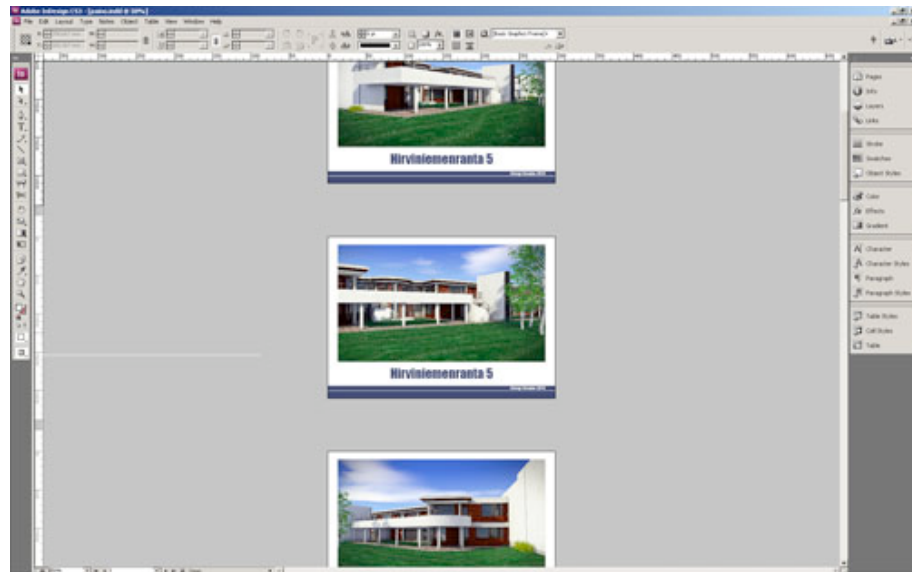
3.3.4 Adobe Photoshop CS3



Kuva 17. Adobe Photoshop.

Adobe Photoshop on monipuolinen ja laajasti käytetty bittikarttagrafiikan muokkaamiseen tarkoitettu ohjelma. Se sisältää monipuoliset työkalut kuvien manipuloimiseen ja erilaisten värisäätöjen tekemiseen. Käytän Photoshop:ia tässä projektissa hyvin monenlaisiin toimenpiteisiin, kuten esimerkiksi still-kuvien ja tekstuurien käsittelyyn. Kuvassa 17. on nähtävissä Adobe Photoshop:n käyttöliittymä.

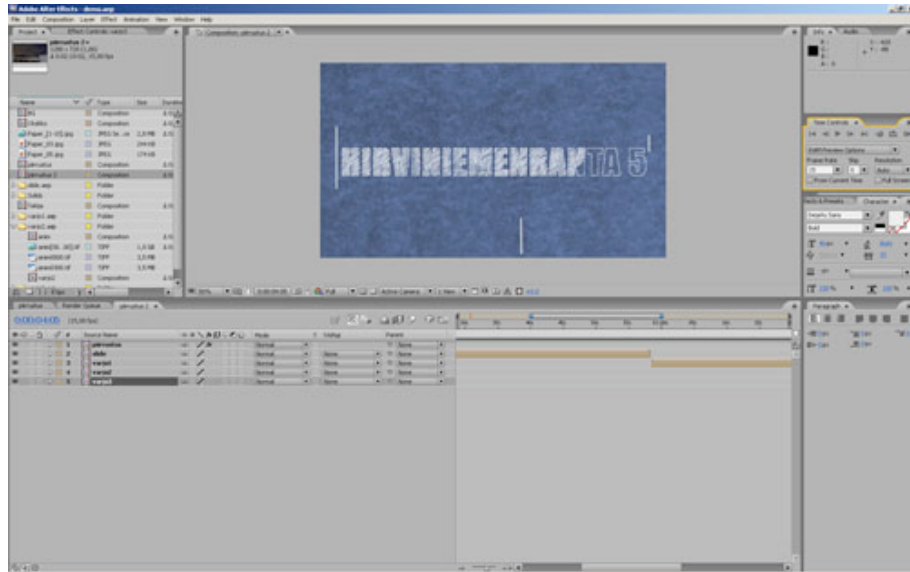
3.3.5 Adobe InDesign CS3



Kuva 18. Adobe InDesign.

Adobe InDesign on monipuolinen taitto- ja julkaisuohjelma. InDesign:illa voidaan tehdä perinteisten painojulkaisujen ohessa myös digitaalisia julkaisuja. InDesign:n yksi vahvuuksista on saumaton yhteistoiminta muiden Adoben CS-tuoteperheen ohjelmien kanssa. Käytän InDesign:ia tässä projektissa perinteisen neliväripainomateriaalin tuottamiseen. Kuvassa 18. on nähtävissä tämän ohjelman perusnäky.

3.3.6 Adobe AfterEffects CS3



Kuva 19. Adobe AfterEffects.

Adobe AfterEffects on liikkuvan kuvan käsittelyyn tarkoitettu ohjelma. Käyttöloogiikaltaan AfterEffects muistuttaa hyvin paljon Photoshop:ia. Sillä on mahdollista tehdä erilaisia kuvakompositioita ja erikoistehosteita videokuvaan. Kuvassa 19 on nähtävissä AfterEffects:n käyttöliittymä.

3.4 Työnkulku

3.4.1 Karkea mallintaminen

Aloitin projektin tuomalla skannatut rakennuspiirustukset ArchiCAD-ohjelmaan. Tässä vaiheessa tarkistin, että skannatun kuvan mittakaava vastaa CAD-ohjelman piirtomittakaavaa. Mittakaavojen vastaavuus on tärkeää, koska varsinainen kolmiulotteinen malli rakennetaan skannatun rakennuspiirustuksen päälle. Tarkistin, että piirustukseen merkityt mitat vastaavat mahdollisimman hyvin CAD-ohjelman työskentelymittoja.

Mallinnettava kohde koostuu viidestä erilaisesta rakennuksesta, jotka rakensin vaihe kerrallaan seuraavassa järjestyksessä.

- Perusgeometria

- Ulkoseinät
- Parvekkeet, välipohjat ja alapohjat
- Ikkunat ja puuverhoilu
- Katot ja räystäät
- Julkisivuelementit
- Ulkokatokset ja kulkureitit
- Viimeistely.

Määritin eri rakennusosille työn aikana ns. työmateriaalit, jotka seuraavat mukana, kun työ siirretään CAD-ohjelmasta eteenpäin. Tämä tekee kolmiulotteisesta mallista työn kannalta selkeämmän ja helpottaa lopullisten pintamateriaalien liittämistä työn edetessä.

Rakensin mallia alusta lähtien siten, että siitä tulisi mahdollisimman yksinkertainen tulevien vaiheiden kannalta. Jätin pois joitakin sellaisia elementtejä, joiden kuvaaminen olisi visuaalispainotteisen työotteeni kannalta turhaa. Joidenkin pienten elementtien kuvaaminen olisi lisäksi ollut mahdotonta, koska kaikkia tarvittavia piirustuksia ei ollut saatavilla.

ArchiCAD on hyvin monipuolinen rakennussuunnitteluun erikoistunut ohjelma, mutta aivan kaikkia elementtejä en pystynyt sen perustyökaluilla rakentamaan. Esimerkiksi kulmaikkunoiden mallintaminen ei onnistunut millään tavalla ArchiCAD:n ikkunatyökalulla. Kiersin tämänkaltaiset ongelmat rakentamalla tarvitsemi elementit alusta lähtien pienistä osista. Pääsin tällä menetelmällä mielestäni monimutkaistenkin elementtien osalta varsin hyvään lopputulokseen.

ArchiCAD-mallintamisen viimeisenä vaiheena oli kolmiulotteisen mallin sisältävän tiedoston kääntäminen sellaiseen tiedostomuotoon, jonka avaaminen onnistuisi Cinema4D-ohjelmassa. Tutkittuani ja kokeiltuani tulin siihen tulokseen, että malli siirtyy helpoiten, kun se käännetään .3DS-muotoon. ArchiCAD:iin on viime vuosien aikana kehitetty laajennus, jolla kolmiulotteisen mallin vieminen

onnistuu suoraan Cinema4D:n käyttämään tiedostomuotoon. Yrityksistäni huolimatta tämä ei kuitenkaan onnistunut hyvällä menestyksellä käyttämäni ArchiCAD-version kanssa.

Vein mallin ArchiCAD:sta käyttämällä .3DS-tiedostomuotoa, jonka jälkeen määritin Cinema4D-ohjelman tiedostontuonti-asetuksiin, että malli skaalataan fyysisiltä mitoiltaan 100 kertaa luonnollista pienemmäksi. Määritin tämän skaalauksen siksi, koska mallin hallitseminen ja pintamateriaalien manipuloiminen on helpompaa, kun malli ei ole fyysisiltä mitoiltaan luonnollisessa koossaan. Kolmiulotteinen malli aukesi tämän jälkeen Cinema4D-ohjelmaan mittakaavaan 1/100.

3.4.2 Kolmiulotteisen mallin jatkokäsittely

Tuodessani kolmiulotteisen mallin ArchiCAD-ohjelmasta huomasin, että kaikkien elementtien pinnat olivat jakaantuneet kolmion muotoisiin osiin. Aloitin työni seuraavan vaiheen sillä tavoin, että normalisoin kaikkien kappaleiden pinnat. Tämä onnistui käyttämällä apuna Cinema4D:n untriangulate-toimintoa. Tämän vaiheen jälkeen siivosin mallista kaikki turhat pisteet ja polygonit pois, koska kevyt malli on myös samalla helposti hallittava malli.

Mallin optimoimisen jälkeen siirryin ryhmittelemään rakennuksia ja rakennuselementtejä. Käytännössä ryhmittelin ja nimesin kaikki elementit sillä tavoin, että jokainen rakennus on oma ryhmänsä, joka sisältää aliryhmiä, kuten esimerkiksi ulkoseinät, ikkunat, ovet, puuosat jne. Tämä parantaa mallin hallittavuutta ja helpottaa pintamateriaalien määrittämistä. Tämän lisäksi työvaiheesta riippuen esimerkiksi turhat elementit on helppo piilottaa näkyvistä kyseisen työvaiheen helpottamiseksi.

Elementtien ryhmittelyn jälkeen aloitin maanpinnan hahmottelun. Päätin mallintaa pelkästään näkyvät osat maanpinnasta kunkin rakennuksen kohdalta. Olisin voinut mallintaa maanpinnan myös ArchiCAD-ohjelmalla, mutta tulin siihen tulokseen, että Cinema4D sisältää paremmat työkalut sulavan maanpinnan aikaansaamiseen, hallitsemiseen ja muokkaamiseen. Mallinsin maanpinnat ensin

karkeasti polygoniverkon avulla. Tämän jälkeen tihensin polygoniverkkoa siten, että maanpinnan tason vaihteluista tuli mahdollisimman sulavat. Muokkasin maanpinnan korkeutta kunkin rakennuksen kohdalla siten, että pääsin silmämääräisesti samaan tulokseen julkisivupiirustuksessa esitetyn maanpinnan tason kanssa. Päätin, että esittäisin maanpinnan mahdollisimman pelkistetysti, mutta silti silmää miellyttävällä tavalla. Maanpinnan teksturoimiseen käytin bittikarttakuvaa nurmikosta. Koska halusin nurmipintaan hieman kolmiulotteisuutta, lisäsin siihen yksinkertaisen displacement-mapin, joka toi nurmeen sopivan määrän karkeutta ja epätasaisuutta. Ennen kuin päädyin tähän ratkaisuun koekelin myös tarkempaa ja visuaalisesti näyttävämpää tapaa esittää nurmikko mallintamalla se ruohonkorsina, mutta koska tämä tapa kasvatti koko mallin renderöintiäikää moninkertaisesti, päädyin hylkäämään sen.

Kun olin saanut kolmiulotteisen mallini sisäisen hierarkian järjestettyä haluamallani tavalla, kävin koko mallin läpi ja korjasin kaikki havaitsemani virheet. Tämän työvaiheen aikana valmistauduin tekstuurien liittämiseen sillä tavoin, että ryhmitelin kolmiulotteisten kappaleiden samasta rakennusmateriaalista koostuvat pinnat omiksi ryhmikseen.

Tässä projektissa käytin tekstuureina matemaattisia tekstuureja ja bittikartta-tekstuureja. Bittikarttatekstuurit rakensin pääosin itse yhdistelemällä ja muokkaamalla olemassa olevia bittikarttakuvia kuvankäsittelyohjelmalla. Tekstuurien luomisessa kiinnitin erityisesti huomiota siihen, että tekstuuripalat yhdistyisivät mahdollisimman hyvin ja saumattomasti toisiinsa. Tein kaikkiin karkeisiin ja epätasaisiin materiaaleihin myös bump-mapit lisäämään kolmiulotteista vaikutelmaa ja tuomaan syvyyttä tekstuureihin.

Valonlähteinä käytin ainoastaan auringon tuottamaa kovaa valoa ja taivaasta heijastuvaa hajavaloa. Cinema4D:n advanced render -moduuli tarjosi mahdollisuuden käyttää fyysistä taivasta ja aurinkoa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että taivas ei ole bittikarttakuva taivaasta vaan fyysinen kokonaisuus, jossa pilvet tarvittaessa liikkuvat ja vaikuttavat valaistukseen samalla tavalla kuin ne luonnossakin vaikuttaisivat. Tämän lisäksi auringon käyttäytymiseen voidaan vaikuttaa asettamalla päivämäärä ja vuosi, sekä sijainti pituus- ja leveysasteina.

Määritin pituus- ja leveysasteiksi Helsingin sijainnin ja päivämäärän 1.6.2010. Valon väriin oli myös mahdollista vaikuttaa lisäämällä ilmakehän pienhiukkasten määrää. Määritin valon väriin vaikuttavat asetukset sillä tavoin, että valon väri pysyisi kohtuullisen hillittynä.

Työn edetessä käytin paljon aikaa kamerakulmien ja kameran polttovälien miettimiseen. Tulin siihen tulokseen, että 35mm polttoväli tarjoaa sopivan laajan kuvan julkisivuista vääristämättä perspektiiviä liikaa. Yksityiskohtaisempiin kuviin päätin käyttää 24mm laajakulmaa, jota käyttämällä pääsin jo hyvin lähelle mallia ja sain silti paljon yksityiskohtia kuvaan. Päätin, että 2-3 still-kuvaa julkisivua kohden on riittävä määrä julkisivun arkkitehtonisen ilmeen havainnollistamiseksi. Still-kuvien renderöimistä varten tein koko kolmiulotteisen mallin sisältävästä tiedostosta osatiedostot, jotka sisälsivät ainoastaan kameran, valaistuksen ja kamerakulmassa näkyvät kolmiulotteiset kappaleet.

Tuodakseni kolmiulotteiseen malliin syvyysvaikutelmaa ja todellisuudentuntua, lisäsin siihen puita ja pensaita. Sijoittelin nämä edellä mainitut elementit kameranäkymiin sillä tavoin, että ne eivät veisi huomiota itse varsinaisesta rakennusmallista, vaan pikemminkin ohjaisivat katsojan katsomaan rakennusta. Puiden ja muun kasvuston luomiseen käytin OnyxGARDEN Suite -nimistä ohjelmaa, joka generoi puut ja kasvit käyttäjän määrittämien parametrien mukaan. Tällä ohjelmalla voidaan tarvittaessa luoda hyvinkin monimutkaisia puita ja kasveja. Pitääkseni yksittäisten kuvien renderöintiajat kohtuullisina, kevensin näiden mallien polygonimäärän mahdollisimman vähäiseksi.

3.4.3 Still-kuvien renderöintiasetukset

Käytin tilanteeseen ja käyttötarkoitukseeni sopivien renderöintiasetusten määrittämiseen paljon aikaa löytääkseni mahdollisimman optimaaliset renderöintiasetukset. Halusin, että renderöidyt kuvat näyttävät visuaalisesti korkealaatuisilta, mutta samalla olisivat suhteellisen nopeita renderöidä. Päädyin renderöintiasetuksiin, joilla renderöitäessä yksittäisen kuvan renderöintiäika oli noin kuusi tuntia.

Kuvan koko vaikuttaa oleellisesti renderöintiaikaan. Tässä projektissa oli tarkoitus tehdä Internet-käyttöön sopivien kuvien lisäksi myös painokelpoiset kuvat, jonka vuoksi päädyin renderöimään melko suuria kuvia. Kuvakooksi määrittelin 3200 x 1800 pikseliä ja resoluutioksi 300 pistettä tuumalle. Valmiit kuvat tallennettiin tiff-tiedostomuotoon 16-bittisellä värisyvyydellä.

3.4.4 Still-kuvien jälkikäsittely

Still-kuvien jälkikäsittelyyn käytin Adobe Photoshop -ohjelmaa. Muokkasin kuvien värejä ja väritasapainoa saadakseni aikaan luonnollisen ja omaa silmäni miellyttävän tunnelman. Manipuloin myös jonkin verran kolmiulotteisen mallin tekstuureja ja nurmikon sulautumista rakennuksiin. Tekstuurien manipuloimisessa kiinnitin huomiota siihen, että sain häivytettyä niiden kaavamaisuuden ja toistuvuuden.

Tein kaikista kuvista versiot Internet-käyttöön ja painokäyttöön. Internet-käyttöön tulevat kuvat tallensin matalaresoluutioisina srgb-väriavaruuteen jpeg-tiedostomuodossa. Painokäyttöön sopivat kuvat siirsin cmyk-väriavaruuteen, jonka jälkeen korjasin väritasapainoa ja tarkistin, että täysin valkoisetkin kohdat kuvassa sisältävät jokaista osaväriä vähintään yhden prosentin, jolla varmistetaan se, että painoväri levittyy koko kuva-alalle tasaisesti. Internet-käyttöön tarkoitetut still-kuvat ovat nähtävissä CD-levyltä liitteessä 1.4.

3.4.5 Stereokuvat

Stereokuvilla voidaan luoda katsojalle kolmiulotteinen syvyysvaikutelma. Käytännössä tämä toimii siten, että oikealle ja vasemmalle silmälle on oma kuvansa, jotka aivot yhdistävät yhdeksi kuvaksi ja välittävät kolmiulotteisen syvyysvaikutelman katsojalle.

Toteutin stereokuvat käyttämällä anaglyfimenetelmää, jonka vahvuus on se, että se ei vaadi näyttölaitteelta minkäänlaisia erityisominaisuuksia. Tällä menetelmällä luotujen stereokuvien katsomiseen tarvitaan kuitenkin puna-syaanilasit. Anaglyfimenetelmän heikkoutena on se, että kuvan värit vääristyvät hieman.

Renderöin Cinema4D-ohjelmalla kuvaparin, jossa käytin kahta kameraa vierekkäin. Yhdistin kuvat kuvankäsittelyohjelmalla siten, että otin vasemmanpuoleisen kuvan punaisesta värikanavasta kopion ja sijoitin sen oikeanpuoleiseen kuvaan punaiselle värikanavalle. Tällä sain aikaan eräänlaisen puna-syaanihaamukuvan. Lopuksi hienosäädin kuvaa liikuttamalla punaista värikanavaa siten, että haamukuva ja varsinainen kuva olivat täysin päällekkäin kuvan keskialueella. Valmiit anaglyfi-stereokuvat ovat nähtävissä CD-levyltä liitteessä 1.3.

3.4.6 Animaation renderöintiasetukset

Animaatiot toteutin yksinkertaisina kamera-ajoina. Kamera-ajot tein 300 ruudun mittaisina ja 15 ruudun sekuntinopeudella. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jokainen yksittäinen animaatiokohta on noin 20 sekunnin mittainen. Käyttämäni 15 ruutua sekunnissa on omasta mielestäni täysin riittävä ruutunopeus esimerkiksi Internet-käyttöä ajatellen. Kameran hidas liikuttaminen ei tällä ruutunopeudella aiheuttanut häiritsevää nykimistä kuvassa. Animaation formaattina käytin HDV 720p -formaattia, joka tarkoittaa 16:9 kuvasuhdetta ja 1280 x 720 pikselin kuvakokoa.

Animaatioiden tavoitteena oli tehdä ns. varjoanimaatioita, joissa auringon vaikutus rakennukseen on nähtävissä eri vuorokaudenaikoina. Kameran ja auringon animoimisen lisäksi animoin myös pilvien liikkeet. Pilvet mallinsin volumetrisinä, joka käytännössä tarkoittaa sitä, että myös pilvet vaikuttavat rakennuksiin lankeavaan valaistukseen. Pilvien liikkeet toteutin nopeina, koska varjoanimaatioissani aika kulkee luonnollista nopeammin. Jokainen varjoanimaationi on noin 20 sekunnin mittainen ja tähän 20 sekuntiin on animoitu auringon liikkeet noin 8 tunnin ajanjaksolta. Auringosta säteilevän valon väri muuttuu varjoanimaatioissani vuorokaudenajan mukaan, joka tuo osaltaan lisää realistisuutta valon käyttäytymiseen.

3.4.7 Animaation jälkikäsittely

Animaatio mallinnettiin kolmena 300 ruudun mittaisena kamera-ajona. Nämä yksittäiset kamera-ajot tuotiin tiff-kuvasarjoina Adobe AfterEffects -ohjelmaan.

Määritin AE:ssa kuvasarjojen ruutunopeudeksi 15 kuvaa sekunnissa. Tämän jälkeen tein pieniä värikorjauksia ja tarkistin, että animaatiot toistuvat sulavasti.

Tein AE:ssa myös aiemmin renderöimistäni still-kuvista animaation, jossa yksittäiset kuvat sulautuvat toisiinsa ja vaihtuvat sulavasti.

3.4.8 Videopresentaation valmistaminen

Päätin tehdä videopresentaation pelkästään Adobe AfterEffects-ohjelmalla. Olin voinut käyttää AE:n lisäksi myös esimerkiksi videoeditointiin tarkoitettua ohjelmaa, mutta päädyin tähän käyttämäni ratkaisuun, koska presentaationi on melko lyhyt ja rakenteeltaan yksinkertainen.

Videopresentaationi koostuu still-kuvasarjasta ja kolmesta varjoanimaatiosta. Kerroin näiden elementtien valmistamisesta kahdessa edellisessä kappaleessa. Nämä neljä elementtiä on rakennettu siten, että jokainen niistä muodostaa oman AE-kompositionsa. Vein nämä edellä mainitut elementit uuteen AE-kompositioon ja asettelin ne mieleiseeni järjestykseen aikajanelle. Tämän jälkeen tein opinnäytetyöni aihetta tukevan pienen tekstianimaation, jonka sijoitin presentaation alkuun. Koko videopresentaation ajallinen pituus on noin kaksi minuuttia.

Lopuksi renderöin animaation ensin häviöttömään .avi-tiedostomuotoon, jonka jälkeen kompressoin sen Apple QuickTime pro -ohjelmalla QuickTime-tiedostomuotoon H.264-kodekilla. Tein tästä videopresentaatiosta kaksi eri versiota, toisen täydellä HDTV-resoluutiolla ja toisen 50 % -resoluutiolla. Matala- ja korkearesoluutioiset videopresentaatiot ovat nähtävissä CD-levyltä liitteessä 1.1.

3.4.9 Painomateriaalin valmistaminen

Käytin painomateriaalin tuottamiseen korkearesoluutioisia still-kuvia, joista kerroin still-kuvien jälkikäsittelyyn liittyvässä kappaleessa. Asemoin kuvat InDesign:ssa A4-kokoisille arkeille ja suunnittelin niille yksinkertaisen layoutin. Sijoitin teksti- ja grafiikkaelementit master-sivulle ja määritin ne sijoitettavaksi

jokaiselle arkille. Tämä tarkoittaa sitä, että master-sivun elementit toistuvat jokaisella sivulla samassa kohdassa kuin ne ovat master-sivulle sijoitettuna. Lopuksi määrittelin vielä tiedoston asetuksiin leikkuumerkit ja leikkuuvarat.

Vein valmiin InDesign-työtiedoston postscript-tiedostomuodossa Adobe Distiller-ohjelmaan, jossa tulostin sen painokelpoiseksi pdf-tiedostoksi. Tämä menetelmä pdf-tiedostojen tuottamiseen on yleensä turvallisin painotalojen ohjelmien ja laitteiden yhteensopivuutta ajatellen. Tarkistin vielä lopuksi valmiin pdf-tiedoston ja totesin sen halutun kaltaiseksi. Valmis painokelpoinen pdf-tiedosto on nähtävissä CD-levyltä liitteessä 1.2.

3.5 Yhteenveto projektista

Tämä projekti oli kokonaisuutena ajatellen melko haastava. Mallinnettava rakennuskokonaisuus oli kooltaan melko suuri ja yksityiskohtainen. Koin ajankäytön suunnittelun erityisen haasteelliseksi, koska työn alkumetreillä eri työvaiheisiin kuluvan ajan hahmottaminen oli vaikeata. Tarkka etukäteissuunnittelu on tämänkaltaisen projektin toteuttamisessa erityisen tärkeää. Olisin säästänyt paljon aikaa, jos olisin miettinyt esimerkiksi käyttämäni kamerakulmat etukäteen. Tällä olisin vähentänyt merkittävästi mallintamiseen kuluvaan aikaa, koska olisin mallintanut ainoastaan kamerakulmien kannalta oleelliset rakennusten osat. Opin tästä projektista paljon uutta ja onnistuin kehittämään työnkulkuani projektin edetessä paljon tehokkaampaan suuntaan.

Onnistuin mielestäni mallintamisessa ja visualisoinnissa olosuhteisiin nähden hyvin. Minulla ei ollut käytössäni materiaalikirjastoja, joten jouduin valmistamaan kaikki käyttämäni materiaalit ja tekstuurit suurilta osin itse. Tästä huolimatta onnistuin tälläkin osa-alueella mielestäni vähintäänkin kohtuullisesti.

Raakamateriaalin jalostaminen valmiiksi tuotteeksi sujui oikeastaan täysin odotusten mukaan. Minulla oli selkeä suunnitelma ja näkemys siitä, mitä halusin saada aikaa, ja onnistuin sen toteuttamisessa mielestäni varsin hyvin. Videopresentaatio on mielestäni juuri sopivan pituinen (2 min. 6 s.). Olisin helposti

voinut tehdä siitä paljon pidemmänkin, mutta edellä mainitun pituisena se on sopivan lyhyt ja ytimekäs monenlaiseen käyttöön.

LÄHTEET

Chromosphere 2007. Vue boolean operations. Viitattu 3.2.2010

http://www.chromosphere.com/Tutorials/Vue6/Boolean/Chromosphere_Vue_Boolean_Operations.pdf

Elsaelsa 2008. Xyz-coordinates. Viitattu 26.3.2010 <http://www.elsaelsa.com/wp-content/uploads/2008/09/xyz-coordinates.png>

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

Kurhila, J. 1997. Globaalit valaistusmallit: Radiositeettimenetelmä. Viitattu 27.3.2010 <http://www.cs.helsinki.fi/group/goa/render/radios.html>

Lahdenkangas, K. 2006. Pintojen mallintaminen 3D-tietokonegrafiikassa. Viitattu 3.2.2010 <http://users.tkk.fi/~klahdenk/studio4/essee4/essee4.pdf> 3.2.210

Lapin yliopisto 2004. Lapin yliopiston 3. Rakennusvaihe. Viitattu 1.4.2010 <http://www.ulapland.fi/images/20040805144156.jpg>

Lehtovirta, P.; Nuutinen, K. 2000. 3D-sisällöntuotannon käsikirja. Jyväskylä: Docendo.

Maxon 2010. Cinema4D architecture edition. Viitattu 20.3.2010

<http://www.maxon.net/products/editions-bundles/editions/architecture-edition.html>

Niemi, T. 2010. Kolmiulotteinen mallintaminen. Viitattu 3.2.2010

<http://cc.joensuu.fi/~tniemi/3d/2.html>

Pikseli 2004. Mikä on panoraamakuva. Viitattu 3.4.2010

http://www.pikseli.fi/digifaq/3_panor.html

Polycount 2010. Normal map. Viitattu 3.2.2010 http://wiki.polycount.net/Normal_Map

Rademacher, P. 2010. Ray Tracing: Graphics for the Masses. Viitattu 4.2.2010

<http://www.cs.unc.edu/~rademach/xroads-RT/RTarticle.html>

Spencer, S. 1993. Radiosity OverView Part 1. Viitattu 27.3.2010

http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/radiosity/overview_1.htm

Tiula, M. 1983. Rakennuspiirustus : käsikirja. Helsinki: Rakennuskirja.

Tuhola, E.; Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere: Tammermekniikka.

Tuomola, S.; Ursinus, J. 1991. Perspektiivitekniikka. 2. uudistettu painos. Tampere: Tammermekniikka.

Wikipedia 2010a. Tietokoneavusteinen suunnittelu. Viitattu 4.2.2010

http://fi.wikipedia.org/wiki/Tietokoneavusteinen_suunnittelu

Wikipedia 2010b. Bézier curve. Viitattu 3.2.2010 http://en.wikipedia.org/wiki/Bézier_curve

Wikipedia 2010c. Teksturointi. Viitattu 4.2.2010 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Teksturointi>

Wikipedia 2010d. Hangar. Viitattu 21.3.2010 <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hangar.jpeg>

Wikipedia 2010e. Normal mapping. Viitattu 4.2.2010
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Normal_map_example.png