

3D-TEKNIKOIDEN
HYÖDYNTÄMINEN
ARKKITEHTUURI-
VISUALISOINNISSA

Case: Niemen M19-kampus

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikka
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
Kevät
Milja Huhta

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikka

HUHTA, MILJA:

3D-tekniikoiden hyödyntäminen arkkitehtuurivisualisoinnissa
Case: Niemen M19-kampus

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 49 sivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin erilaisia 3D-tekniikoita, joita hyödynnetään arkkitehtuurisessa visualisoinnissa, painottaen uusimpiin tekniikoihin 3D-maailmassa. Työssä käydään läpi arkkitehtuurivisualisointitekniikoiden kehittymistä aina nykyaikaan saakka. Työtä vei eteenpäin kiinnostus rakennusten mallintamisesta, sekä erilaisista keinoista luoda visualisointeja, kuten 3D-tulostus.

Työn alussa kerrotaan arkkitehtuurivisualisoinnin historiasta ja siitä, mitä kolmiulotteisuus on. Teoriaosuudessa käydään läpi tekniikoita, joista osaa käytetään case-osuudessa. Käytännön osuudessa tutkittiin, miten 3D-mallien käyttö auttaa hahmottamaan ja ratkomaan mahdollisia ongelmia Lahden ammattikorkeakoulun uudella M19-kampuksella.

Käytännön osuudessa tutkittiin tekniikoita, joita käytetään fotorealistic kuvan luomiseen. Tutkimuksessa syvennytään ryhmätyötilaan, jossa perehdyttiin panoraamakuvien luomiseen 3D-mallinnusohjelmalla. Kyseisiä tekniikoita sovellettiin tuleviin mediatekniikan tiloihin M19-kampuksella.

Asiasanat: arkkitehtuurivisualisointi, 3D-tekniikat, 3D-mallinnus, 3D-tulostus, renderöinti, fotorealismi, panoraama

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

HUHTA, MILJA:

Utilization 3D techniques in architectural visualization
Case: Niemi M19-campus

Bachelor's Thesis in Visualization Engineering, 49 pages

Spring 2016

ABSTRACT

This thesis deals with 3D techniques that are utilized in architectural visualization, emphasizing the latest technologies in the 3D world. This paper goes through the development of architectural visualization techniques up to the present time. The focus of the thesis was at the building modelling as well as new ways to create visualizations.

First the thesis presents the history of architectural visualization and what three-dimensionality means. The theoretical part describes the techniques that were used in the practical part. The objective of the practical part was to study how 3D modelling could help to visualize and solve possible problems on the new M19 campus of Lahti University of Applied Sciences.

The practical part of the thesis examines what techniques are required for making photorealistic pictures. Also, the practical part deals with how to make a panoramic photo in a 3D modelling program. These techniques were applied to the 3D model of the new media technology facilities on the M19 campus.

Key words: architectural visualization, 3D techniques, 3D modelling, 3D-printing, rendering, photorealism, panoramic picture

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ARKKITEHTUURIVISUALISOINTI	2
2.1	Historia	2
2.2	Perspektiivi	3
2.3	Työvälineiden kehitys	5
3	3D-MALLINNUS	8
3.1	Kolmiulotteisuus	8
3.2	3D-mallinnus ja teksturointi	8
3.3	Renderöinti	10
3.4	Tietomalli	11
4	VISUALISOINTITEKNIIKAT	13
4.1	Still-kuvat	13
4.2	Virtuaalimallit	14
4.3	Animaatiot	15
4.4	3D-mallien tiedostomuodot	16
4.5	3D-Tulostus	17
4.5.1	FDM-tekniikka	17
4.5.2	SLS-tekniikka	19
4.5.3	SLA-tekniikka	20
4.5.4	3D-tulostaminen arkkitehtuurissa	21
5	MALLINNUSOHJELMAT	23
5.1	3D-visualisointiohjelmat	23
5.1.1	3ds Max	23
5.1.2	Maya	24
5.1.3	Artlantis	25
5.2	CAD-ohjelmat	26
5.2.1	AutoCAD	27
5.2.2	SketchUp	28
5.3	Arkkitehtiohjelmat	29
5.3.1	ArchiCAD	29
5.3.2	Revit	30

6	CASE: NIEMEN M19 KAMPUKSEN MEDIATEKNIIKAN RYHMÄTYÖTILA	32
6.1	Lähtökohta	32
6.2	Valaistus	33
6.3	Panoraama	36
6.4	Renderöiminen	38
6.5	Materiaalit	39
6.6	Projektin arviointi	40
7	YHTEENVETO	42
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	50

1 JOHDANTO

Arkkitehtuuri on rakennustaidetta, jossa yhdistyy taide ja tekniikka. Teoksia suunnitellaan ja visualisoidaan monista eri kulmista. Visualisointien avulla luodaan mielikuvia ja autetaan hahmottamaan tilannetta. Ilman visualisointeja rakennuksia tuskin olisi niin paljon kuin niitä nykyään on. Visualisoinnit ovat nykyisin olennainen osa arkkitehtuuria, koska niiden avulla rakennuksia suunnitellaan ja markkinoidaan asiakkaalle. Tänä päivänä visualisoinneilla tarkoitetaan 3D-ohjelmilla luotuja kuvia, virtuaalimalleja ja 3D-tulostamisella tehtyjä pienoismalleja. Niin sanottuja vanhanaikaisia visualisointipiirroksia, kuten perspektiivipiirroksia tehdään harvemmin, sillä niiden piirtäminen vie paljon aikaa. Piirrosten tekeminen on myös vähentynyt, koska tarvittavat 2D-piirrokset syntyvät mallinnusohjelmista suoraan ilman mitään lisätyötä.

Opinnäytetyössä perehdytään 3D-maailman kautta tulleisiin erilaisiin tekniikoihin, joilla nykyään tehdään arkkitehtuurivisualisointeja. Työn alussa käydään läpi arkkitehtuurivisualisoinnin historiaa ja aikaisempia piirrosmenetelmiä, minkä jälkeen käydään läpi, mitä kolmiulotteisuus on. Työssä perehdytään syvemmin erilaisiin 3D:n kautta tulleisiin visualisointitekniikoihin ja siihen, miten niitä käytetään arkkitehtuurivisualisoinneissa.

Case-osuudessa tutkitaan paria erilaista visualisointikeinoa Lahden ammattikorkeakoulun Mediatekniikan ryhmätyötilassa. Case-tutkimus on toteutettu 3ds Max -mallinnusohjelmalla käyttäen tutkittuja tekniikoita: fotorealistinen kuva ja panoraama. Tutkimuksessa on myös perehdytty erilaisiin valaisumenetelmiin.

2 ARKKITEHTUURIVISUALISOINTI

2.1 Historia

Ensimmäisiä arkkitehtuurisia malleja oletetaan tehdyksi jo ennen Rooman imperiumia, mutta ensimmäinen asiakirja arkkitehtuuriin liittyen on löydetty vasta Rooman vallan aikana 1. vuosadalla jKr. (The Model Making Company 2013). Arkkitehtuurivisualisointia on mikä tahansa, joka kuvaa visuaalisesti rakennusta tai käyttötarkoitusta (KUVA 1). Ideasta luodaan piirroksia ja pienoismalleja, jotka ovat yksi parhaimmista tavoista luoda rakennus henkiin ennen sen rakentamista.

Nykyään arkkitehtuurimalleja luodaan, jotta projektin myyminen kävisi nopeammin. Mallin tarkoituksena on avustaa asiakasta ymmärtämään, miltä rakennus näyttää ja mitä se voi tarjota. Visualisoinnin perusteella asiakas tekee lopulta päätöksen projektin etenemisestä. Ennen arkkitehtuurimalleja visualisointien tekotavat olivat erilaisia ja ovat muuttuneet vuosien varrella samalla, kun tekniikka on kehittynyt eteenpäin. Käsillä piirtämisestä on siirrytty tietokoneella piirtämiseen ja siitä 3D-mallien luomiseen. (The Model Making Company 2013.)

Arkkitehtuuri on konkreettinen todiste ihmisten luomista visualisoinneista, jotka ovat päässeet rakennusvaiheeseen asti. Osa näistä rakennuksista määrittelevät ympäristöämme sekä osasta on tullut merkittäviä historiallisia kohteita. Arkkitehtisuunnittelu on osa rakennussuunnittelua, johon sisältyvät kaikki mahdolliset rakennustekniset suunnitelmat. Näiden suunnitelmien kuvaamiseen käytetyt välineet ovat kehittyneet huomasti, ja nykyään parhaimpia tekniikoita visualisointien esittämiseen ovat 3D- ja virtuaalimallit. (Wikipedia 2014.)

Visualisointeja tehtiin aikanaan hyvin perinteisillä tavoilla, kuten lyijykynällä, tusseilla tai vesiväreillä. Aikanaan piirrokset olivat oma taiteenlajinsa, jossa oli tilaa mielikuvitukselle ja taiteelliselle näkemykselle.



KUVA 1. Visualisointi kemianlaitoksesta Canterburyn yliopistolle (University of Canterbury 2016)

2.2 Perspektiivi

Perspektiivi on ajan saatossa tarkoittanut eri asioita. Aikanaan se viittasi latinankieliseen verbiin *perspicere*, joka tarkoittaa näkemistä ja ymmärtämistä. Antiikin aikaan perspektiivi-sanalla viitattiin optiikkaan, joka tarkoitti oppia oikeasta näkemisestä ja optisista ilmiöistä. Perspektiivi perustui pitkään geometrian lakeihin. (Vakkari 2015, 15.)

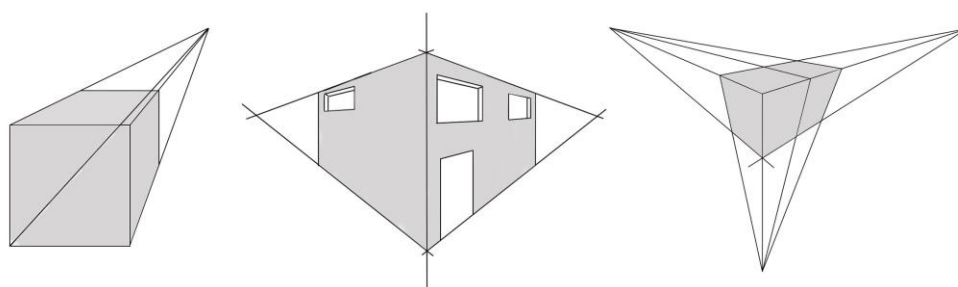
Perspektiivin tarkoituksena on kuvata kolmiulotteisia kohteita ja tilasuhteita kaksiulotteisella tasolla niin, että esineiden totuudenmukainen käsitys kolmiulotteisuudesta säilyy (Vakkari 2015, 15)(KUVA 3). Perspektiivi on hyvin olennainen osa arkkitehtuurivisualisointia, sillä sen avulla voidaan rakentaa kaksiulotteinen pienoismalli todellisuudesta. Tämä luo syvyysvaikutelman sekä tilailluusion. Tapoja esittää tilaa paperilla on useita, ja eri kulttuureissa ne ovat erilaisia. Käytetyin menetelmä on keskeisperspektiivi, joka tunnetaan myös viivaperspektiivinä. (KUVA 2.) (Vakkari 2015, 22 - 23, 371.)

Useimmiten perspektiivin kuvauksella tarkoitetaan geometrisesti konstruointua keskeisperspektiiviä, koska se perustuu katsomiseen yhdellä silmällä. Sen mukainen esitys ei kuitenkaan vastaa täysin todellista binokulaarista

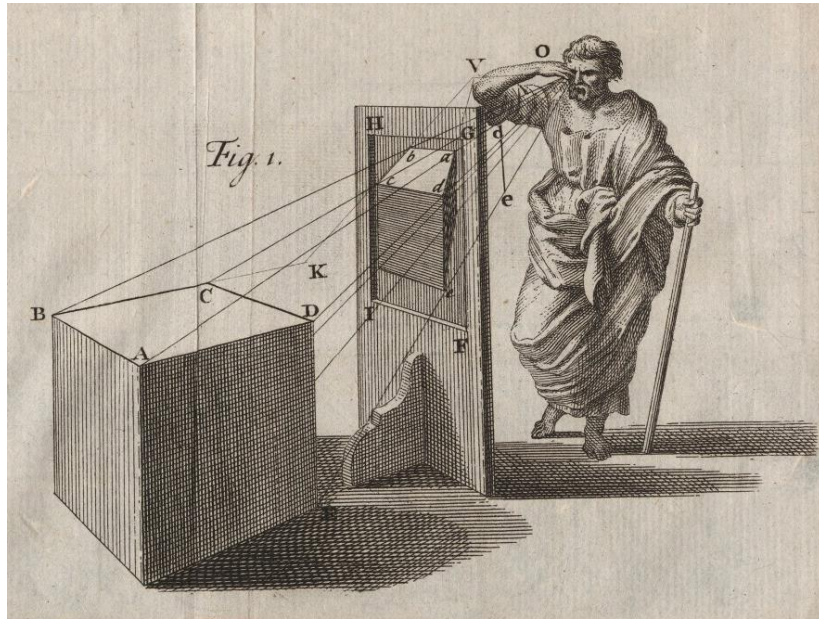
näköä eli kahden silmän hahmottamaa kuvaa. Keskeisperspektiivissä kuvattavat ortogonaaliset suorat leikkaavat toisensa pakopisteessä, joka sijaitsee horisonttiviivalla, joka sijaitsee aina katsojan silmän korkeudella. (Vakkari 2015, 15, 17.) Tätä sanotaan myös yhden pisteen perspektiiviksi. Tämän takia kohteet, jotka näyttävät pienemmiltä ovat kauempana ja lähempänä olevat näyttävät isommilta.

Kahden pakopisteen perspektiivissä kuvalla on kaksi pakopistettä horisonttiviivalla, joiden mukaan kuva koostuu. Kohde on näköpisteeseen nähden kulmittain ja sen pystysärmät ovat kuvatason kanssa samansuuntaiset. Kuva on katsojalle kaltevan näköinen. (Smith 1995, 30 - 31.)

Kolmen pakopisteen perspektiiviä voi piirtää kahdella tavalla. Alaviistosta muodostuvaa kuvaa kutsutaan sammakkoperspektiiviksi, koska siinä korostetaan kohdetta asettamalla pakopiste tavanomaista alemmaksi. Toinen piirto tapa on lintuperspektiivi. Tällöin kuvaa katsellaan yläviistosta, jolloin kuvassa oleva kohde näyttää normaalia pienemmältä. Kolmen pisteen perspektiiviä käytetään usein rakennusten kuvittamiseen. (Smith 1995, 40.)



KUVA 2. Yhden-, kahden ja kolmen pakopisteen perspektiivit



KUVA 3. Leon Battista Alberti perspektiivi opista (Perspektiivioppi 2016)

Omalla aikakaudellaan Leonardo da Vinci oli tunnettu perspektiivin käyttäjä, ja silloin perspektiivissä pyrittiin kuvaamaan kaikki yhdensuuntaiset viivat niin, että ne eivät leikkasivat toisiaan vaan suuntautuisivat kohti samaa pakopistettä. (Serlachius 2015).

2.3 Työvälineiden kehitys

Arkkitehtuurinpiirtämisessä tarvittiin piirustusvälineitä. Egyptiläiset käyttivät piirtämisen apuna puusta tehtyjä kulmaviivaimia. Antiikin Kreikassa kuitenkin käytettiin enemmän eri välineitä, kuten metallisia piirtimiä ja kaivertimia, suhdeviivaimia ja kolmioviivaimia. (Wikipedia 2016a.) Arkeologisista kaivauksista on löydetty myös jäänteitä siitä, että roomalaiset käyttivät aikoinaan pronssista tehtyjä piirustusvälineitä, joihin kuuluivat kolmioviivain, harppi, viivoitin sekä näiden kanssa käytettävä kynä.



KUVA 4. Sulkakynä, vetopiirrin ja grafos-piirrin (Wikipedia 2016a)

Asteviivaimia käytettiin kulmien mittaamiseen 1200-luvulta alkaen, mutta tieteen edetessä tarvittiin tarkempia piirustusvälineitä, joten tarkempi säädettävä kulmaviivain tuli käyttöön 1600-luvulla. Kulmaviivaimesta kuitenkin kehitettiin ruuvikiristeinen versio, tosin vasta 1920-luvulla. Sulkakynä toimi yleisimpänä piirustusvälineenä vielä 1700-luvulle asti. Sulkakynän rinnalla käytettiin myös kuvan 2 grafos-piirrintä sekä vetopiirrintä, mutta ne eivät olleet yhtä suosittuja kuin sulkakynä. (Wikipedia 2016a.)

Piirustusvälineitä kehitettiin lisää jatkuvasti matemaatikkojen ja taitelijoiden avustuksella. Myös kuuluisat taidemaalarit ja astronomit, kuten Leonardo da Vinci, Albercht Durer ja Nicholas Bion, antoivat kehitysideoita oman alansa piirustusinstrumenttien kehittämiseen. (Vakkari 2015, 21).

Välineet kehittyivät 1930-luvulla, kun piirtäminen alkoi muuttua yhä teknisempään suuntaan, ja tällöin piirustuskojeet keksittiin. Rapido-tussipiirto-kojeet tekivät piirrosjäljestä selkeämpää ja viivan leveydestä huomattavasti tasaisempaa jälkeä kuin vapaalla kädellä piirrettynä. Käsien tekeminen muuttui täysin 1990-luvulla, kun tietokoneavusteinen suunnittelu eli CAD-ohjelmien yleistymisen syrjäytti käsien piirron lähes kokonaan. 2000-luvulla 2D-piirtäminen oli vähentymässä kun 3D-mallinus yleistyi. (Wikipedia 2016a.)

Tekninen suunnittelu muuttui käsin piirrosta tietokoneavusteiseksi suunnitteluksi, jolloin piirrokset alkoivat olla tarkkoja ja ne syntyivät nopeammalla tahdilla. Nykyään piirustuksia ei välttämättä piirretä ollenkaan, sillä ne syntyvät osin automaattisesti tietokoneohjelman avulla. Käsin piirtämistä hyödynnetään kuitenkin vielä luonnossuunnitteluvaiheessa. (Wikipedia 2016b.)

Arkkitehtuurikilpailuissa on vielä usein pakollisena rakentaa perinteinen pienoismalli visualisointikeinona, vaikka nykyaikaiset tavat ovat syrjäyttämässä sen paikkaa. Rakennuksista tehdyt visualisoidut kuvat pystyvät näyttämään rakennuksen valokuvatarkasti.



KUVA 5. Fotorealistinen visualisointi 3D-mallista (Ghar360 2016)

Jokaisen visualisoidun kuvan ensisijainen tarkoitus on kertoa suunnitelman ideasta, käsityksestä tai hahmotelmasta. Luonnoksia ja kaavapiirroksia ei välttämättä tarvita, jotta pystyy hahmottamaan kuvan muodostumista. Ne voivat olla hyödyllisiä, jos halutaan nähdä kokonaisuus, johon kyseinen huone sijoittuu. Fotorealistiset kuvat (KUVA 5.) eivät ole enää niin haluttuja arkkitehtuurisissa visualisoinneissa. Sen sijaan suunnitteluvaiheessa monet pelkistetyimmät versiot renderöinneistä ovat halutumpia, koska niistä on mahdollista kehittää vielä ideaa ja poistaa tarpeettomia elementtejä. (Kuhlo & Eggert 2010, 3.) Fotorealistisia kuvia käytetään paljon mainonnassa ja esitteissä.

3 3D-MALLINNUS

3.1 Kolmiulotteisuus

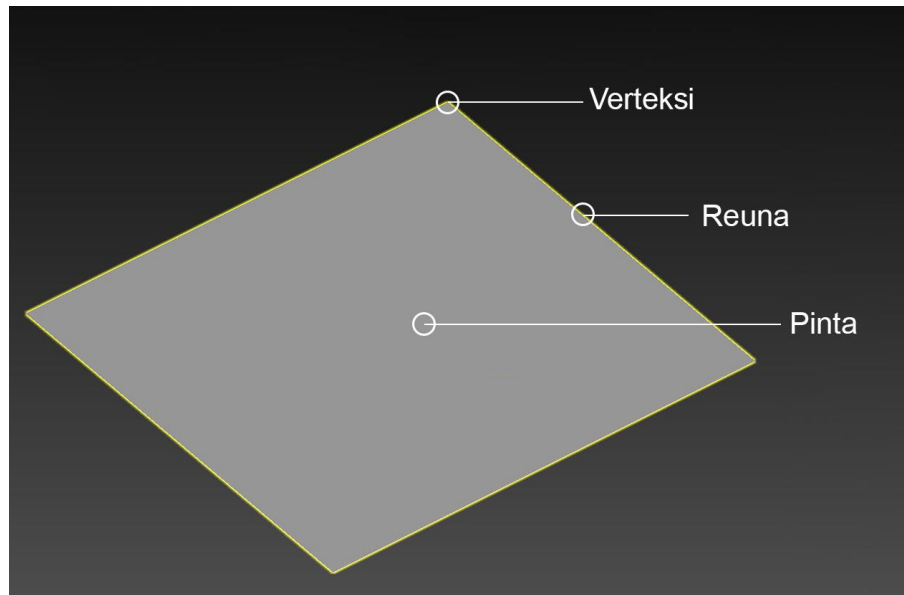
3D syntyy, kun yhdistetään kolme ulottuvuutta yhteen: leveys, korkeus ja syvyys. Syvyys on hyvin olennainen, sillä ilman sen havaitsemista maailmamme näyttäisi kaksiulotteiselta. Periaatteessa ihminen näkee kaiken 2D:nä, mutta silmiin tullut tieto menee aivoihin, jotka muokkaavat kuvan kolmiulotteiseksi. Ihmisen syvyysnäön ansiosta näemme elinympäristömme kolmiulotteisena. (Mediacollege 2016.)

Arkkitehtuurivisualisoinneissa hyödynnetään kolmiulotteisuutta, kun luodaan visualisointeja. Tilan tunteen tekemiseksi tarvitaan kaikkia ulottuvuuksia, mutta myös perspektiivin oikeanlaista käyttämistä ja horisontin tuntemusta. Näin piirrokseen tai mallinnukseen saadaan tilan tuntua ja teos näyttää aidon tuntuiselta.

3.2 3D-mallinnus ja teksturointi

3D-mallinnus tarkoittaa kolmiulotteisen kappaleen luomista ohjelmassa, joka on tehty sitä varten. Mallintaminen perustuu geometrian laskemiseen, mutta monissa ohjelmissa se tapahtuu taustalla ja käyttöliittymistä on tehty helppokäyttöisiä, joten matemaattisuutta ei aina edes ymmärrä. (Pollefeys 2016.)

Mallintamista voi tehdä eri tavoilla, kuten polygoni-, skulptaus- ja NURBS-tekniikoilla. Näistä kaikista käytetyin mallinnustapa on polygonimallintaminen. Polygonimallintaminen koostuu vertekseistä, joita yhdistävät reunat, ja näiden väliin syntyvistä pinnoista (KUVA 6), jotka yhdessä luovat polygoni objektin eli polygoni meshin. Jokaista komponenttia pystyy liikuttamaan ja muokkaamaan 3D-avaruudessa. Polygonimallintamista tehdään 3D-ohjelmilla, joissa käytetään apuna xyz-koordinaatistoa. Ainoastaan pintaelementti on nähtävissä, kun näkymä renderöidään. (wiseGEEK 2016.)



KUVA 6. Polygonin komponentit

NURBS (Non-uniform rational basis spline) -mallintamisessa luodaan matemaattinen malli, jonka avulla pystytään luomaan tasaisia ja sileitä pintoja Bezier-käyriä hyödyntäen. NURBS-tekniikkaa käytetään paljon tuotevisuaalisointiin ja arkkitehtuurialoilla, koska sillä tekniikalla pystyy esittämään objekteja nopeasti. Nopeus perustuu viivoihin, jotka yhdistetään ohjelmassa, jolloin niiden väliin syntyy uusi pinta. Myöhemmin NURBS-objektit muutetaan polygoneiksi, jonka kautta projekti viedään loppuun. (Beane 2012, 150.) Verrattuna polygoni-mallintamiseen, jossa esineen kulmien luonnissa voi syntyä ongelmia. Erityisesti, jos halutaan luoda pyöreitä ja sileitä kulmia kulmikkaiden reunojen sijasta. Polygoni-mallintamisessa pyöreät kulmat luodaan lisäämällä pintoja esineen reunaan, jolloin kulma kohta alkaa vähitellen muuttua kulmasta kaarevaksi.

Skulptaus-mallintaminen on samanlaista kuin saven muokkaaminen, mutta se tehdään digitaalisesti. Skulptaus-mallintaminen on yleistynyt, ja sitä käytetään lähes yhtä paljon kuin polygonimallintamista. Skulptaus on tuonut uudenlaista näkökulmaa mallintamiseen ja se antaa enemmän taiteellista vapautta tekijälle. Tätä mallinnustapa käytetään erityisesti hahmomallinnuksessa. (Beane 2012, 158.)

Teksturointiprosessissa 3D-objektin pinnoille luodaan erilaisia väriattribuutteja, koska muuten 3D-malli on hyvin pelkistetty ja ei anna oikeanlaista vaikutelmaa. Teksturoinnissa objekteihin liitetään 2D-kuvia, joita kutsutaan teksturointikartoiksi. Erilaiset tekstuurikartat määrittävät objektin väriä, tekstuuria ja muita pintaan liittyviä yksityiskohtia, kuten kiiltoa, heijastavuutta ja läpinäkyvyyttä. (Slick 2014.) Tekstuurikarttoja on mahdollista tehdä mallinnusohjelmilla, joissa pystyy lisäämään väriattribuutteja suoraan 3D-malliin, jolloin ohjelma itse luo tekstuurikartan. Tekstuurikarttoja voi myös luoda kuvankäsittelyohjelmilla. Teksturoinnilla on tarkoitus luoda mallinuksille realistisia piirteitä, joita ilman ne näyttäisivät epäaidoilta ja tylsiltä.

3.3 Renderöinti

Renderöinti on prosessi, jossa luodaan 2D-kuva tai video kolmiulotteisesta mallista. Renderöinti 3D-mallista on luova prosessi, jota voidaan verrata valokuvaamiseen, koska siinä pitää myös ottaa haltuun kuvauskohde ja valaistus. Kuvauskohde voi tosin olla täysin mielikuvituksen tuotetta, ja kaikki kolmiulotteiselta näyttävät kohteet täytyy luoda mallintaen alusta lähtien, minkä jälkeen voidaan vasta ottaa itse ”valokuvan” eli renderöidä näkymästä kuva. (Birn 2002.)

Renderöinti voidaan suorittaa etukäteen tai reaaliaikaisesti. Reaaliaikaista renderöintiä käytetään enemmän videopeleissä, koska silloin ollaan enemmän vuorovaikutuksessa pelaajan näkökulman kanssa. Kaikki materiaalit, valot ja muut ominaisuudet ovat heti näkyvissä, jolloin pelikokemus on paljon miellyttävämpi. (Fluid Interactive Inc. 2015.) Etukäteen suoritettu renderöinti on fotorealistisempi. Siinä pyritään samaan kuvasta mahdollisimman aidon tuntuinen. (KUVA 5.)

Aidon tuntua tehdään myös luomalla ambient occlusion kohteeseen. Ambient occlusion laskee valosta syntyviä varjoja. Varjot syntyvät esineiden ympärille, kun valoa ei ole riittävästi, ja näitä kutsutaan kontakti varjoiksi.

Ambient occlusion saa esineet näyttämään, että ne kiinnittyvät ympäristöönsä. (KUVA 7) (Kuhlo & Eggert 2010, 14.)



KUVA 7. Renderöity ambient occlusion mappi (Madsen 2010)

Renderöiminen tapahtuu projektin lopussa, kun kaikki mallinnukset ja materiaalit on saatu aseteltua. Renderöinnissä tietokone laskee pintojen ominaisuuksia, valoja, varjoja, liikettä, objektien muotoja ja lopuksi tallentaa ne 2D-kuviksi. Renderöinti kuulostaa helpolta, koska tietokone tekee suurimman työn, mutta tekijän pitää silti itse asettaa kamerat ja valaistukset, jotta renderöinnistä tulisi haluttu tulos. (Derakhshani 2014, 434.)

3.4 Tietomalli

Rakennuksen tietomalli eli Building Information Model on kokonaisuus rakennuksen kaikista tiedoista digitaalisessa muodossa. Tietomallinnus on toimintatapa suunnittelulle. Menetelmällä on tarkoitus aukaista taloteknisiä tietoja muillekin kuin asiantuntijoille. Tietomalli sisältää koko rakennusprosessiin kuuluvat virtuaalimallit, täsmälliset geometriset tiedot ja 3D-mallin. Tietomallinnus pyörii 3D-mallin ympärillä, sillä se sisältää kaiken rakennukseen liittyvät tiedot. Mallista on myös mahdollista tulostaa kaikki tarvittavat piirustukset. Malli helpottaa tiedon kulkua eri alojen asiantuntijoiden välillä,

sillä tietomalli sisältää tietoa rakennuksen vaatimuksista, suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä ja ylläpidosta. (Tekla 2016.)

4 VISUALISOINTITEKNIIKAT

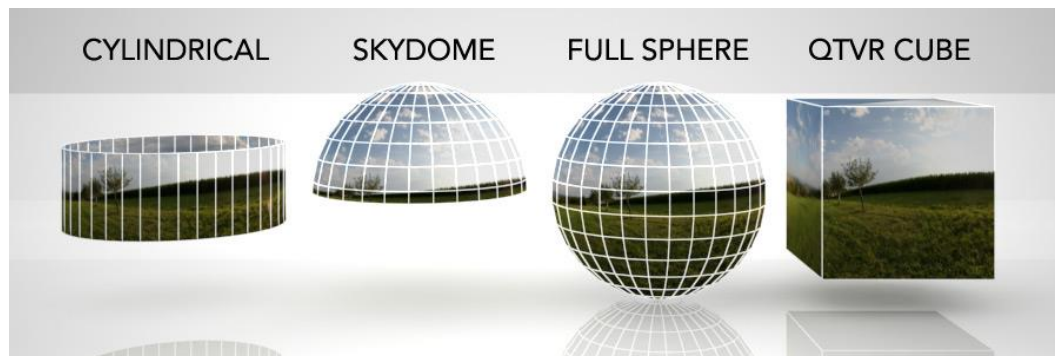
4.1 Still-kuvat

Still-kuvalla tarkoitetaan liikkumatonta kuvaa eli valokuvia, dioja, maalauksia ja piirroksia. Still-kuvilla voidaan pysäyttää aika ja luoda tunnelmaa kuvaan, ja ne syntyvät asiakkaalle helposti ilman erityistä lisätyötä. Samalla kuvat havainnollistavat työtä asiakkaalle.

Still-kuvista puhuttaessa ne käsitetään usein valokuvina. Valokuvat antavat ajatuksille enemmän vapautta kuin videot, koska ne rajaavat ajatusta johonkin tiettyyn suuntaan. Still-kuvia hyödynnetään arkkitehtuurivisualisoinnissa erityisesti asuntojen esittelyssä. Asunnoista otetaan yksittäisiä kuvia tai luodaan useasta kuvasta panoraamakuva. Panoraamakuva antaa laaja-alaisemman kuvan mistä tahansa näkymästä pysty- tai vaakasuoraan. Panoraamakuvia syntyy, kun monta kuvaa yhdistetään yhteen antaen vaikutelman, että katsoja olisi kuvan keskellä katsoen sieltä ulos. Panoraamakuvia käytetään usein asuntojen sisätilojen esittämiseen, koska ne mahdollistavat 360 asteen näkymän paikasta. Panoraamakuvia käytetään enemmän virtuaalisesti verkossa, jolloin käyttäjä voi itse liikutella kuvaa ja katsoa ympärilleen.

Panoraamakuvia voi myös muodostaa 3D-mallinnoista. 360 asteen panoraaman tekemiseen 3D-mallinnoksessa voidaan käyttää erilaisia keinoja. Apple kehitti ensimmäisenä QuickTime Virtual Realityn, joka mahdollistaa katsomisen monesta eri kulmasta. Virtuaaliset panoraamat perustuvat valokuviin, jotka projisoidaan joko lieriön, kuution tai pallon muotoiseen kappaleisiin, jotka ympäröivät tilaa (KUVA 8). Lieriömäisessä panoraamassa on vain pallon keskialue, joten se antaa parhaillaan 360 asteen näkökentän horisontaalisesti. Kuutiopanoraamassa näkökenttä on horisontaalisesti 360 astetta ja vertikaalisesti 180 astetta. Pallopanoraama on hyvin samankaltainen kuin kuutiopanoraama, sillä niillä on samanlainen kuvaustekniikka ja näkökenttä ovat yhtä laaja. Erot kuitenkin syntyy, miten

kuvia projisoidaan kappaleisiin. (Apple Inc. 2009) Skydome tehdään samalla tavalla kuin pallopanoraama, mutta siinä poistetaan renderöidystä kuvat puolet eli kuvan alaosa.



KUVA 8. Panoraama tyypit (Jann 2011)

4.2 Virtuaalimallit

Virtuaalimalli on kolmiulotteinen malli, jota voi katsella vapaasti eri suunnista tai liikkua reaaliaikaisesti mallin sisällä. Malleja käytetään rakennusten ja niiden ympäristöjen esittämiseen. Virtuaalimallin käyttäminen on hyvin havainnollinen ja visuaalisesti selkeä tapa tarkistaa, tuleeko kohde sopimaan tulevaan ympäristöönsä. (Ramboll 2016.) Kookkaammissa rakennusprojekteissa hyödynnetään virtuaalista maailmaa luomalla virtuaalisia prototyyppjä. Prototyypit auttavat, jotta rakentamisessa osataan välttää mahdollisia virheitä. (FCG 2016.)

Uudenlaista virtuaalitekniologiaa on 360-videotekniologia, joka mahdollistaa interaktiivisen vierailun videon sisällä. Tjäreborg lanseerasi ensimmäisen Suomessa tämän interaktiivisen mainoskampanjan, joka toimii myös mobiililaitteilla. 360-videoita pidetään panoraamakuvien kehittyneempänä versiona, ja ne antavat aidon tuntuksen kokemuksen paikan päällä olemisesta. (mynewsdesk 2015.) Tätä tekniologiaa tullaan varmasti vielä hyödyntämään enemmän myös arkkitehtuurivisualisoinnin puolella.

Rakentamiseen liittyvissä päätöksissä käytetään apuvälineenä virtuaalimallia, sillä se auttaa hahmottamaan projektia ulkopuoliselle henkilölle, joka joutuu tekemään päätöksiä mallin perusteella. Hyvin luodun mallin

avulla syntyy vähemmän väärinymmärryksiä, ja samalla voidaan ehkäistä ongelmakohtien syntymistä. (Ramboll 2016.)

Virtuaalimalleja on mahdollista tehdä, mistä tahansa historiallisesta, nykyisestä tai vasta suunnitteilla olevasta kohteesta. Museot ovat alkaneet hyödyntämään virtuaalitodellisuutta, joka tulee rikastuttamaan tulevaisuuden museovierailua (Hänninen 2014.) Museot tuovat virtuaalimalleilla vanhaa elämää takaisin tähän päivään.

Mistä tahansa 3D-mallista voidaan tehdä virtuaalimalli, kun se viedään toiseen ohjelmaan, jossa sen ympärille luodaan virtuaalinen ympäristö. Työkaluna voi käyttää esimerkiksi Unity 3d -ohjelmaa, joka sisältää pelimoottorin ja mahdollistaa kulkemisen mallin sisällä virtuaalisesti. Valot ja kameran sijainti voidaan siirtää mallin mukana, mutta useimmiten ne luodaan uudestaan pelimoottori-ohjelmassa. (Unity 2016.)

Virtuaalitodellisuus syntyy, kun yhdistetään grafiikka, äänimaisema ja tuntoaistimukset, vaikka virtuaalimalleissa hyödynnetään usein vain grafiikkaa ja joskus äänitehosteita. Nykyään virtuaalitodellisuutta voidaan luoda monille eri laitteille, kuten tietokoneille, tableteille, puhelimille, virtuaalitodellisuuslaseille ja web-selaimille. (Rajala 2012.)

4.3 Animaatiot

Liikkuva kuva syntyy, kun yksittäisiä still-kuvia katsotaan nopealla tahdilla peräjäälkeen. Ihmisen näkökyky ei pysy kuvien vaihtumisten perässä, jolloin syntyy optinen illuusio tasaisesta jatkuvasta liikkeestä. Liikkuvaa kuvaa voidaan kutsua myös videoksi, animaatioksi tai elokuvaksi. 3D-animaatio syntyy, kun virtuaalista kameraa liikutellaan digitaalisessa ympäristössä animointityökalun avulla. (GlobalBritannica 2016.)

Arkkitehtuuriset animaatiot ovat hyödyllisiä, kun halutaan välittää tiloihin liittyviä tietoja. Näillä voidaan simuloida esimerkiksi luonnonvalon liikettä tai tilasta syntyvää kokemusta. Animaatioilla visualisoidaan myös raken-

nuksien elinkaarta sekä erilaisia projektien suunnitteluratkaisuja. Animoinneissakin pyritään fotorealistisiin tuloksiin lisäämällä todellisen maailman fyysisiä ominaisuuksia, kuten heijastumisia ja kameran syvyysvaikutelmia. Animointien tyylit vaihtelevat luonnollisesti enemmän abstraktisempaan riippuen mihin tarkoitukseen niitä on tarkoitus käyttää. Visualisoinnit alkavat alustavasta suunnitelmasta edeten vaihe vaiheelta projektin loppuvaiheeseen. Animointi toteutetaan niin, että virtuaalinen kamera ei tee yhtään ylimääräisiä heilumisliikkeitä, jolloin jokainen still-kuva on täysin vakaa. (Al-Saati, Botta & Woodbury 2016.)

Arkkitehtuurisessa animoinnissa virtuaalinen kamera tekee useimmiten läpi kävelyn asunnosta, joka esittelee asunnon tai rakennuksen melko nopeasti luomatta mitään erikoisempia tuntemuksia. Kyseiset animaatiot ovat kuitenkin vaihtumassa paljon näyttävämpiin animointeihin. Näillä animaatioilla ei vain haluta esitellä pelkkää ideaa vaan kuinka ihmiset voivat olla kanssakäymisessä ympäristön kanssa. Animointeihin luodaan enemmän mielenkiintoa ja annetaan uusia näkökulmia katsoa kohteita. Hyvin impressionistisia animointeja käytetään enemmän, kuitenkin markkinointi tarkoituksiin myymään projekteja. (Berg 2009.)

Arkkitehtianimaatiota tehdään enemmän suuremmissa yrityksissä, koska lopputuotteen renderöiminen on aikaa vievää. Kaikilla yrityksillä ei ole ohjelmia, joilla kuvia pystyisi luomaan liikkuvaksi kuvaksi. Näin ollen pienemmät yritykset useimmiten erikoistuvat korkealaatuisten kuvien yksittäis renderöinteihin. Kokonaisen animoinnin tekemiseen tarvitaan suurempaa joukkoa ammattilaisia, kuten taitelijoita ja animaattoreita tekemään eri osalueiden tehtäviä. (Prinda 2009.)

4.4 3D-mallien tiedostomuodot

3D-malleja tallennetaan useisiin erilaisiin tiedostomuotoihin, jotta mahdollisimman moni mallinnusohjelma pystyy lukemaan tiedostoa. Yleinen tiedostomuoto, jota useat eri ohjelmat osaavat lukea ja kirjoittaa, on OBJ, se on avoin ja tekstipohjainen. Muita vanhempia ja aikaisemmin enemmän

käytettyjä 3D-tiedostomuotoja ovat muun muassa 3ds Max -mallinnusohjelman käyttämä 3DS sekä DirectX-järjestelmän yhteydessä käytettävä .X-tiedostomuoto. Tiedostot voivat sisältää muutakin tietoa kuin pelkän staattisen mallin. Niissä voi olla tietoa myös geometriasta ja pintamateriaalista. Mallien lisäksi X3D-tiedostossa voi olla animaatioita, videoita, ääntä ja ohjelmoituja skriptejä. Tämä muoto on XML-pohjainen, ja se laajentaa VRML-tiedostoa, joka on suppeampi virtuaalitodellisuuden mallinnuskieli. (Puhakka 2008, 430.) Nykyisin kuitenkin Autodeskin kehittänyt FBX-tiedostomuoto on kaikista yleisin, koska siihen on mahdollista tallentaa liikettä, 2D-, 3D-tiedostoja, ääntä sekä videoita.

3D-tulostuksessa käytetään pääasiassa STL-tiedostomuotoa, koska STL-tekniikka oli ensimmäinen tulostusteknologia ja tiedostomuoto on yksinkertainen ja helppo tulostaa. Lähes millä tahansa mallinnusohjelmalla pystyy luomaan mallin, jota voidaan käyttää tulostamiseen. Internetistä voi ladata ilmaisia mallinnusohjelmia, sekä löytää useita valmiita 3D-mallinnuksia, joita voi käyttää 3D-tulostamiseen. (Kaupunkiverstas 2016)

4.5 3D-Tulostus

3D-tulostus on prosessi, jonka lopputuloksena syntyy kiinteä kolmiulotteinen objekti virtuaalisesta mallista. Tulostusta voidaan tehdä useammalla eri tekniikalla, mutta ainetta lisäävä valmistustapa on kaikista yleisin. Kolmiulotteinen tulostus eli 3D-tulostus on virtuaalisen mallin tuottamista fyysisiksi esineiksi tulostimen avulla. Tulostamisessa voidaan käyttää materiaaleina esimerkiksi muovia, metallia, keraamia tai lasia.

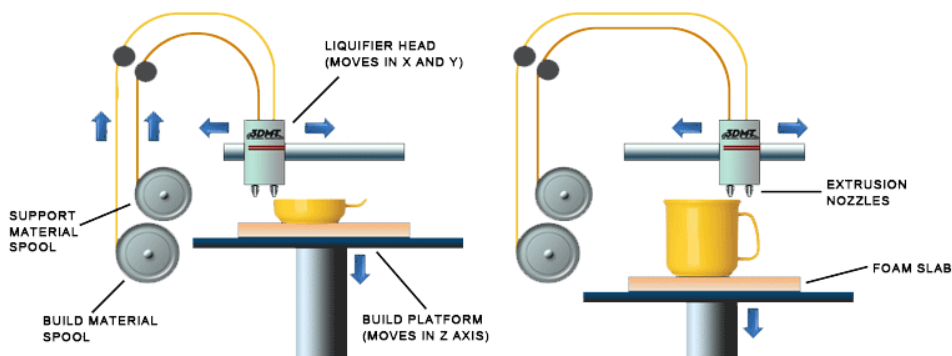
4.5.1 FDM-tekniikka

FDM-tekniikka eli Fused Deposition Modeling (KUVA 9) on ainetta lisäävä valmistustapa. Kyseinen teknologia kehitettiin 1980-luvun lopulla ja vuonna 1990 se kaupallistettiin. FDM-tekniikka toimii periaatteessa samalla tavalla kuin kuumaliimapyyssi. Materiaaleina liiman sijasta toimivat

kestomuovit tai kestumuovien ja orgaanisten muovien sekoitus. Pienemmissä laitteissa käytetään ABS- (acrylonite butadiene styrene) tai PLA - materiaaleja (polylactic acid) ja kookkaammissa laitteissa käytetään PC:tä (polycarbonate) ja ULTEMia. (Home shop 3D Printing 2016.)

FDM-tekniikassa laitteen suuttimesta tulevaa muovilankaa sulatetaan ja levitetään alustalle kerros kerrallaan alhaalta ylöspäin. Kappaleen kovettuminen perustuu aineen jäähtymiseen sekä siihen minkälaista materiaalia tulostuksessa on käytetty. Valmiista esineestä voi havaita kerrokset ohuina vaakasuorina viivoina. (3D Printing 2016.) Suuremmissa tulostuksissa luodaan tukimateriaaleja tukemaan tulostettavaa esinettä. Nämä poistetaan kappaleesta tulostamisen jälkeen pesemällä tai mekaanisesta riippuen, mistä materiaalista se on tehty. (RP-Case 2014.)

FDM-tekniikasta on tullut viimeisten kahden vuosikymmenen aikana kaikista käytetyin 3D-tulostus menetelmä maailmassa. Kyseinen tekniikka malli on yksi edullisimmista 3D-tulostusmenetelmistä, ja sen on yleinen niin kotitulostimissa ja halvemmissä ammattilaisten tulostimissa. Sarjatuotantoa tehdään harvemmin tällä tekniikalla, koska se on suhteellisen hidas ja kappaleiden lujuusominaisuudet ovat melko heikkoja. FDM-tekniikka ei sovellu pienten esineiden tai yksityiskohtien tulostamiseen. (Palermo 2013a)

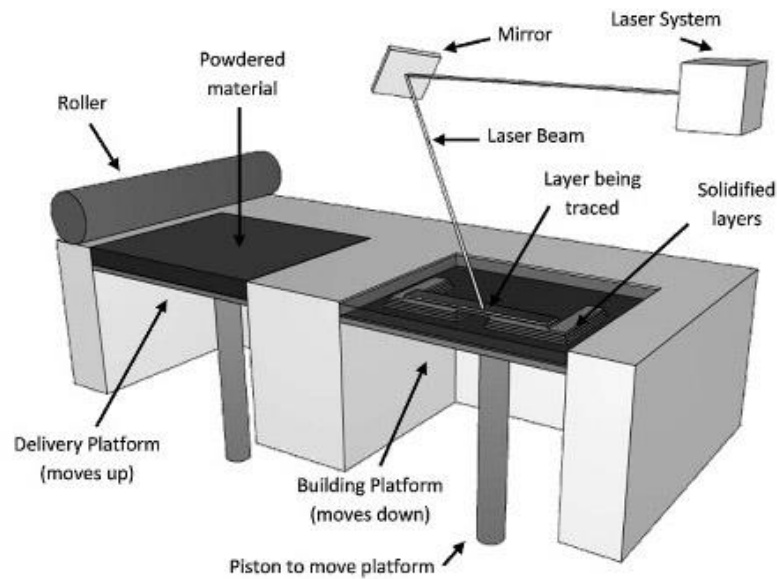


KUVA 9. FDM-tulostuksen toimintaperiaate (Rascomat 2013)

4.5.2 SLS-tekniikka

Lasersintrauksessa eli SLS-tekniikassa (KUVA 10) sulatetaan muovijauhetta voimakkaalla laserilla. CO₂-laser sulattaa jauhetta sen verran, että muovihiukkaset kiinnittyvät toisiinsa, ja näin syntyy ensimmäinen kerros. Ennen toisen kerroksen luomista tulostustaso laskeutuu ensimmäisen kerroksen verran alaspäin, minkä jälkeen päälle levitetään telalla uusi tasainen jauhekerros laserointia varten. Valmis kappale muodostuu muovijauheen sisälle, josta se kaivetaan esiin ja puhdistetaan. (RP-Case 2014.) Verrattuna muihin tulostusmenetelmiin SLS-tekniikassa ei tarvitse luoda tukirakenteita, sillä jauhe itsessään toimii tukielementtinä.

SLS-tulostimet käyttävät monia erilaisia materiaaleja, kuten muovia, lasia, keramiikkaa ja jopa metallia. Metallin tulostaminen on tosin oma tekniikan muotonsa. Monien materiaalivaihtoehtojen takia SLS-tekniikka on suosittu prototyyppien ja lopputuotteiden tekemiseen. Ilmailuteollisuudessa sitä käytetään prototyyppien tekemiseen, koska tulostusmäärät ovat pieniä ja kappaleiden halutaan olevan laadukkaista materiaaleista tehtyjä. SLS-valmistusmenetelmä ei ole riippuvainen muottien käyttämisestä, joten sillä on myös mahdollista tulostaa erittäin monimutkaisia tai erityisen herkkiä esineitä. (Palermo 2013b.)

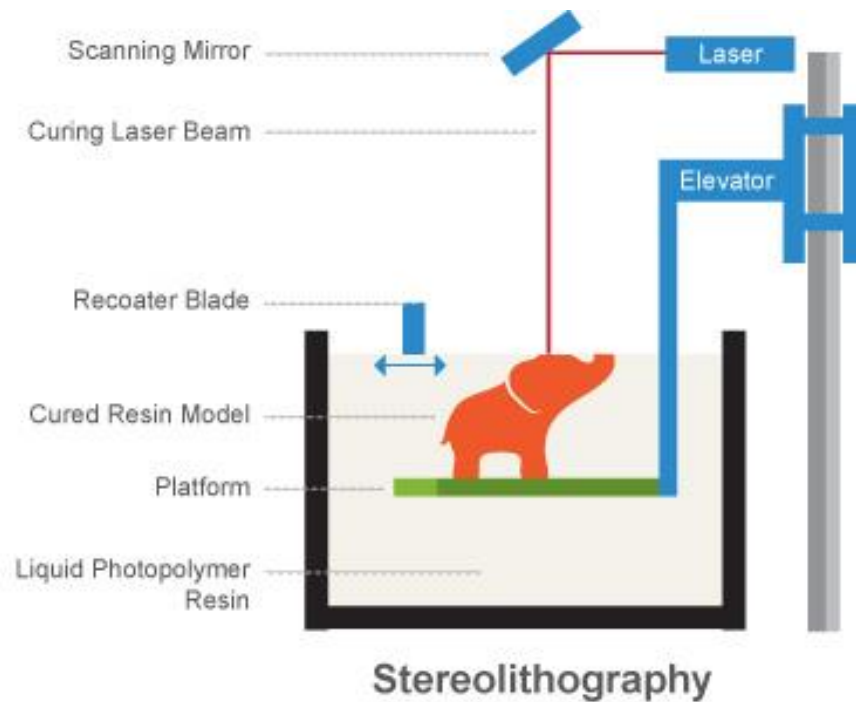


KUVA 10. SLS-tulostuksen periaate (Slideshare 2014)

4.5.3 SLA-tekniikka

SLA eli Stereolitografia (KUVA 11) on yksi ensimmäisistä 3D-tulostustekniikoista ja tuli markkinoille vuonna 1988. SLA-tulostaminen toimii melko samalla tavalla kuin SLS-tekniikka, mutta jauheen sijaan käytetään neste-mäistä polymeeriä. Neste kovettuu, kun voimakas laser osuu siihen, minkä jälkeen tulostustaso laskeutuu kovetetun kerroksen verran alaspäin. Ensimmäisen kerroksen päälle tulee uusi kerros polymeeriä, jonka laser jälleen kovettaa. Prosessia toistetaan niin pitkään, kunnes kappale on kokonainen. Ennen kuin kappale on valmis, siitä poistetaan tukirakenteet ja lopuksi vielä jälki kovetetaan UV-kaapissa. (3dsystems 2015.)

SLA-tekniikalla tulostetut mallit vastaavat mallinnettua tiedostoa niin tarkasti, että tulostetuista kappaleista on mahdollista huomata suunnittelussa tapahtuneita virheitä vielä projektin aikaisessa vaiheessa. Tulostettujen kappaleiden pinnan viimeistely jälki on kaikista tasaisinta verrattuna muihin ainetta lisääviin tulostus menetelmiin. SLA-tekniikka on nopea valmistustapa, joten sitä suositaan arkkitehtuuristen prototyyppien tulostamiseen. (3dsystems 2015.)

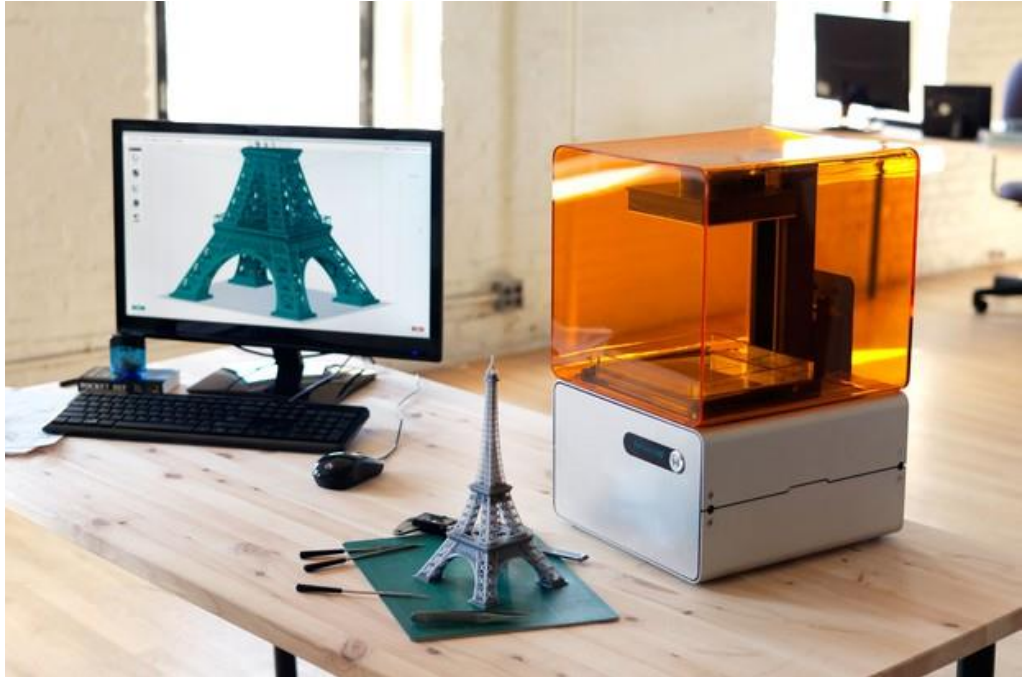


KUVA 11. SLA-tulostustekniikan periaate (Printspace 2015)

4.5.4 3D-tulostaminen arkkitehtuurissa

3D-tulostuksella pystytään luomaan helposti pienoismalleja, joita arkkitehdit käyttävät havainnollistamaan rakennusta. Rakennusten havainnollistaminen asiakkaalle pelkkien piirustuksien kautta ei ole aina tarpeeksi selkeitä, joten 3D-tulostetut mallit tarjoavat selkeän ja ymmärrettävän kuvan tulevasta rakennuksesta. Tulostamisella voidaan esittää joitakin pienikokoisempia yksityiskohtia helpommin. Perinteisten pienoismallien tekeminen on vähentynyt, koska se on hyvin aikaa vievä tekotapa verrattuna 3D-tulostamiseen. Mallinnusten tulostaminen on myös kustannustehokasta, koska tekijä ei ole kytköksissä tulostamiseen, joten hän pystyy tekemään muita töitä samaan aikaan. (Stratasys 2012.)

Useimmille arkkitehdeille 3D-tulostus on uusi tapa tehdä pienoismalleja rakennuksista, mutta samalla tekniikalla voi rakentaa myös oikeita taloja. Hollantilainen arkkitehtitoimisto suunnitteli talon, joka rakennettiin ainoastaan 3D-tulostamisella. Talon rakennettiin Amsterdamiin, ja sen valmistamiseen meni kolme vuotta. (Rega 2015.)



KUVA 12. SLA-tekniikan 3D-tulostin (O'Brien 2012)

Mallien tulostaminen on kehittynyt paperille tulostamisesta. Nykyään on mahdollista tulostaa 3D-malleja myös kotioloissa, mutta esineiden laatu ei tosin ole samalla tasolla, kuin teollisuudessa tuotetut. Pöytätulostimet (KUVA 12), joita voi ostaa koteihin, käyttävät muovin sulatustekniikkaa. Osa tulostimista kasaa muovia kerroksittain, mikä tekee esineestä heikommän kuin, jos se olisi tehty ruiskupuristustekniikalla. (Pettersson 2013.)

5 MALLINNUSOHJELMAT

5.1 3D-visualisointiohjelmat

5.1.1 3ds Max

3ds Max on ammattilaisille suunnattu 3D-mallinnusohjelma, jolla voi tehdä 3D-animaatioita, malleja, pelejä ja visualisointikuvia. Ohjelma julkaistiin vuonna 1990, ja silloin se kulki nimellä 3D Studio. Alun perin 3D Studiota pystyi käyttämään Microsoft DOS -pohjaisilla tietokoneilla. Autodesk oli aluksi vain ohjelman julkaisija, mutta osti tuotteen myöhemmin itselleen. Autodesk muutti ohjelman parametriseksi heti ensimmäisestä julkaisusta alkaen. Parin julkaisun jälkeen tuotteen nimi lyhennettiin 3ds max -nimiseksi. Ohjelma kuitenkin julkaistiin uudelleen vuonna 2005, jolloin se sisälsi myös Autodeskin logon, ja samalla ohjelman nimi muuttui sen nykyiseen muotoonsa Autodesk 3ds Maxiin. Ohjelman kehittäjät ovat saaneet palautetta siitä, kun ohjelma rajoittuu ainoastaan Windows-käyttöjärjestelmään. (Wikipedia 2016.)

3ds Max soveltuu hyvin mallien renderöimiseen sekä visuaalisten mallien luomiseen ja hahmottamiseen. Tarkkoja malleja ei kuitenkaan suositella tehtävän 3ds Maxissa, sillä ohjelma soveltuu paremmin esineiden ja rakennusten visualisointiin. Ohjelmasta saatuja mallinnuksia ei voida käyttää suoraan talojen rakennustarkoituksiin, koska mallit eivät ole mittatarkkoja.

3ds Max sisältää muun muassa Mental Ray -renderöintimoottorin, jota käytetään visualisointiin, koska se sisältää monipuoliset asetukset. Valoja ja varjoja säätämällä pystytään luomaan todentuntuisia kuvia (KUVA 13), jotka ovat tärkeässä osassa visualisointia. Ohjelmaan on myös mahdollista liittää erilaisia plug-in-sovelluksia, joilla pystyy laajentamaan työskentelymahdollisuuksia sekä viemään ohjelmaa itselleen haluttuun suuntaan. Lisälaajennusten myötä ohjelmaa käytetään useammin ammattimaisessa kuin harrastekäytössä, koska ohjelman ostaminen on iso sijoitus. Opiskeli-

joiden on kuitenkin mahdollista ladata ohjelma ilmaiseksi Autodeskin sivuilta koulutus tarkoituksiin. Opiskelijaversiota ei saa kuitenkaan käyttää kaupallisiin tarkoituksiin tai ammattimaiseen käyttöön opiskeluajan jälkeen. (KUVA13) (Autodesk 2016a.)

Autodesk 3ds Max on yksi suosituimmista ohjelmista animaatioiden tekemiseen. Ohjelmalla on mahdollista tehdä niin arkkitehtuurisia animaatioita kuin myös hahmoanimointia.



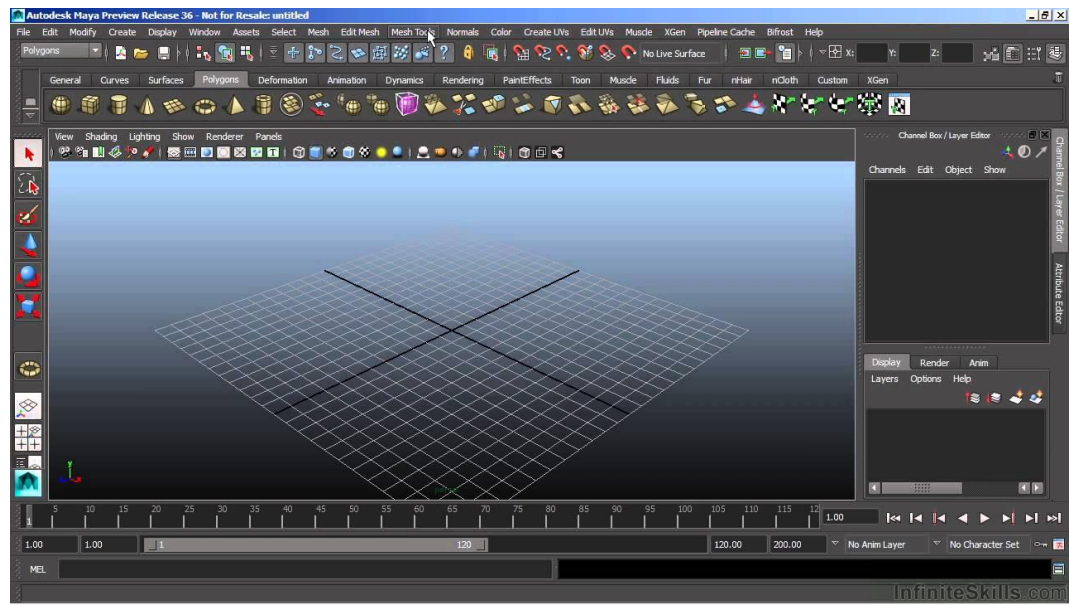
KUVA 13. 3ds Max -ohjelma (CGMeetup 2014)

5.1.2 Maya

Maya 1.0 julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1998. Ohjelmasta julkaisiin muutama versio, kunnes vuonna 2005 Autodesk osti sen itselleen ja vaihtoi nimen samalla Autodesk Mayaksi. Oston jälkeen Mayaa käytettiin enemmän elokuvateollisuudessa ja peliteollisuudessa. Mayaa on hyödynnetty visuaalisten efektien tekoon videopelissä, kuten Halo ja Call Of Duty.

Autodesk Mayaa käytetään 3D-mallinnuksien tekemiseen, peleihin, animaatioihin sekä visuaalisten efektien tekemiseen (KUVA 14). Maya toimii niin Windows, -Linux ja OS X-käyttöjärjestelmillä, toisin kuin 3ds Max, joka toimii vain Windows-käyttöjärjestelmällä. (Autodesk 2016c.)

Mayassa on useita renderöintimoottoreita, joista Mental Ray on kaikista käytetyin. Jokaisella moottorilla on omanlaisensa työnkulku, ja tulokset eroavat toisistaan. Maya software ja Mental Ray renderöijät ilmenevät hyvin samanlaisilta, jos Mental Rayssä ei käytetä sen erityisominaisuuksia. (Derakhshani 2014, 436.)



KUVA 14. Maya-ohjelman käyttöliittymä (O'Reilly 2014)

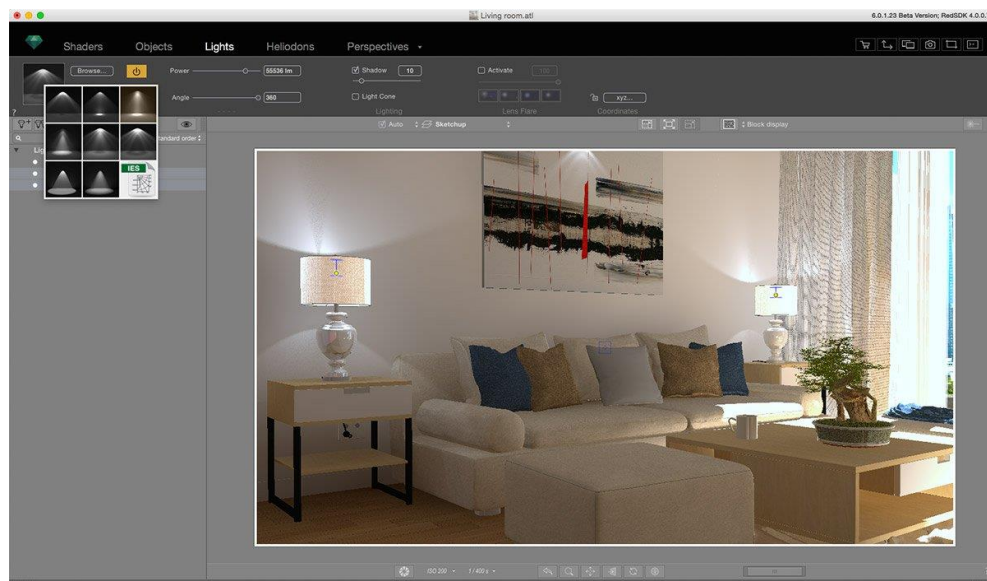
5.1.3 Artlantis

Artlantis on itsenäinen 3D-renderöintiohjelma, joka on suunnattu erityisesti arkkitehdeille ja suunnittelijoille. Ohjelmalla pystyy luomaan nopeasti ja helposti laadukkaita animaatioita ja visualisointikuvia 3D-malleista. Kyseisellä ohjelmalla ei luoda 3D-mallinnuksia, vaan ne tuodaan toisista ohjelmista. Artlantisilla on hyvä yhteensopivuus CAD-ohjelmien ja BIM-ohjelmien kanssa, siksi erityisesti ArchiCADiä käytetään usein sen kanssa, sillä ohjelmat toimivat saumattomasti keskenään. (Graphisoft 2016.)

Artlantisesta on kaksi versiota, joista Artlantis Render tuottaa korkealaatuisia renderöityjä still-kuvia ja vähän monipuolisemmalla Artlantis Studiolla pystyy luomaan still-kuvien lisäksi realistisia animaatioita ja virtuaalisia panoraamoja. Valaistus on tärkeässä osassa arkkitehtuurisissa visualisoinneissa, ja Artlantisessa valojen muokkaamisesta on tehty vaivatonta

(KUVA 15). Ohjelmassa on myös reaaliaikainen esikatseluikkuna, jonka avulla näkee heti mallissa tehdyt muutokset. (Mad 2016b.)

Artlantiuksen yhtenä suurimpana hyötynä on, että se on itsenäinen ohjelma eikä ole riippuvainen mistään mallinnusohjelmasta. Ohjelma tukee kaikista yleisimpiä 3D-tiedostomuotoja: DXF:ää, DWG:tä, DWF:ää, OBJ:tä, FBX:ää ja 3DS:ää. Suora liitettävyyden Artlantiuksella on ArchiCAD-, AutoCAD-, Revit-, VectoWorks- ja SketchUp-ohjelmien kanssa, kun ohjelmiin liitetään tarvittava plug-in. (Mad 2016b.)



KUVA 15. Valojen säätämistä Artlantis-ohjelmassa (Artlantis 2016)

5.2 CAD-ohjelmat

Tietokoneavusteisilla suunnitteluohjelmilla eli CAD-ohjelmilla (Computer-aided Design) voidaan tehdä matemaattista laskentaa, 2D-piirtämistä, 3D-mallinnusta ja tietokonesimulointia. Insinöörit ja arkkitehdit käyttävät suunnittelutöissään paljon CAD-ohjelmia. Simuloinnissa hyödynnetään usein 3D-malleja mutta se ei ole välttämätön, koska simulointia voi tehdä myös numeerisesti, jolloin malleja ei tarvita. (Wikipedia 2016b.)

5.2.1 AutoCAD

Autodeskin AutoCAD on hyvin yleinen tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma. Vuonna 1982 ohjelmasta julkaistiin ensimmäinen versio, ja 1990-luvun alussa AutoCADin käyttö yleistyi myös pienyritysten käytössä ja samalla se nousi hallitsevaksi CAD-ohjelmaksi. Kun alettiin siirtyä enemmän kolmiulotteisten mallien tekemiseen, ohjelmaan lisättiin 3D-ominaisuuksia. (Hamad 2010, Preface.)

AutoCADistä on erilaisia versioita, joista esimerkiksi AutoCAD LT on rii-
sutumpi versio tavallisesta AutoCADistä. AutoCAD LT on ominaisuuksil-
taan hyvin pelkistetty ohjelma perusversiosta, joten se sisältää perustyöka-
lut 2D-piirroksiin sekä se tukee dwg-tiedostoja. LT-version myötä AutoCA-
Din käyttö yleistyi myös pienemmissä yrityksissä. AutoCADistä on mahdol-
lista saada kustomoituja versioita ja laajennuksia monelle eri ammatti
aloille. Tämä tekee AutoCADistä suosittun ohjelmistoalustan, koska se toi-
mii myös Windows ja Mac OS X -alustoilla. (Autodesk 2016b.)

AutoCADillä pystyy tekemään 3D-mallinnuksia, ja parhaiten se soveltuu
mittatarkkojen piirrosten tai mallinnusten tekemiseen. Aidon tuntuisten vi-
sualisointien luontii sitä ei käytetä. (KUVA 16)



KUVA 16. AutoCADillä tehty mallinnus (Architecture Onlinenewsvenue 2016)

5.2.2 SketchUp

SketchUp on pääasiassa 3D-mallinnusohjelma, vaikka sillä pystyykin tekemään 2D-piirroksia. Ohjelma julkaistiin vuonna 1999, jolloin sen omisti yritys @Last Software. Tällöin ohjelma oli suunnattu arkkitehdeille, suunnittelijoille sekä elokuvantekijöille 3D-mallintamiseen. SketchUp luotiin lisäasennus, jonka avulla oli mahdollista sijoittaa oma mallinnus Google Earthiin. Vuonna 2006 Google osti ohjelman itselleen ja loi siitä myös ilmaisen version, jossa oli vähemmän toimintoja. Myöhemmin vuonna 2012 Google myi SketchUpin Trimble Navigation Ltd.-yritykselle, jonka omistuksessa se on vieläkin. (SketchUpSchool 2016.)

SketchUp on helppokäyttöinen mallinnusohjelma, joka on panostanut piirrustustyövälineisiin. Kaksiulotteiset piirrokset muuttuvat nopeasti 3D-malleiksi, joita voi helposti muokata haluamallaan tavalla. Ohjelmasta on monia versioita eri ammattikunnille, kuten arkkitehdeille, suunnittelijoille, rakentajille, valmistajille sekä insinööreille. (Mad 2016c.)

SketchUp Pro-versiolla voi luoda 3D-malleja, jotka voi myöhemmin muuntaa 2D-piirroksiksi. Ohjelma soveltuu hyvin arkkitehtuurivisualisointiin, koska sillä voi tehdä animointeja sekä tarkkoja 3D-malleja. LayOut-ominaisuus mahdollistaa erilaisten 2D-kuvien tekemisen. (SketchUp 2016b.)

SketchUp Make on ilmainen versio SketchUp Pro:sta, ja se on tarkoitettu harrastajille ja muille, jotka ovat kiinnostuneita ohjelmasta. Ominaisuuksiltaan ilmaisversio on melko rajoittunut, ja sillä ei saa tehdä töitä kaupallisiin tarkoituksiin. (Mad 2016c.) 3D Warehouse on SketchUpin avoin kirjasto, joka sisältää vapaasti käytettävissä olevia 3D-malleja. 3D Warehouse on laajennusosa SketchUp Pro-versioon. (SketchUp 2016d.) SketchUp Viewer on ohjelma, jolla on vain mahdollista katsoa malleja, joita on luotu SketchUpissa. Viewer on ilmainen ohjelma, joka on tehty helppokäyttöiseksi ja se on myös ladattavissa puhelimille. (SketchUp 2016c.) Ohjelmat toimivat Windows sekä OS X-käyttöjärjestelmillä (SketchUp 2016a).

Usein AutoCADIä ja SketchUpia rinnastetaan keskenään, koska niillä on mahdollista tehdä paljon samanlaisia asioita. Usein kuitenkin unohdetaan,

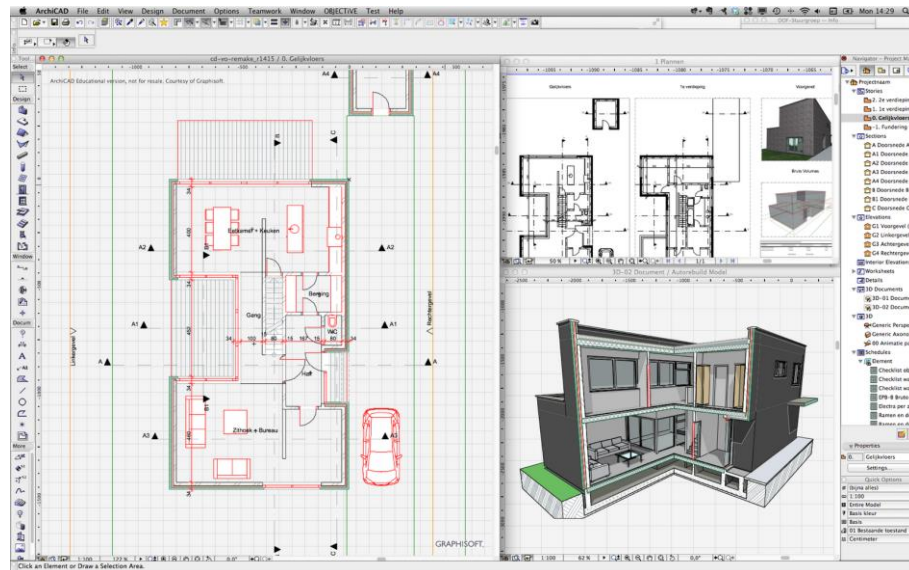
ettei SketchUp ole CAD-ohjelma, eikä sillä voi tehdä NURBS-mallintamista, jota yleensä CAD-ohjelmilla tehdään. (Koltow 2016.)

5.3 Arkkitehtiohjelmat

5.3.1 ArchiCAD

ArchiCADin kehittäminen alkoi jo vuonna 1982, mutta silloin se kulki nimellä RADAR. Vuonna 1988 ArchiCAD tuli suosituksi Euroopassa, ja silloin se toimi ainoastaan Applen Macintosh 2 -alustalla. Ohjelma toimi pitkään pelkästään Applen alustoilla, mutta nykyään sitä saa myös Windows-käyttöjärjestelmille. (Hisrich & Vecsenyi 1991.)

ArchiCAD on oivallinen työkalu suunnittelijalle, koska se on kehitetty rakennussuunnittelijan perspektiivistä. Ohjelma pohjautuu ajatukseen, että arkkitehti luo rakennukselle tietomallia (BIM), jota voidaan lopuksi simuloida. ArchiCADilla hallitaan koko rakennuksen työvaiheita. Kun rakennuksen malli alkaa muodostua tietokoneella niin samalla syntyvät kaikki rakennukseen tarvittavat piirustukset. Kaikki muutokset, jota tehdään 3D-malliin päivittyvät myös automaattisesti kaikkiin muihin piirustuksiin. Ohjelmassa luodaan vain yksi tiedosto, joka sisältää kaikki rakennuksen liittyvät piirustukset, joita voidaan käyttää suoraan rakennustarkoituksiin. ArchiCADilla pystyy visualisoimaan työtä monella eri tavalla, kuten yksinkertaisilla viivapiirroksilla (KUVA 17), luomalla fotorealistisia kuvia, animaatioita tai esitellä virtuaalisesti, jolloin on mahdollista liikkua vapaasti mallin sisällä. Työn eteneminen on joutuisaa, koska ohjelman nopea automatiikka piirtää kuvia samalla kun sitä mallintaa. ArchiCADissa on laajennusmahdollisuuksia, jotka antavat mahdollisuuden tehdä rakennussuunnittelua mille tahansa osa-alueelle. (Mad 2016a.)



KUVA 17. ArchiCAD-käyttöliittymä (Boeykens 2012)

5.3.2 Revit

Revit on Autodeskin BIM-ohjelma, joka on suunnattu arkkitehdeille ja muille rakennusalan ammattilaisille. Revit pohjautuu rakennuksen tietomallin tekemiseen, joten sillä pystyy tekemään monia asioita, kuten suunnittelua, 2D-piirroksia ja 3D-mallintamista (KUVA 18). Revit on hyvin samankaltainen Graphisoftin ArchiCAD-ohjelman kanssa.

Ohjelmat ovat hyvin samankaltaisia, ja niillä pystyy tekemään paljon samoja asioita. Eroavaisuuksia löytyy, kuitenkin ohjelmien koodauksesta. Revitin parametrisen mallintaminen luo sidoksia elementtien välille automaattisesti. Esimerkiksi, jos tekee muutoksia seinään, se päivittää myös siihen sidoksissa olevat muut komponentit, kuten viereiset seinät, lattiat ja katot. Isoissa projekteissa Revit toimii käytännöllisemmin mutta todettu usein hiukan hitaammaksi kuin ArchiCAD. (Ratcliff 2011.)



KUVA 18. Revit-ohjelma (Economical by Design 2016)

6 CASE: NIEMEN M19 KAMPUKSEN MEDIATEKNIIKAN RYHMÄTYÖTILA

Opinnäytetyön projektiosuudessa luotiin 3D-malleilla visualisointi, siitä miltä tulevat mediatekniikan tilat tulevat näyttämään M19-kampuksella. Projektin alkuperäinen tarkoitus oli luoda Lahden ammattikorkeakoulun Niemen kampuksen uusista tiloista virtuaalinen ympäristö, mutta tekniset ongelmat muodostuivat esteeksi. Työnantajan antamat työkoneet olivat vanhempia ja eivät jaksaneet pyörittää tarvittua ohjelmaa. Projektissa päädyttiin lopulta visualisoimaan tulevat mediatekniikan tilat. Työ toteutettiin 3ds Max -ohjelmalla ja kalusteiden 3D-mallit tiloihin saatiin Iskun nettisivuilta.

6.1 Lähtökohta

Projektin tavoitteena oli esittää, kuinka 3D:n avulla pystytään visualisoimaan ja näkemään mahdollisesti tulevia puutteita ennen kuin oikea rakennus on valmis. Lähdin työstämään 3D-mallia mediatekniikan tulevista tiloista. Tiloista tehty mallinnus oli yksinkertainen ja ehjä, eikä siihen tarvinnut tehdä suuria muutoksia. Rakenteellisia muutoksia ei tarvinnut tehdä, joten mallia pääsi nopeasti työstämään.

Mallinukseen tarvittavat kalusteet ladattiin Iskun verkkosivuilta, sillä Iskun tuotteita tullaan käyttämään uudella kampuksella. Kalusteiden valitseminen oli haastavaa, sillä valikoima on laaja ja mitään tiettyä kalustemallia ei ollut vielä määrätty. Valintaa lopulta määrittä kalusteiden käyttötarkoitus ja koko.

Verkosta ladatuissa kalusteissa ei ollut materiaaleja mukana, joten ne luotiin käyttäen Arch & Design -materiaaleja. Näin lopputuloksesta saatiin realistisemmän tuntuinen. Haasteeksi lataamisessa muodostui myös se, että osa ladattavista kalusteista oli valmiiksi yhtenäisiä kappaleita ja osa erillisinä osina, jotka piti koota yhtenäisiksi. Kokoamisen jälkeen kalusteisiin asetettiin materiaalit. (KUVA 19)

Pohjapiirustuksen perusteella pääteltiin, että ohjelmointi- ja visualisointilaboratorioon tulevat työpöydät olisivat 180 cm leveitä. Projektin edetessä kävi kuitenkin ilmi, kun pöytiä aseteltiin luokkahuoneisiin, että 180 cm pöydät eivät asetu samalla tavalla kuin miltä pohjapiirroksessa näyttää (liite 1). Saatu pohjapiirros näytti kuitenkin olevan hyvin pelkistetty versio, joten pöytien ko'oista ei siltikään voinut olla täysin varma. Työssä kuitenkin keskityttiin enemmän ryhmätyötilaan aikataulun tullessa vastaan. Ryhmätyötilassa oli pohjapiirroksen mukaan pyöreitä pöytiä, joten valitsin Iskun verkkosivuilta kahdesta pyöreästä pöydästä pienemmän kokoisen. Valinnan perusteena oli, että pienemmät pöydät sijoittuvat samalla tavalla kuin, miten ne olivat pohjapiirroksessa esitettynä.

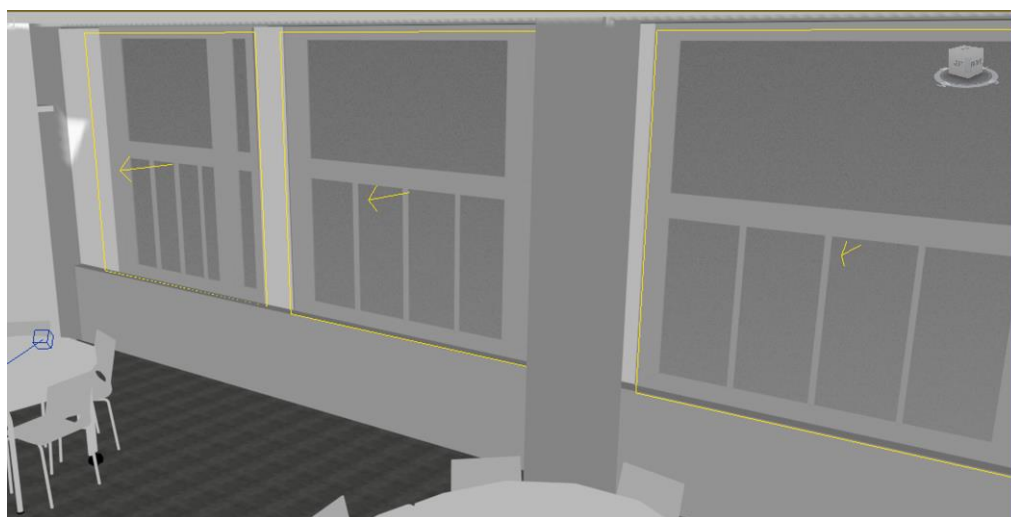


KUVA 19. Alkutilanne

6.2 Valaistus

Projektin tarkoituksena on luoda fotorealistinen still-kuva, joten työhön valittiin samanlaisia valoja, joita mahdollisesti käytettäisiin myös tulevilla kampuksella. Tällä tavoin päästään mahdollisimman lähelle realistista vaikutelmaa huoneesta. Todentuntuisen kuvan aikaansaamiseksi projektiin luotiin päivänvaloelementti. Päivänvalon sijainti asetettiin vastaamaan

Suomen sijaintia, jotta valo olisi samanlaista. Ikkunoihin asetettiin taivaanvaloportaalit (KUVA 20), joiden kautta varmistetaan, että valo pääsee tulemaan tilaan. Ilman portaaleja samaan tulokseen on mahdollista päästä korkeilla final gather- ja global illumination -asetuksilla, mutta nämä asetukset pidentävät renderöintiäikoja huomattavasti.



KUVA 20. Taivasportaalit, ohjaussuunta ulkoa sisälle

Ryhmätyötilaan laitettiin loisteputkivaloja, koska ne ovat yleisiä julkisissa tiloissa, joten on syytä olettaa, että niitä käytettäisiin myös tulevilla kampuksella. Koska kuvasta haluttiin saada mahdollisimman fotorealistinen, projektissa käytettiin fotometrisiä valoja standardivalojen sijasta. Valintaan vaikutti se, että fotometriset valot ovat yhteensopivimmat Mental Ray-renderöijän kanssa ja niitä on myös helpompi säädellä. Fotometriset valot käyttäytyvät enemmän samalla tavalla kuin valot oikeassa maailmassa, joten valinta oli selkeä.

Lamput sijoitettiin katosta roikkuvien lamppumallien sisälle. Loisteputkivalojen värisävy asetettiin aluksi lämpimän valkoiseksi, mutta valosta tuli hyvin keltainen, minkä takia se vaihdettiin kevyen valkoisen sävyyn. Valituissa valoissa on käytössä raytraced-varjot, jotka saavat kuvan näyttämään realistisemmalta. Valojen muodoksi laitettiin sylinteri, koska se vastaa loisteputkivalaisimien muotoa. (KUVA 21)



KUVA 21. Lamppujen asetukset sekä sijainnit huoneessa

Ryhmätyötilasta renderöitiin versio, jossa ei ole valoja päällä. Huonetilassa ei myöskään ole verhoja, jolloin luonnonvalo pääsee huoneeseen. Ikkunoihin luotiin taivaanvaloportaalit, joilla varmistettiin, että luonnonvalo pääsee sisälle. Ensimmäisessä kuvassa (KUVA 19.) valoisuus oli hyvin vähäistä, joten päivänvalon tehokkuutta lisättiin. Ensimmäisessä kuvassa huomasin, että seinään oli jäänyt reikä ylimääräisten seinien poistamisessa, joten asia korjattiin lisäämällä seinää. Ryhmätyöluokkaan lisättiin myös fotometrisia valoja jäljittelemään todellisia loisteputkivaloja. (KUVA 22)



KUVA 22. Huone eri valaistusasetuksilla

6.3 Panoraama

Ryhmätyötilasta luotiin panoraamakuvia, jotta yhdestä kuvasta voi nähdä, miltä huone näyttää ei kulmista. Panoraaman tekeminen aloitettiin sijoittamalla virtuaalinen kamera huoneen keskelle, jotta kuva näyttäisi huoneen tasapuolisesti joka puolelta. Sijoitettavalle kameralle ei määritelty kohdepistettä, jotta sen kääntyminen onnistuisi. Panoraamakuvia on mahdollista tehdä kahdella eri tavalla 3ds Maxissa.

Yksi tavoista tehdä panoraama on luoda kamera, joka kuvaa kaiken ympäriltään. Renderöintiasetuksista vaihdettiin tiedostomuoto, minkälaisena renderöitävä kuva halutaan saada. Näissä asetuksissa määritellään kuvan koko ja formaatti riippuen siitä, mitä ollaan renderöimässä. Tässä menetetytavassa virtuaaliselle kameralle asetettiin 70mm linssi, jolla syntyy hyvin laaja-alainen kuva. Asetuksista käytiin vielä muuttamassa kameran varjostusominaisuuksia. Kameralle määritellään WrapAround-materiaalikartta, joka luo kameralle hyvin laajakulmaisen linssin. Näkymä renderöidään näillä asetuksilla, jolloin panoraamakuva syntyy.

Toinen keino, joka on suositumpi, on panorama exporter. Tässä menetelmässä ei tarvitse muuttaa tavalliseen renderöintiin liittyviä asetuksia. Menetelmälle avautuu oma asetusikkuna, jossa vaihdetaan kuvan koko. Suositeltava koko kuvalle on 2048 x 1024, näillä asetuksilla kuva pysyy selkeänä ja siistinä. Kuvasta tulee isokokoinen, jolloin on kannattavaa laittaa iso resoluutio parhaimman lopputuloksen saamiseksi. Panoraamakuva renderöidään kameran näkymä kerrallaan. Ohjelma luo kuusi kuvaa: alaja ylänäkymä, etu- ja takanäkymä ja oikea- sekä vasen näkymä. Lopuksi ohjelma liittää kuvat yhteen, jolloin syntyy virtuaalinen näkymä. Virtuaalisen näkymän voi tallentaa erilaisiksi panoraamatyypeiksi: pallo- tai sylinteripanoraamaksi tai QuickTimen virtuaalitodellisuudeksi. (KUVA 23,24)



KUVA 23. Panoraama asetettuna pallomuotoon



KUVA 24. Panoraama asetettuna sylinterimuotoon

Panoraaman muodostus tekniikat eroavat toisistaan, miten ne kokoavat kuvat eri tavoin. Ensimmäisessä menetelmässä kuva tallennetaan kerralla, jolloin kuvan ylä- ja alaosa saattavat näyttää venyneiltä. Tästä syystä panoraama exporteria suositaan enemmän. 3ds Maxin Panorama exporterissa, jos panoraaman tallentaa pallomuotoon, se muistuttaa linssimuutoksella tehtyä panoraamakuvaa. Tässäkin on silti nähtävissä eroavaisuuksia (KUVA 24), jonka huomaa muun muassa katossa olevasta kuvioinnista. Kuva venyy eri tavoilla, ja linssimuutoksella tehdyssä kuvassa näyttää, ettei kameran sijainti olisi keskellä huonetta, vaikka se todellisuudessa on.



KUVA 25. Yläkuvassa linssinmuutoksella tehty kuva. Alakuvassa pano-raama exporterilla tehty ja tallennettu pallomuotoon

6.4 Renderöiminen

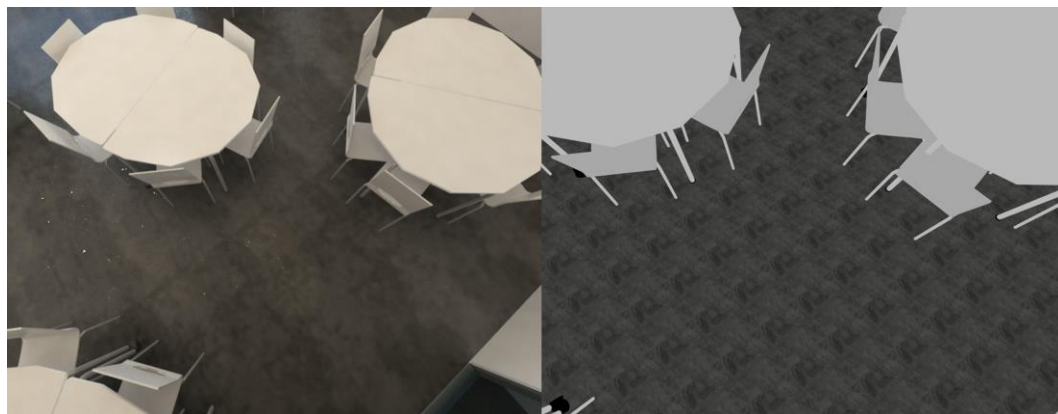
Projektissa pyrittiin saamaan renderöinneistä mahdollisimman fotorealistisia. Tätä lähdettiin saavuttamaan final gather- ja global illumination -asetuksilla. Alkutilanteessa (KUVA 19) oli käytössä global illumination ja final gather, mutta huone oli silti hyvin pimeänoloinen. Alussa oli pyrkimys saada yksi kuva, jossa ei ollut sisätilojen valaistuksia päällä, jolloin pelkkä luonnonvalo valaisisi huoneen. Huoneeseen haluttiin lisää valoa, joten tässä tilanteessa päädyttiin vaihtamaan final gather-asetuksia. Huoneen valaistus ei kuitenkaan muuttunut, ja renderöintiajat tuntuivat melko pitkiltä tässä vaiheessa projektia. Kuvien renderöintiajat vaihteli viidestä tunnista yhdeksään tuntiin.

Final gatherin asetuksissa oli laitettu säteiden määrä yhdessä final gather-pisteessä melko suureksi sekä valon hajanaiskimpoilu(diffuse bounces) oli laitettu hyvin korkeaksi saamatta lisää valoa tilaan. Näiden asetusten säätelyjen johdosta myös renderöintiajat nousivat huomattavasti. Lopulta kuitenkin huomattiin, että global illuminationasetuksia nostamalla korkeam-

malle huoneeseen saatiin lisää valoisuutta. Ikkunoihin lisättiin lasimateriaali, joka lisäsi renderöintiäikää, mutta ikkunat saatiin näyttämään enemmän oikeammilta heijastusten kautta. Huomattiin myös, että final gatherossa pystyi käyttämään valmiita asetuksia, joissa on valmiiksi asetettuna erilaisia versioasetuksia. Tätä käytettiin ja päästiin paremmin ymmärrykseen miten nämä asetukset toimivat. Lopulta renderöintiajat pidettiin alhaisena, laittamalla asetusversioista luonnosversio päälle, jolloin kaikki final gatherasetukset ovat hyvin alhaisina.

6.5 Materiaalit

Fotorealististen kuvien saamiseksi materiaalit ovat vaikuttava tekijä valaistuksen kanssa. Materiaaleina käytettiin Mental Rayn Arch & Design-materiaaleja. Uudella kampuksella tulee olemaan betonilattia, joten lattiamateriaalille luotiin bitmap-tekstuurikartta, joka saa lattian näyttämään betonilattialta. Lattian kuviointi oli aluksi liian tiheää ja näytti hyvin luonnottomalta. Bitmap kuvaa skaalattiin suuremmaksi ja sumeutettiin, mutta lopputuloksesta tuli liian tasainen. Sumennusta vähennettiin, jolloin lattian kuviointi saatiin näyttämään oikealta (KUVA 26). Ikkunoihin asetettiin lasimateriaali valmiina olevista Arch & Design -materiaalivalikoimasta. Materiaali antoi ikkunoille niiden ominaisuuksia, kuten valon taittumista ja heijastuksia (KUVA 27). Ikkunoiden väritys jäi kuitenkin toivottua tummemmaksi, mutta opinnäytetyön palautusajan lähestyessä sitä ei ehditty korjaamaan.



KUVA 26. Lattiamateriaali aidomman näköisenä ja ei aidon tuntuksena



KUVA 27. Ikkuna ilman lasimateriaalia kanssa ja sen kanssa

6.6 Projektin arviointi

Projektin alkuvaiheilla esiintyi ongelmia ajankäytön kanssa. Tarkoituksena oli tehdä fotorealistisia kuvia useammasta tilasta, mutta määräajan lähestyessä oli projektin kokoa supistettava. Näin päädyttiin työstämään ryhmätyötilaa, koska huoneessa oli eniten ikkunoita ja haluttiin päästä myös tutkimaan luonnonvalon käyttäytymistä. Ongelmana oli löytää oikeanlaisia kalusteita tilaan, koska mitään selkeää linjausta asiasta ei ollut. Tietona oli ainoastaan, että kalusteet tulevat olemaan Iskun kalusteita.

Opinnäytetyön isoimmaksi haasteeksi ilmeni valaistuksen luominen luonnolliseksi ryhmätyötilaan. Huonetila oli melko suuri, joten sisätilan valojen asetukset tuntuivat välillä melko suurilta. Final gather- ja global illumination-asetusten säätäminen tuotti haasteita, sillä vääränlainen säätäminen aiheutti pitkiä renderöintiaikoja, ilman kunnollisia tuloksia. Projekti tehtiin melko kiireisellä aikataulutuksella, joten pitkät renderöintiajat eivät nopeuttaneet projektin etenemistä. Materiaalien työstäminen todellisuutta vastaavaksi otti oman aikansa. Materiaaleissa isommaksi ongelmaksi jäi ikkunoiden lasimateriaalin muokkaaminen. Ikkunoihin saatiin heijastavuutta, mutta ne näyttävät hyvin tummilta. Vähäinen tietämys Arch & Design -materiaalien muokkaamisesta hidasti opinnäytetyön etenemistä. Panoraamakuvien tekemisessä onnistuin melko nopeasti ottaen huomioon, että kuvat olivat isokokoisia, jolloin renderöinti kestää vähän pidempään.

Projektissa päästiin tutkimaan paria visualisointitekniikkaa käytännössä. Fotorealistisen kuvan tuottaminen oli odotettua haasteellisempaa, mutta lopputulos oli tyydyttävä. Ajan salliessa olisi käytetty enemmän aikaa huoneen sisustamiseen. Huoneesta oltaisiin tehty luokkahuoneen näköisempi, sillä nyt huoneesta puuttuu olennaisia asioita, kuten verhoja, tussitauluja ja videoprojektoreita. Projektissa pääsi tutkimaan käytännön kautta, miten valaistus ja materiaalit vaikuttavat paljon realismiin. Havainnollistavaa oli, kuinka panoraamakuvien luominen mallista oli odotettua vaivattomampaa.

7 YHTEENVETO

Työn aiheena oli tutkia erilaisia 3D-tekniikoita joita hyödynnetään arkkitehtuurivisualisoinnissa. Haluttiin tutkia miten uudenlaiset tekniikat ova tuoneet uusia ulottuvuuksia arkkitehtuurivisualisointiin. Arkkitehtuurivisualisointi on tärkeä osa rakennuksen suunnittelussa sen avulla nähdään, miltä rakennuksen tulisi näyttää valmiina. Enää ei riitä käsin piirretyt 2D-piirrokset yhdestä kulmasta piirrettynä. Halutaan nähdä enemmän, miltä rakennus näyttää ja miten sitä käytettäisiin. 3D-maailma on mullistanut arkkitehtuurivisualisoinnin ja nykyään arkkitehtuurivisualisoinneilla tarkoitetaan virtuaalimalleja, 3D-tulostettuja kappaleita ja 3D-malleista tehtyjä 2D-kuvia.

Arkkitehtuurivisualisoinnit ovat nykyajan taidetta. Niillä herätetään kiinnostusta ja uusia tuntemuksia. Rakennuksista luodaan fotorealistia visualisointeja, koska halutaan antaa mahdollisimman realistinen kuva tulevasta. Visualisointeja on mahdollista luoda monilla erilaisilla ohjelmilla, jotka kaikki eroavat toisistaan erilaisilla ominaisuuksilla. Osalla ohjelmista tehdään pelkkiä visuaalisia luomuksia, kun toisilla tehdään mittatarkkaa mallintamista.

Työn aikana kävi ilmi, kuinka monenlaisella tekniikalla on mahdollista luoda visualisointeja. Omassa projektissa kului paljon aikaa valojen säätelyyn, jotta valaistus saataisiin luonnollisemman näköiseksi. Keskittyminen valojen säätelyyn oli isossa tekijässä, kun haluttiin luoda fotorealistisia ja panoraamakuvia ryhmätilasta. Näiden tekniikoiden uskotaan pysyvän arkkitehtuurivisualisointikeinona pidemmän aikaa.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Derakhshani, D. 2014. *Introducing Autodesk Maya 2015*. Indiana: Sybex.

Hamad, M. M. 2010. *AutoCAD 2010 essentials*. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers. Burlington: Elsevier.

Kuhlo, M. & Eggert, E. 2010. *Architectural Rendering with 3ds Max and V-Ray Photorealistic Visualization*. Burlington: Elsevier Inc.

Puhakka, A. 2008. *3D-grafiikka*. Helsinki: Talentum.

Vakkari, J. 2015. *Perspektiivi kuvataiteen historiassa*. Tallinna: Gaudeamus Oy.

Elektroniset lähteet:

3dsystems. 2015. *Stereolithography* [viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://www.3dsystems.com/resources/information-guides/stereolithography/sla>

Al-Saati, M., Botta, D. & Woodbury, R. 2016. *The Emergence of Architectural Animation*. School of Interactive Arts and Technology Simon Fraser University. Kanada, 2 [viitattu 15.3.2016]. Saatavissa: <http://architecture.scientific-journal.com/articles/1/8.pdf>

Apple Inc. 2009. *Retired Documents Library. QuickTime VR* [viitattu 9.3.2016]. Saatavissa: https://developer.apple.com/legacy/library/documentation/QuickTime/InsideQT_QTVR/2Chap/2-QTVR-Authoring.html#//apple_ref/doc/uid/TP40000944-CH206-BAJGIHHE

Autodesk. 2016a. *3dsMax. Features* [viitattu 20.3.2015]. Saatavissa: <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/features/all>

Autodesk. 2016b. *AutoCAD. Overview* [viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://www.autodesk.fi/products/autocad/overview>

Autodesk. 2016c. Maya. Features [viitattu 15.03.2016]. Saatavissa: <http://www.autodesk.fi/products/maya/features/all/gallery-view>

Beane, A. 2012. 3D Animation ESSENTIALS. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc [viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: http://dl.softgozar.com/Files/Ebook/3D_Animation_Essentials_Softgozar.com.pdf

Berg, N. 2009. Construction Cinema. The Architects Newspaper [viitattu 14.3.2016]. Saatavissa: <http://archpaper.com/news/articles.asp?id=4128#.Vs7y7fmLTIU>

Birn, J. 2002. 3D Rendering. Jeremy Birn [viitattu 15.2.2016]. Saatavissa: <http://www.3drender.com/glossary/3drendering.htm>

GlobalBritannica. 2016. History of the motion picture [viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://global.britannica.com/art/history-of-the-motion-picture>

Fluid Interactive Inc. 2015. Fluidray rt is the fastest general purpose real-time renderer [viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: <http://www.fluidray.com/>

Graphisoft. 2016. Partner Solutions. Artlantis [viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: http://www.graphisoft.com/archicad/partner_solutions/artlantis/

Hisrich, R. & Vecsenyi, J. 1991. Graphisoft: The entry of a hungarian software venture into the market. Archicad-talk [viitattu 4.2.2016]. Saatavissa: http://archicad-talk.graphisoft.com/files/graphisoftshort_182.pdf

Home shop 3D Printing. 2016. Fused Deposition Modeling (FDM) [viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: <http://homeshop3dprinting.com/3d-printing-qa/3d-printing-process-and-technologies/fused-deposition-modeling-fdm/>

Hänninen, S. 2014. Museoiden toinen todellisuus. Museo 4/2014, 24-25 [viitattu 23.1.2016]. Saatavissa: https://issuu.com/suomen_mu-seot/docs/museo_4_2014_final

Kaupunkiverstas. 2016. 3D-tulostin [viitattu 20.3.2015]. Saatavissa: <http://www.kaupunkiverstas.fi/ohjeet/3d-tulostus/>

Koltow, D. 2016. Demand Media. Sketchup Vs. Autocad [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://smallbusiness.chron.com/sketchup-vs-autocad-28233.html>

Mad. 2016a. ArchiCAD [viitattu 2.2.2016]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/mad/archicad.html>

Mad. 2016b. Artlantis [viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/mad/artlantis.html>

Mad. 2016c. SketchUp [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/mad/sketchup.html>

Mediacollege. 2016. What is 3D? [viitattu 10.2.2016]. Saatavissa: <http://www.mediacollege.com/3d/intro.html>

Mynewsdesk. 2015. Tjäreborg vie kuluttajat mobiilille virtuaalimatalle – virtuaalitodellisuudella ja 320-videoteknologialla paljon annettavaa matkailualalle [viitattu 8.3.2016]. Saatavissa: <http://www.mynewsdesk.com/fi/tjareborg/pressreleases/tjaereborg-vie-kuluttajat-mobiilille-virtuaalimatalle-virtuaalitodellisuudella-ja-360-videoteknologialla-paljon-annettavaa-matkailualalle-1223799>

Palermo, E. 2013a. Fused Deposition Modeling: Most Common 3D Printing Method. Livescience [viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: <http://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>

Palermo, E. 2013b. What is Selective Laser Sintering?. Livesciense [viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://www.livescience.com/38862-selective-laser-sintering.html>

Pettersson, M. 2013. Muuttaako 3D-tulostus maailman? Helsingin Sanomat [viitattu 19.2.2016] Saatavissa: <http://www.hs.fi/tekniikka/a1363933593081#>

Perspektiivioppi. 2016. Helsingin Yliopisto [viitattu 22.2.2015]. Saatavissa: http://hyl.edu.hel.fi/~kuvataide/oppimateriaali/om_perspektiivi.html

Pollefeys, M. 2016. Visual 3D Modeling from images: Modeling [viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: <http://www.cs.unc.edu/~marc/tutorial.pdf>

Prinda. 2009. Architektuurin renderointi [viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://www.prinda.net/>

Rajala, J. 2012. Virtuaalimalli ja –tila suunnitteluvälineenä. Pääsuunnittelijakoulutus. Aalto University Professional Development – Aalto PRO [viitattu 15.2.2016]. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/CROSSOVER/2012/isbn9789526044927.pdf>

Ratcliff, R. 2011. ArchiCAD vs. Revit [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: http://www.bdarchitects.com/bd-MAP/wp-content/uploads/2011/11/revit_vs_archicad_288_rev_by_wm_199.pdf

Rega, S. 2015. The first 3D printed house is coming, and the construction industry will never be the same. Business Insider UK [viitattu 19.2.2016]. Saatavissa: uk.businessinsider.com/3d-printed-houses-construction-industry-neighborhoods-2015-3?r=US&IR=T

RP-Case. 2014. Tietoa eri tulostustekniikoista ja termeistä [viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: <http://www.rpcase.fi/Sovellukset/Tietoa-eri-tekniikoista>

SketchUp. 2016a. SketchUp Make Help Center [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://help.sketchup.com/en/article/36208>

SketchUp. 2016b. SketchUp Pro [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://www.sketchup.com/products/sketchup-pro>

SketchUp. 2016c. SketchUp Viewer [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://www.sketchup.com/products/sketchup-viewer>

SketchUp. 2016d. SketchUp Warehouse [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <https://3dwarehouse.sketchup.com/>

- SketchUpSchool. 2016. Alittle SketchUp History [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <https://www.sketchupschool.com/sketchup>
- Serlachius. 2015. Kouluille: Perspektiivi [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://www.serlachius.fi/fi/kouluille/taidekoulu/perspektiivi/>
- Slick, J.2014. Surfacing101 – Texture Mapping. About Tech [viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: <http://3d.about.com/od/3d-101-The-Basics/a/Surfacing-101-Texture-Mapping.htm>
- Stratasys. 2012. 3D Printer a Game Changer for Architecture Design | Rietveld & Objet. Haastattelu [viitattu24.2.2016]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=cOaqRkLP4II>
- Tekla. 2016. Mitä on BIM? [viitattu 9.3.2016]. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>
- The Model Making Company. 2013. A Brief History of Architectural Model Making [viitattu 11.2.2016]. Saatavissa: <http://www.modelmaking.co.uk/a-brief-history-of-architectural-model-making/>
- Unity. 2016. Documentation. Unity Manual [viitattu 15.2.2016]. Saatavissa: <http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- Wikipedia. 2014. Arkkitehtisuunnittelu [viitattu 13.1.2016]. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Arkkitehtisuunnittelu>
- Wikipedia. 2016a. Teknisen piirtämisen välineet [viitattu 22.1.2015]. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Teknisen_piirustuksen_v%C3%A4lineet
- Wikipedia. 2016b. Tietokoneavusteinen suunnittelu [viitattu 1.2.2016]. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/Tietokoneavusteinen_suunnittelu
- wiseGEEK. 2016. What is 3D modeling? [viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: <http://www.wisegeek.com/what-is-3d-modeling.htm>
- 3D printing [viitattu 20.3.2015]. Saatavissa: <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

Kuvat:

Architectural Onlinenewsvenue. 2016. A Complete Resident Building Made In AutoCAD [viitattu 14.3.2016]. Saatavissa: <http://www.architecture.onlinenewsvenue.com/a-complete-resident-building-made-in-autocad/>

Artlantis. 2016. Features [viitattu 16.3.2016]. Saatavissa: http://www.artlantis.com/en/features?_switch_locale=en

Boeykens, S. 2012. ArchiCAD 16 Release [viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://cad-3d.blogspot.fi/2012/05/archicad-16-release-some-thoughts-on.html>

CGMeetup. 2014. V-Ray HDRI lighting for Exterior render in 3ds Max [viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://www.cgmeetup.net/home/v-ray-hdri-lighting-for-exterior-render-in-3ds-max/>

Economical by Design. 2016. The nicest features in Revit [viitattu 20.3.2016]. Saatavissa: <http://bimtricks.blogspot.fi/2013/03/the-nicest-features-in-revit.html>

Ghar360. 2016. Architecture. Need of 3d rendering visualization [viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://ghar360.com/blogs/architecture/need-3d-rendering-visualization>

Jann, M. 2011. 360° in 3ds Max with VRay. Pixelsonic [viitattu 9.3.2016]. Saatavissa: <http://www.pixelsonic.com/2011/04/360%C2%B0-in-3ds-max-with-vray-2/>

Madsen, CJ. 2010. Wireframe Models. Coroflot [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://www.coroflot.com/cjmadsen/wireframe-models>

O'Brien. 2012. Form1 delivers high-end 3D printing for an affordable price, meets Kickstarter goal in 1 day [viitattu 12.1.2016]. Saatavissa: canterbury.ac.nz/canterburycollege/blueprints/concept.shtml

O'Reilly. 2014. Autodesk Maya 2015 Tutorial | Interface Overview [viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=n-ZxFJUFj4Y>

Printspace. 2015. About 3D printing. 3D Printing Processes [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <https://www.printspace3d.com/what-is-3d-printing/3d-printing-processes/>

Rascomat. 2013. 3D Printing. Wat [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://www.rascomat.be/wat>

Slideshare. 2014. Rapid prototyping. Happy Engineers Day [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/gosavianiruddha/rapid-prototyping-41743271>

University of Canterbury. 2016. The Concept of Drawing [viitattu 24.2.2016]. Saatavissa: <http://www.canterbury.ac.nz/canterburycollege/blueprints/concept.shtml>

Wikipedia. 2016a. Teknisen piirtämisen välineet [viitattu 22.1.2015]. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Teknisen_piirustuksen_v%C3%A4lineet

LIITTEET

Liite 1.

