

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Viestinnän koulutusohjelma / audiovisuaalinen media

Jani Sourander

STEREOSKOOPPISEN STOP MOTION -ANIMAATION KUVAKÄSIKIRJOITUS

Seminaarityö 2011

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	MIKÄ ON STEREOSKOOPPINEN ELI 3D-ELOKUVA?	4
	2.1 Stereo ja CGI	4
	2.2 Historia	4
	2.3 Stereokuva ja markkinat	5
3	SYVYYDEN HAHMOTTAMINEN	6
	3.1 Syvyysvihjeet	7
	3.2 Stereoskooppiset syvyysvihjeet	7
	3.3 3D-kuvan vaikutus kerrontaan	8
4	STOP MOTION -ANIMAATIO JA 3D	10
5	IDEASTA KÄYTÄNTÖÖN	12
	5.1 Kuvakäsikirjoitus	13
	5.2 Syvyyskaavio	16
	5.3 Stereoikkunan rikkominen tarkoituksellisesti	16
6	PÄÄTELMÄT	19
	LÄHTEET	20
	LIITTEET	
	Liite 1. Kuvakäsikirjoitus	
	Liite 2. Syvyyskaavio	
	Liite 3. Käsikirjoitus	

1 JOHDANTO

Kahdella silmällä näkeminen on ihmiselle yhtä arkista kuin värin tai äänen aistiminen. Siitä huolimatta stereoskooppiset elokuvat, jotka tunnetaan paremmin 3D-elokuvina, ovat vasta nyt raivaamassa tietään ihmisten olohuoneisiin 3D-televisioiden yleistyessä. Stereoskooppista kuvaa on taltioitu ja levitetty jo 1800-luvun puolivälistä lähtien, mutta vasta digitaalinen vallankumous on tehnyt 3D-elokuvan tekemisestä ja esittämisestä edes jossain määrin käytännöllistä ja helppoa.

Koska 3D-elokuvilla ei ole vielä vahvaa perinnettä, stereoskooppinen kuvakerronta etsii yhä itseään. Seminaarityöni käsittelee 3D-elokuvan kuvakerrontaa kuvakäsikirjoittamisen näkökulmasta. Tärkein lähde on Bernard Mendiburun kirjoittama 3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen (2009). Tietääkseni muita kattavia kirjoja ei 3D-elokuvan tekemisestä ole kirjoitettu. Digitaalisen 3D-elokuvan pioneerien haastatteluita sen sijaan löytyy melko kattavasti sekä internetistä että alan lehdistä.

Seminaarityön produktiivinen osa, Nothing occurred -animaation kuvakäsikirjoitus, pohjustaa tulevaa opinnäytetyötäni, jossa aion käsitellä saman animaatiolyhytelokuvan kuvausta ja jälkikäsitelyä.

Idea 3D stop motion -animaation tekemiseen syntyi Coraline-elokuvan näkemisen myötä. Coraline (2009) on ensimmäinen kokoillan stop motion -animaatio, joka on kuvattu 3D:nä. Tuosta esikuvasta ponnistava Nothing occurred on oma taiteellinen produktioni ja tulee ilmaiseen jakeluun. Ajatus kuvakäsikirjoituksen tekemisestä syntyi tarpeesta. Kuvausten aloittaminen ilman kuvakäsikirjoitusta johtaisi helposti epäonnistumisiin ja kohtausten uudelleen kuvaamiseen. Stop motion -animaation tekeminen on hidasta, ja yhdenkin kohtausten uudelleen kuvaaminen on ajan haaskausta, jota pyrin välttämään huolellisella pohjatyöllä. Kuvakäsikirjoituksen piirtämistä edelsikin muutaman viikon vaihe, jossa perehdyin aiheeseen lukemalla ja tekemällä lyhyitä koekuvauksia.

Seminaarityössäni tutustutaan alan keskeisiin käsitteisiin ja pyritään kartoittamaan 3D-elokuvaamisen sekä mahdollisuudet että rajoitteet kuvakäsikirjoittamisen näkökulmasta.

2 MIKÄ ON STEREOSKOOPPINEN ELI 3D-ELOKUVA?

2.1 Stereo ja CGI

Mendiburun (2009, 1) mukaan käsite ”3D” viittaa elokuvateollisuudessa kahteen toisistaan merkittävästi poikkeavaan käsitteeseen:

3D:llä viitataan kolmiulotteiseen malliin perustuvaan CGI:hin (Computer-Generated Images) eli tietokoneella generoituun grafiikkaan. 3D CGI perustuu objektin 3D-malliin, jota kuvataan virtuaalisella kameralla. Tätä suuria laskutoimituksia vaativaa prosessia kutsutaan renderöinniksi. 3D-mallista renderöidään kaksiulotteinen kuva, jota voi katsella näytöltä tai jonka voi tulostaa paperille. (Finance – Zwerman 2010, 23–31.)

Toisessa merkityksessään 3D:llä viitataan stereoskooppiseen kuvaan. Stereoskopia on prosessi, jossa luodaan ja esitetään sekä vasemmalle että oikealle silmälle omat kuvansa eli stereokuvapari. Eri kuvat tuotetaan joko kahden kameran avulla tai yhden kameran kuvasta digitaalisesti. Kahden kuvan tuloksena katsojan päässä syntyy illuusio yhdestä, kolmiulotteisesta kuvasta. Prosessi hyödyntää ihmiselle luonnollista stereonäköä. (Pank 2011, 158) Stereoskooppisia kuvia voi luoda myös 3D-mallista edellisessä kappaleessa mainitulla tavalla eli renderöimällä; tällöin virtuaalisia kameroita tarvitaan kaksi.

3D-käsitteen monimerkityksellisyys johtaa helposti epäselvyyksiin. Esimerkiksi yhdyssanasta 3D-animaatio on vaikea päätellä, tarkoitetaanko sillä stereoskooppista animaatiota vai renderöityä animaatiota. Tämän seminaarityön yhteydessä 3D-kuva, 3D-elokuva ja 3D-animaatio tarkoittavat nimenomaan stereoskooppista kuvaa.

2.2 Historia

Charles Wheatstone keksi vuonna 1838 stereoskoopin eli laitteen stereokuvien katsomista varten. Hän todisti keksinnöllään teorian ihmisen stereonäöstä: ihminen näkee maailman kolmiulotteisesti, koska ihmisellä on kaksi silmää, jotka näkevät keskenään hieman erilaiset kuvat. Wheatstone esitteli laitteen Royal Society of Great Britainille vuonna 1838. M. Fizeau ja M. Claudet kuvasivat ensimmäiset 3D-valokuvat hopealevyille vuonna 1841. (Zone 2007, 6–9.)

Binokulaarinen eli molempisilmäinen näkö oli tällöin ollut tieteellisen spekulatiion aihe jo vuosisatoja tai jopa vuosituhansia. Ainakin Leonardo da Vinci tiedosti 1400-luvulla, ettei tasaisella taulunpinnalla oleva maalaus näytä koskaan samalta kuin todellinen maailma, ellemmme tarkastele kumpaakin vain yhdellä silmällä. Kauan ennen sitä, jo 300-luvulla eaa., Euclid tiedosti vasemman ja oikean silmän näkevän objektin hieman eri kulmasta. (Zone 2007, 5–6.)

1950-luvulla alkoi ensimmäinen 3D-elokuvan kulta-aika, joka tosin päättyi lyhyeen analogisen teknologian vaikeuksien takia. Sekä kuvaus että projisointi vaati suurta tarkkuutta, ja pienet virheet kostautuivat helposti epämukavana katsomiskokemuksena. 50-luvulla elokuvateatterit kilpailivat Yhdysvalloissa kotona yleistyvien väritelevisioiden kanssa. Ratkaisu yleisön houkuttelemiseksi löytyi kuitenkin 3D:n sijasta anamorfisista linsseistä ja laajakuvaformaattista. (Mendiburu 2009, 7.)

Digitaalisen 3D:n renessanssi alkoi joulukuussa 2003, kun Napapiirin pikajuna (The Polar Express) sai ensi-iltansa. Elokuva näytettiin 3D-näytöksenä 70 IMAX-elokuvateatterissa, kun taas kaksiulotteinen näytös oli nähtävissä 3650 salissa ympäri maailman. 2-ulotteinen versio luonnollisesti tuotti enemmän useampien näytösmäärien takia, mutta kopiota kohden 3D-versio tuotti 14-kertaisen määrän tuottoa. (Mendiburu 2009, 4–5.)

2.3 Stereokuva ja markkinat

Elokuvateattereiden kannalta 3D vaikuttaa lupaavalta. 3D-elokuvien suosio on lisännyt suomalaistenkin elokuvateattereiden kävijämääriä ja erityisesti lipputuloja. Vuonna 2010 julkaistiin ensimmäinen suomalainen 3D-tuotanto, animaatioelokuva Muumi ja punainen pyrstötähti. Digitalisoituja saleja oli viime vuonna 30 prosenttia kaikista saleista, yhteensä 93, ja niistä 90:ssä on olemassa 3D-esitystekniikka. Ensi-iltaan tuli 21 3D-elokuvaa, joka on tuplasti verrattuna edellisvuoteen 2009. (Hautamäki – Kempinen 2011, 6–18.)

3D-elokuvan uuden esiinmarssin myötä myös mahdolliset terveysriskit ovat nousseet puheenaiheeksi. Televisioiden ja pelien käyttöohjeissa varoitetaan mahdollisista haitoista, ja varsinkin lasten suhteen varoitellaan herkästi, mikä voi säikäyttää mahdollisia asiakkaita. Elokuvateattereilla on se helpote, että 3D rasittaa silmiä sitä

enemmän, mitä lähempänä ja pienempi näyttöpääte on. Elokuvateattereilla kuvapinta on suuri ja kaukana katsojasta. Yksiselitteisiä tutkimustuloksia ei ainakaan vielä ole. (Kautonen 2011.)

Työntekijän näkökulmasta 3D-markkinat vaikuttavat houkuttavilta. Visuaalisten erikoistehosteiden alalla noin joka viides työnantaja Yhdistyneissä Kuningaskunnissa kokee, että työnhakijoilta puuttuu tietämystä ja taitoa stereoskooppisesta työnteosta. (Livingstone – Hope 2011, 75.)

Ennen kuin hylkää kaiken 2D-osaamisen ja perehtyy 3D:n maailmaan, kannattaa kuitenkin huomioida, että 3D-elokuvan kuolemaa on jo ehditty julistaa. 2009 ja 2010 julkaistut 3D-elokuvat tuottivat elokuvateatteria kohden 50–100 prosenttia enemmän kuin 2D-elokuvat. Mutta esimerkiksi 2010 kesällä julkaistun *Toy Story 3*:n 3D-näytökset jäivät 5 prosenttia 2D-näytöksistä tappiolle. Syitä 3D:n heikentyneeseen menestykseen on useita. Elokuvateatterit ovat olleet lippujen hintojen suhteen ahneita. Toisaalta useat 3D-elokuvat ovat 2D-elokuvia, jotka on jälkityössä digitaalisesti käännetty 3D-elokuvaiksi, eli 2D-3D-konversioita. Katsojat ovat näin voineet tuntea itsensä huijatuksi. Lisäksi 3D:n näkeminen vaatii kokemusta, ja ensikertalaiset ovat voineet säikähtää päänsärkyä. Myös käsikirjoituksista löytyy vikaa; useat 3D-elokuvat ovat olleet kriitikoiden mukaan tarinallisesti laihoja. Se, onko 3D kuollut, kuolettavasti haavoittunut vai kokee vain ensi-innostuksen jälkeistä taantumaa, selviää tulevaisuudessa. (Engber 2011.)

Siinä missä *Slate Magazine* on valmis kuoppaamaan 3D:n (ks. kappale yllä), *YLE*:n Kuningaskuluttaja-ohjelma väittää, että 3D on tullut jäädäkseen. Kolmiulotteisuus on leviämässä elokuvateattereista olohuoneisiin, nimittäin uusista myydyistä televisioista jo 15% on 3D-televisioita. Hinnat tulevat laskemaan lähivuosina, sillä 3D on yksi niistä ominaisuuksista, joiden avulla valmistaja hinnoittelee toiset televisiomallit kalliimmiksi kuin toiset. 3D ei itsessään lisää valmistuskustannuksia oleellisesti. Tämän hetken televisiot tarvitsevat vielä 3D-lasit, mutta tulevaisuudessa autostereoskooppiset eli ilman laseja toimivat 3D-näytöt yleistynevät. (Vatanen 2011.)

3 SYVYYDEN HAHMOTTAMINEN

Ihmisen kykyä yhdistää kahden silmän kuvat yhdeksi kutsutaan stereonäköksi. Stereo-näkö on kuitenkin vain yksi monista keinoista hahmottaa kolmiulotteista maailmaa

ympärillämme. Muita keinoja ovat monokulaariset syvyysvihjeet ja liikkeeseen perustuvat syvyysvihjeet. (Mendiburu 2009, 11.)

3.1 Syvyysvihjeet

Yhdellä silmällä nähtäessä tilaa hahmotetaan monokulaaristen syvyysvihjeiden avulla. Näin hahmotamme myös kaksiulotteisen valokuvan. Monokulaariset syvyysvihjeet perustuvat ihmisen muistiin ja päättelykykyyn: jos ihminen ja Eiffel-torni ovat saman kokoisia kuvassa, Eiffel-tornin täytyy olla kauempana. (Mendiburu 2009, 11-14.)

Liikkeeseen perustuvat syvyysvihjeet vaativat ajan muutoksen, joten ne eivät toimi valokuvan kanssa. Aivot mittaavat parallaksia eli esineiden suhteellista etäisyyttä toisiinsa ja taustaan: jos tallaat askeleen sivusuunnassa, etualalla olevat objektit siirtyvät näkökentässäsi enemmän kuin kaukana olevat. (Mendiburu 2009, 15-17.)

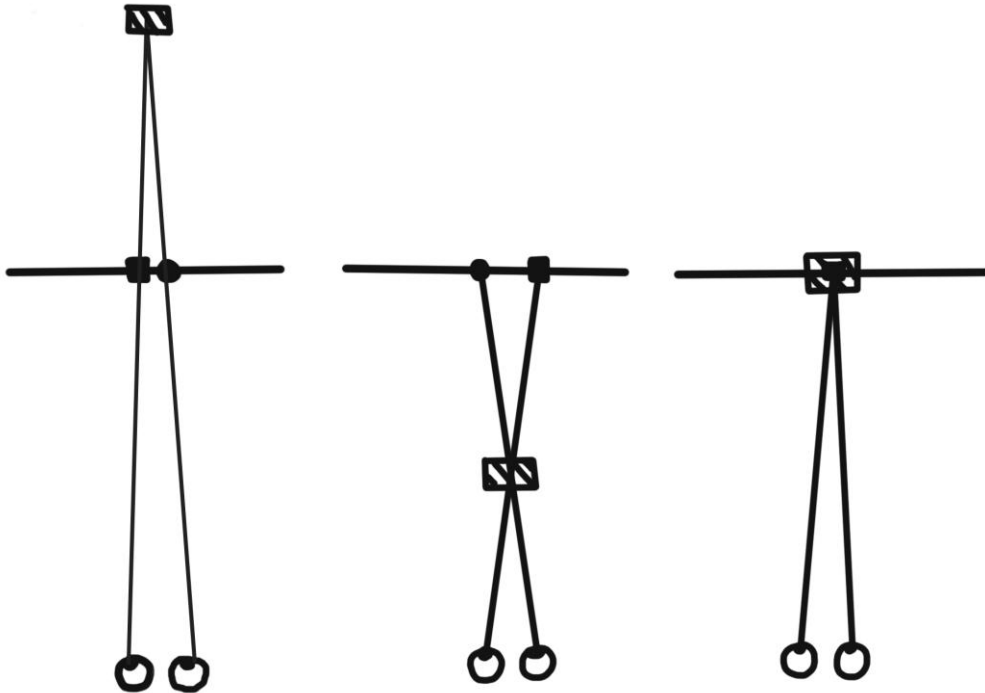
3.2 Stereoskooppiset syvyysvihjeet

Arviolta 3-15 prosenttia ihmisistä eivät näe laisinkaan stereokuvaa. Stereonäöltään terveet ihmiset hyödyntävät edellä mainittujen monokulaaristen ja liikkeeseen perustuvien syvyysvihjeiden lisäksi stereoskooppisia syvyysvihjeitä maailman hahmottamiseen. (Mendiburu 2009, 24.)

Stereoskooppisten syvyysvihjeiden perustana ovat kahden kuvan eroavaisuudet: sama objekti näkyy eri silmien kuvissa eri paikassa suhteessa taustaan. Mitä lähempänä kohde on, sitä suuremmat eroavaisuudet ovat. Lisäksi silmä näkee objektin takana kaistaleen taustaa, jota toinen silmä ei näe, ja objekti näyttäytyy eri silmille hieman erimuotoisena. (Mendiburu 2009, 17-19.)

Lisäksi aivot saavat tietoa silmämunia liikuttavilta lihaksilta ja osaavat analysoida sitä ainakin lyhyillä etäisyyksillä. Lähelle katsoessa silmät osoittavat kieroon, kauas katsoessa silmät ovat samansuuntaisesti. Tätä silmien kääntymistä sisäänpäin kutsutaan konvergenssiksi. (Mendiburu 2009, 20.) Pankin (2011, 42) mukaan konvergenssi on silmille helpompaa kuin divergenssi eli silmien kääntyminen ulospäin, jota tapahtuu äärettömyyttä kauemmas katsoettaessa. Konvergenssiä on sitä enemmän, mitä lähempänä kohde on kameraa. Tällä, kuten myös divergenssillä, on rajansa, jotka riippuvat kuvapinnan koosta ja etäisyydestä. Pank (2011, 139) kirjoittaa

myös, että negatiivinen parallaksi tuo kohteet lähelle, positiivinen parallaksi vie kauemmaksi. Mikäli parallaksia ei ole, kohde on kuvapinnan tasolla.



Kuva 1. Positiivinen, negatiivinen ja nollaparallaksi. (Hummel 2008, s. 53–56.)

3.3 3D-kuvan vaikutus kerrontaan

Ihminen osaa lukea kaksiulotteisesta kuvasta syvyystietoa, ja toisaalta elokuvien tekijät ovat koko elokuvan historian ajan harjoitelleet syvyysvihjeiden käyttöä. Siispä 3D-kuvan arvo ei selity pelkästään syvyysvaikutelman luomisella. Tärkeämpää on se, että stereonäkö on ihmiselle luonnollinen tapa nähdä asiat. 3D-kuva luo vahvemman illuusion todellisuudesta kuin 2D-kuva, ja todellisuudentuntu johtaa vahvoihin tunnelatauksiin kohtauksissa. 3D-kuvaa voi verrata väriin tai ääneen: kumpikaan niistä ei ole mullistanut elokuva-alaa, mutta niillä on silti ollut vahva vaikutus tarinankerrontaan ja elokuvan tekoon. (Mendiburu 2009, 3-4.)

Markku Pölönen kertoo verkkolehti Viiveen haastattelussa (Partanen 2011), että hänen mielestään 3D on parhaimmillaan hitaassa draamassa. Hänen mukaansa 3D tuo uutta taustojen ja maisemien käyttöön siten, että kuvassa on pidemmäksi aikaa katsottavaa kuin 2D-kuvassa. Mendiburu (2009, 151) väittää, että 3D-kuva on vaikeampi vastaanottaa visuaalisesti kuin 2D-kuva, joten 3D ei pelkästään sovellu paremmin hitaampaan

leikkaustahtiin vaan se jopa vaatii sitä. Hän muistuttaa kuitenkin, että alalla ei ole vielä yksimielisyyttä 3D-elokuvan leikkauksesta.

1800-luvulla useat maalarit ja tavan kansalaiset eivät pitäneet valokuvausta taiteena, sillä se syntyi mekaanisen prosessin tuloksena. Muun muassa ranskalainen kriitikko ja runoilija Baudelaire väitti, että laiskat maalarit ryhtyvät valokuvaajiksi.

Valokuvauksen paikka oli Baudelairen ja samanmielisten mukaan vain taiteen ja tieteen palvelijana. (Rosenblum s.a.) Mielestäni 3D-elokuva kokee nyt samanlaista taidesyrjintää. Se nähdään vain teknisenä tempuna.

Mutta 3D-elokuva ei ole 2D-elokuva, joka on sattumoisin kuvattu kahdella kameralla. Ei äänielokuvakaan ole mykkäelokuva, jossa on sattumalta mukana ääni, eikä valokuva ole maalaus, joka on tehty pensseliä teknisemmällä laitteella. Aivan kuten äänikin, 3D tulee ottaa huomioon ennen kuvauksia, kuvauksien aikana ja kuvausten jälkeen, sekä luovasta että teknisestä näkökulmasta. (Mendiburu 2009, 35.)

Saman tarinan voi kertoa usean eri formaatin avulla. Nuotiokertomus, näytelmä, radiokuunnelma, 2D-elokuva ja 3D-elokuva vaativat kaikki omanlaisen sovituksen tarinasta. Hyvä 3D-elokuva hyödyntää oman formaattinsa vahvuuksia. 3D otetaan tällöin huomioon jokaisessa elokuvanteon vaiheessa. (Moltenbrey 2011, 2–28.)

2D-kuvassa diagonaaliviivat ovat vahvoja visuaalisia elementtejä, 3D-kuvassa ne ovat vain yleisöstä kauemmas karkaavia perspektiiviivoja. Tällaiset asiat tulee ottaa huomioon kuvakäsikirjoitusta tehdessä ja kuvien sommittelua miettiessä. Osa 2D-kuvan kokemuksesta on hyödyllistä, mutta osa taidoista pitää pyrkiä unohtamaan. (Mendiburu 2009, 39.)

Stereoikkuna on 2D-kuvalle vieraista käsitteistä tärkein. Se on kuvitteellinen ikkuna, jonka lävitse 3D-elokuvaa katsotaan. 2D-elokuvaa rajaa kuvan reunat, kun taas 3D-elokuva on tila, jota katsotaan ikkunan läpi. Kuvan reunat ovat ikkunan kehykset. (Mendiburu 2009, 79–88.)

Jos kuvatason etupuolella oleva esine ylittää kuvan reunan, syntyy ongelmia. Kaksi syvyysvihjettä ovat ristiriidassa: toinen silmä näkee esineen vain osittain, joten sen täytyisi olla ikkunan eli kuvapinnan takana, mutta koska kuvien parallaksi on negatiivista, esineen kuuluisi olla kuvapinnan etupuolella. (Pank 2011, 33.)

Mendiburu (2009, 36–43) korostaa, että 3D-elokuvan kerronta on nuorta, ja että alalla on vain kourallinen ihmisiä yli 10 vuoden kokemuksella. Hänen mukaansa 3D:n petollisuus piilee siinä, että se kuulostaa äärimmäisen helpolta – ja tekniikka onkin hänen mukaansa helppo oppia. Vaikea osuus on 3D-kerronta. Sen oppiakseen tarvitsee Mendiburun mukaan paljon kokemusta.

Se on kuitenkin selvää, että 3D ei ole pelkästään yksittäinen erikoistehoste. Coraline-animaatiossa (ks. luku 4) syvyysvaikutelmaa on käytetty kerronnallisena elementtinä. Elokuvassa syvyyden määrää säädetään päähenkilön tunteiden ja ympäristön mukaan. Todellisuutta kuvatessa syvyyttä vähätellään, kun taas viehättävässä toisessa ulottuvuudessa syvyysvaikutelma on miellyttävä. Toisen ulottuvuuden synkän puolen paljastuessa päähenkilölle syvyysvaikutelmaa liioitellaan tarkoituksellisesti. (Kozachik 2009, 29.)

4 STOP MOTION -ANIMAATIO JA 3D

Stop motion -animaatio syntyy siten, että kameran edessä liikutetaan esinettä aina kuvan oton välillä. Kameraan taltioituu kuin itsestään liikkuva kohde. Suurin osa yleisön tuntemasta 1900-luvun stop motion -animaatioista on joko lyhytelokuvia tai erikoistehosteita pitkiä elokuvia varten. Stop motion -animaation tekeminen on työlästä ja siksi myös kallista. (Piebe 2011, 1–2.) Financen ja Zwermanin (2010, 5) mukaan stop motion on mahdollisesti vanhin visuaalisten tehosteiden luomiseen käytetty tekniikka.

Ensimmäinen suurella budjetilla ja kokeneella miehistöllä tehty koko illan stop motion -elokuva, Henry Selickin ja Tim Burtonin Painajainen ennen joulua (The Nightmare Before Christmas), julkaistiin vasta vuonna 1990. Jurassic Park, jossa piti alun perin olla stop motion -dinosaurukset, julkaistiin tietokoneanimaatiolla höystettynä vuonna 1993. Näyttävä tietokoneanimaatio, kuten Pixarin Toy Story (1995), kiinnosti yleisöä, mutta käsin tehty stop motion ei ole kuollut pois. Vuonna 2005 julkaistiin ensimmäinen digitaalijärjestelmäkameralla (Canon 1D Mark II) kuvattu koko illan elokuva, Tim Burtonin ohjaama Corpse Bride. Digitaalisuus helpotti sekä kuvan tarkkailua kuvauspaikalla että myöhemmin leikkausta, johon käytettiin Apple Final Cut Pro -ohjelmaa. (Piebe 2011, 1–48.)

The Nightmare Before Christmas julkaistiin uudelleen 3D:nä 2006. Alkuperäinen teos kuvattiin kuitenkin vain kaksiulotteisesti. (Piebe, 2011, 180.) Vuonna 2009 julkaistu Coraline on ensimmäinen stereoskooppisesti kuvattu koko illan stop motion -elokuva. Jokaista elokuvan ruutua varten kuvattiin sekä vasemman että oikean silmän kuvat. (Kozachik, 2009, 28.) Coraline-elokuva toimii innoittajana ja esikuvana projektissani. Tarinan päähenkilö on nuori tyttö, Coraline, joka muuttaa vanhempiansa mukana uuteen kotiin. Tylsistyneen, vanhemmiltaan liian vähän aikaa saavan tytön elämään tulee jännitystä, kun hän löytää talosta luukun toiseen todellisuuteen. Siellä kaikki vaikuttaa olevan unenomaisesti paremmin kuin alkuperäisessä todellisuudessa, kunnes toisen todellisuuden pelottavat piirteet alkavat paljastua Coralinellem.

Mendiburun mukaan (2009, 203) stereoskooppisen elävän kuvan taltiointiin tarvitsee joko kaksi synkronoitua ja tarkasti aseteltua tavallista 2D-kameraa tai yhden 3D-kameran. Kozachikin mukaan (2009, 29) stereoskooppinen stop motion -animaatio, kuten Coraline, hoituu järkevimmin yhdellä kameralla. Koska kuvattava kohde pysyy paikoillaan, kameraa voi siirtää vuorotellen vasemman ja oikean silmän kohdalle. Kozachikin kokeilujen mukaan lähikuvissa kameraa piti siirtää Coralinen lähikuvissa 1–3 millimetriä, laajoissa kuvissa 3–10 millimetriä.

Coraline-elokuvan pääkuvaaja Pete Kozachik (2009, 29–29) kuvasi teoksen teolliseen käyttöön tarkoitetulla MegaPlus EC11000:lla. Kameran alla oli motorisoitu kisko, joka siirsi kameraa vasemman ja oikean silmän pisteisiin. Minä tein koekuvaukset tavallisella Nikon D700 -digitaalijärjestelmäkameralla ja käsikäyttöisellä Manfrotto MA 454 -makrokiskolla. Makrokisko on lähikuvaukseen tarkoitettu kisko, jonka kyljessä on millimetriasteikko.

Koekuvauksissa kokeilin, onnistuuko kameran liikuttaminen kahden etäisyyden välillä niin, että lopullinen videokuva ei tärisi. Kuvasin Barbie-nukkeja, sillä elokuvani päähenkilö oli vasta suunnitteilla. Tyttöystäväni avusti barbien liikuttamisessa, minä otin oikean silmän kuvan makrokiskon asteikon nollakohdasta ja vasemman silmän kuvan 10 millimetrin kohdalta. Kuvasin 24 kuvaa per silmä eli 48 kuvaa yhteensä, joka tarkoittaa kahden sekunnin animaatiota 12 kuvaa sekunnissa toistettuna. Siirsin kuvat koneelle ja nimesin ne Adobe Bridge -ohjelman Batch rename -toiminnon avulla uusiksi. Vasemman silmän kuvat noudattivat kaavaa barbie.l.##.jpg, oikean silmän kuvat barbie.r.##.jpg. Avasin tiedostot Nukessa ja katsoin lopputulosta puna-syaanilasien

avulla. Makrokisko osoittautui stop motion -animaation kuvauksen kannalta hyödylliseksi. Samalla todistin, että 3D stop motion -animaation tekemiseen ei tarvitse kuvauskalustoa, jota ei saa tavallisesta viihde-elektroniikkakaupasta tai paikallisesta kamerakaupasta.

Stop motion -animaatio on siitä hyvä 3D-elokuvaamisen harjoitteluun, että ammatti- maista kuvanlaatua saa halvalla. Canon 1D Mark II:n, jolla Corpse Bride on kuvattu, saa kirjoitushetkellä (16.11.2011) Helsingin Sanomatalon Rajala Pro Shopista käytettynä 793 eurolla. Sen sijaan Hollywood-tason elävän kuvan tuottaminen alle 1000 euron videokameralla on haaste, ellei jopa mahdotonta. Lisäksi elävän kuvan 3D-elokuvaan tarvitsisi kaksi kameraa ja stereo rigin, eli kehikon kahdelle kameralle. Stereo rigissä toisen kameran kuva heijastetaan puoliläpäisevän peilin läpi, toinen sen heijastuksen kautta, jotta kameroiden etäisyys saadaan riittävän pieneksi. Isoja videokameroita ei muutoin saa esimerkiksi 65 millimetrin etäisyydelle toisistaan, joka on silmien keskimääräinen etäisyys toisistaan. Pienoismalleja kuvatessa etäisyyden tulee olla paljon pienempi, kuvakoosta riippuen 1–10 mm, kuten aiemmin kirjoitin.

5 IDEASTA KÄYTÄNTÖÖN

Ennen kuin olin nähnyt yhtäkään 3D-elokuvaa, olin lukenut stereoskooppisia sarjakuvia ja pelannut Quake 3 -peliä puna-syaanilaseilla, mutta ne eivät olleet tehneet minuun vaikutusta. Ensimmäisen kosketukseni 3D-elokuvaan sain elokuussa 2008, kun kävin lehdistönäytöksessä Kajaanin Bio Rex -elokuvateatterissa, joka aloitti Isotalon (2008, 11) mukaan toisena elokuvateatterina Suomessa digitaalisten 3D-elokuvien näytökset. Lehdistönäytöksessä pyörinyt U2 3D -rock-livetaltiointi poisti hetkessä suurimmat ennakkoluuloni. Olin tällöin Kainuun Sanomilla valokuvaajana, joten tiesin jo ammattini puolesta luvussa 2 esitellyistä syvyysvihjeistä ja arvostin perinteistä valokuvaa suuresti. Käsitin kuitenkin heti, että 3D-elokuvauksessa on potentiaalia.

Valitettavasti näin myös elokuvia, joissa potentiaalia ei ollut mielestäni hyödynnetty. 3D-malleista renderöidyt elokuvat, kuten Beowulf, Monsters vs. Aliens ja Up näyttivät kauniilta 3D:nä, kuten myös seminaarityöni suuri innoittaja, vuonna 2009 julkaistu stop motion -animaatio Coraline. Sen sijaan elävä kuva ei tuntunut toimivan laisinkaan muun muassa Scar, Alice in Wonderland ja Clash of the Titans -elokuvissa. Avatar oli poikkeus.

Otin ensimmäisen 3D-kuvani 22. heinäkuuta 2011 tyttöystävästäni. Otin kaksi valokuvaa 65 mm etäisyydeltä toisistaan ja yhdistin ne NukeX-ohjelmassa. Ohjelman käytön opin fxphd:n kurssien avulla, jotka ostin ja latsin Internetistä. Stereoskooppisen kuvan kannalta tärkeimmät ostamani kurssit olivat ”NUK212: Nuke 2D to 3D Stereo Conversion” ja ”NUK203: Nuke and Stereoscopic”. Suoritin 3D-kuvan tarkkailun puna-syaanilasien avulla tavalliselta tietokoneen näytöltä.

8. elokuuta tein ensimmäisen 2D–3D-konversion eli digitaalisen käännöksen 2D-kuvasta 3D-kuvaan. 7 sekunnin kohtauksen käsittelyyn meni noin 8 tuntia aikaa, eikä lopputulos ollut yhtä realistinen, kaunis tai näyttävä kuin kahdesta kuvasta kokoamani 3D-kuvat. Sain syyskuun vaihteessa idean lyhytelokuvasta, joka kertoisi kyborgista. Päätin tehdä animaation stereoskooppisena, sillä halusin oppia lisää 3D-elokuvauksesta, ja arvelin siitä olevan hyötyä työmarkkinoilla. Lisäksi muistissani oli yhä se hieno kokemus, kun näin stereoskooppisen Coralinen ensimmäistä kertaa. Oli selvää, että aihe olisi liian laaja seminaarityöksi, joten jaoin animaation kuvakäsikirjoittamisen seminaarityön aiheeksi ja kuvauksen sekä jälkityön opinnäytetyön aiheeksi.

Kokemukseni stop motion -animaatiosta ja stereoskooppisesta kuvasta olivat vähäiset, joten minun oli aloitettava projekti keräämällä tietoa. Mendiburun (2009, 93–94) mukaan tärkeimmät käsitteet ovat stereoikkuna ja stereoskooppinen jatkuvuus leikkausten välillä. Nämä tulee ottaa huomioon kuvakäsikirjoituksesta lähtien. Näin välttyy ikäviltä yllätyksiltä myöhemmin, kuten liian suurelta negatiiviselta tai positiiviselta parallaksilta, jotka esittelin luvussa 3.

5.1 Kuvakäsikirjoitus

Simon (2009, 3) määrittelee kuvakäsikirjoituksen (eng. storyboard) sarjakuvan kaltaiseksi kuvitukseksi siitä, miltä tuottaja tai ohjaaja haluaa lopullisen elokuvan näyttävän. Hart (2008, 37) tiivistää, että kuvakäsikirjoituksella on lopulta vain yksi päämäärä: tuottaa kolmiulotteisesta todellisuudesta kaksiulotteinen kuvapinta. Tämä pätee 2D-elokuvaan, mutta 3D-elokuvassa kuvapintaa ei ole: on vain stereoskooppinen ikkuna ja tila. 3D-piirros on toki mahdollista tehdä. Tähän tarkoitukseen on jopa koodattu erillisiä ohjelmia, kuten Janro Imaging Laboratoryn SANDDE. Päädyin kuitenkin käyttämään Mendiburun (2009, 95) ehdotusta, jossa etualalla käytetään paksumpaa piirrosviivaa kuin taka-alalla ja oheen piirretään

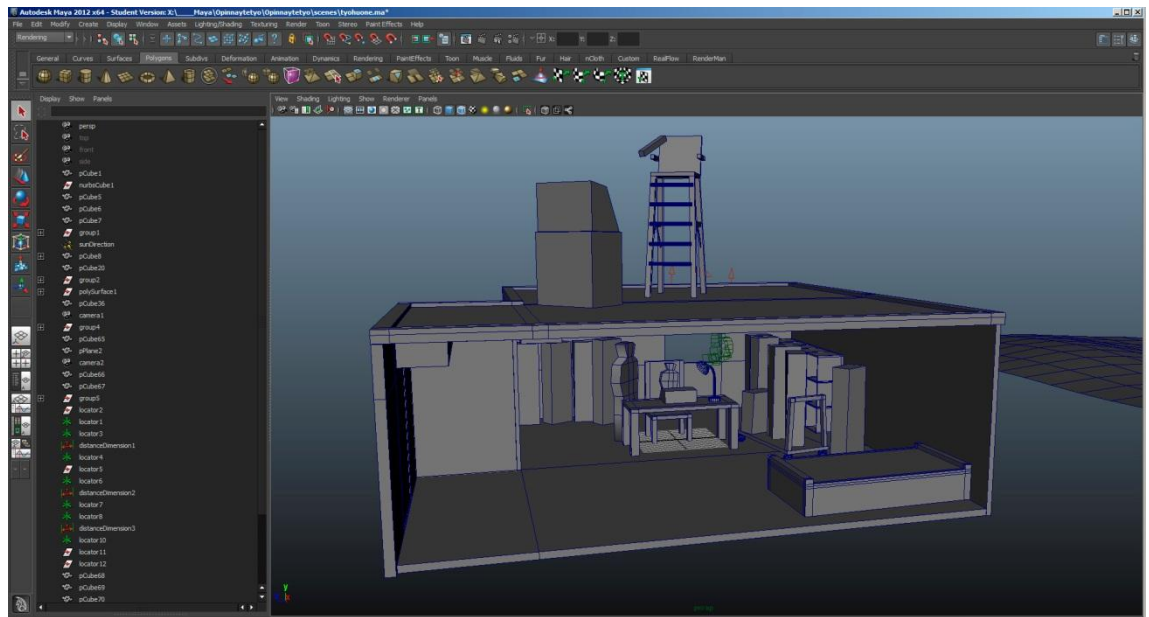
syvyyskartta. Käsikirjoituksen pohjana toimi minun kirjoittama lyhytelokuvan käsikirjoitus (ks. liite 3.)

Simonin mukaan (2009, 26) kuvakäsikirjoituksen hyödyt ovat säästöt rahassa ja ajassa sekä kommunikaation helpottuminen. Jälkimmäisestä on minulle vähiten hyötyä, sillä kuvausryhmäni tulee olemaan hyvin pieni; tarvitsen korkeintaan kaksi avustajaa kuvauksiin. Ajassa säästäminen on sen sijaan huomattava tekijä. Koska teen stop motion –animaatiota, lyhyenkin oton kuvaaminen voi kestää kauan. Jos kuvaan 12 kuvaa sekuntia kohden, 10 sekunnin otosta varten tarvitsee kohdetta liikuttaa jo 120 kertaa. Jos jokaisen stereokuvaparin ottamiseen ja kohteen liikuttamiseen menee 30 sekuntia, tämän 10 sekunnin otoksen luomiseen menisi jo tunti.

Simon (2009, 26) toteaa, että kuvakäsikirjoitus auttaa myös jatkuvuudessa. Kohtaukset voidaan kuvata eri päivinä ja eri lokaatioissa, joten kuvaussuunta voi unohtua helposti ilman visuaalista muistutusta. Mendiburun (2009, 88) mukaan kuvakäsikirjoituksen oheen on suositeltua piirtää syvyyskartta, jotta suunnittelu- ja kuvausvaiheessa tietää esineiden paikan 3D-elokuvan luomassa tilassa. Lisäksi näin myös syvyydessä pysyy jatkuvuus muistissa. Syvyyskarttan avulla voi myös suunnitella etukäteen kohtauksia, joissa syvyyttä on vähemmän, jotta katsojan silmät saavat levätä. Suurin syvyys kannattaa laittaa kohtauksiin, joihin tarvitaan suurin tunnelataus.

Aloitin kuvakäsikirjoituksen kynällä paperille, mutta en päässyt kahta kuvaa pidemmälle, kun tunsin jo haasteen liian vaativaksi. Kuvauslokaatiota ei ollut vielä valmiina, vaan se tulisi rakentaa kuvakäsikirjoituksen pohjalta. Oli todella vaikeaa hahmottaa tila, jota ei ole olemassa ja joka tulee olemaan pienoismalli. Halusin ehdottomasti hallita perspektiivin ja tilan niin, että rekvisiitta olisi mahdollista rakentaa aivan kuvakäsikirjoituksen mukaiseksi, joten aloitin kuvauslokaation mallintamisen Autodesk Maya 3D-ohjelmistolla. Tein stop motion –nuken kokoisen objektin Mayalla ja aloin koota käsikirjoituksen mukaisia tavaroita ympärille: pöytä, tuoli, kirjoituskone ja lopulta koko huone. Lopputuloksena sain 3-ulotteisen mallin huoneesta esineineen, jotka kaikki ovat liikuteltavissa. Siirtelin virtuaalista kameraa tilassa, aivan kuin olisin ollut itse tilassa kameran kanssa. Renderöin haluamistani kuvauskulmista tavallisia 2D-kuvia ja käytin näitä kuvakäsikirjoituksen pohjana. Näin

vältyin siltä, että piirtäisin kuvakulmia, jotka eivät olisi mahdollisia kuvata. Toisaalta sain Mayasta valmiit mitat tai ainakin hyvät ohjelmitat rekvisiitan rakentamista varten.



Kuva 2. Virtuaalinen rekvisiitta. Ruutukaappaus Maya-ohjelmasta.

Käytin kaikissa kuvakäsikirjoituksen (ks. liite 1) kuvissa 20-millimetristä laajakulmalinssiä. Mendiburun mukaan (2009, 110) pitkät linssit tuottavat 3D-kuvaa, joka näyttää siltä kuin kaksiulotteisia pahvikuvia olisi eri etäisyyksillä. Hän suosittelee alle 30 millimetrin polttovälien käyttöä.

Seuraavaksi tein Adobe Photoshop -ohjelmalla kuvakäsikirjoitukselle sivupohjan, jossa on kolme 16:9-kuvaraamia. Laitoin päällimmäiselle tasolle (eng. layer) Mayalla renderöidyn kuvan ja asetin sekoitustilaksi ”hard light” sekä säädin opacityn noin 60 prosenttiin. Alemmalle tasolle piirsin ääriviivat. Taka-alalla käytin vain yhden pikselin, etualalla viiden pikselin paksuista viivaa. Tämä vaihe olisi onnistunut varmasti muillakin ohjelmilla, mutta minulla oli Photoshopin lisenssi jo valmiina ja ohjelma oli minulle entuudestaan tuttu.

Tajusin kuitenkin äkkiä, että jos haluan muokata kuvien järjestystä tai lisätä kuvia, täytyisi minun muuttaa jokaista sivua. Korjasin ongelman Photoshopin rajaustyökalun avulla; leikkasin 7,5 cm korkeita ja 21 cm leveitä palasia sivuista. Tallensin ensimmäisen kuvan tiedostonimellä ”strip010.psd” ja seuraavan ”strip020.psd”. Jos haluaisin myöhemmin lisätä kuvan 1 ja 2 väliin uuden kuvan, voisin antaa tiedostolle nimen ”strip011.psd”.

Valmiin PDF-kuvakäsikirjoituksen koostin Adobe Bridge -ohjelmalla, joka osaa koostaa kuvista PDF-dokumentteja. Asetin tilaksi triptyykin, jolloin kuvia tulee kolme päällekkäin samalle sivulle. Koska kuvakäsikirjoituksen kuvatiedostot ovat aakkosnumerojärjestyksessä (strip010.psd, strip020.psd...), ne asettuvat automaattisesti oikeaan järjestykseen.

5.2 Syvyyskaavio

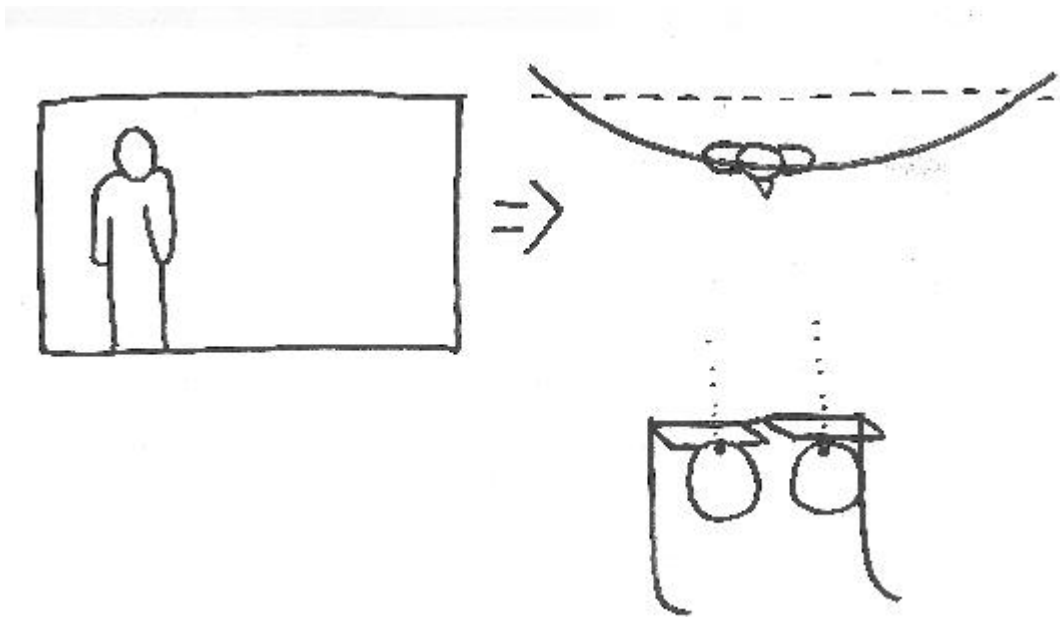
Syvyyskaavion (ks. liite 2) toteutin kuvakäsikirjoituksen tapaan Adobe Photoshop -ohjelmalla. Kuvittelin mielessäni käsikirjoituksen kohtaukset kuvakirjoitusta katsoen ja otin sekuntikellolla ajan. Näin sain animaation kestoksi 1 min 47 s eli 107 sekuntia. Loin Photoshopissa uuden dokumentin A4-kokoisena ja asetin ruudukon näkyville (Ctrl + '). Laskin ruudukosta, että 36 ruutua olisi sopiva leveys paperilla, joten jaoin 107 sekuntia 36 ruudulla, saaden tulokseksi noin 3 sekuntia/ruutu. Tämän jälkeen käytin vuoro kohtauksin vihreää ja punaista väriä, merkatun 1/3 ruudun eli yhden sekunnin tarkkuudella kuvien kestot janalle.

Kun jana oli valmis, tein pystysuuntaan asteikon, joka kattaa luvut -10:stä +10:een. Tämän jälkeen aloin luovuutta käyttäen tehdä haluamaani syvyysvaikutusta. Asteikon luvut eivät ole mitään tarkkoja arvoja, vaan suhteellinen skaala, jossa -10 on lähin yhä hyvältä näyttävä etäisyys ja +10 kauimmainen. Tarkat pikselimäärät mittaan ja kokeilen, kun rekvisiitta on valmis.

Seuraavaksi selvitän kolmen kuvakäsikirjoitukseni kuvan 3D-elokuvalliset ratkaisut.

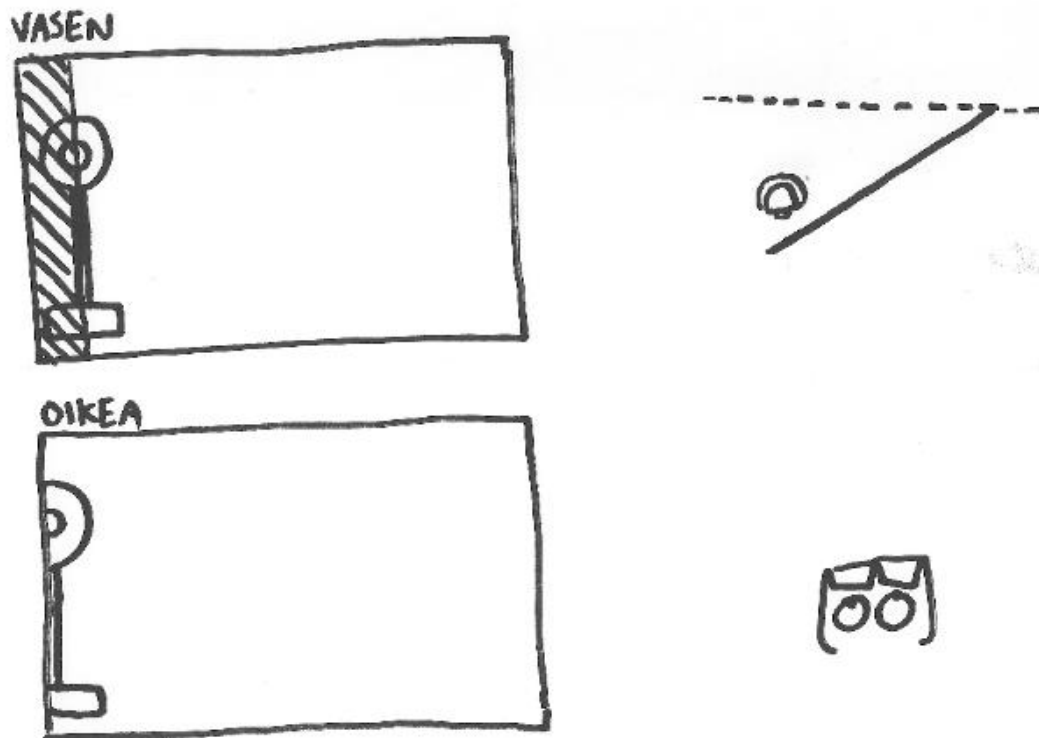
5.3 Stereoikkunan rikkominen tarkoituksellisesti

Kohtauksen kuusi ensimmäisessä kuvassa asetin kyborgin eli tutun asian etualalle ja vieraan esineen eli taivaalta tipahtaneen laatikon taka-alalle. Luvussa 3 kerroin, että etualalla oleva kappale ei saisi leikata kuvan reunaa. Mendiburun mukaan (2009, 80) tätä sääntöä voi rikkoa ylä- ja alalaidan kanssa. Siten asetin sen kuvapinnan etupuolelle syvyyskartassa, aivan kuten kerronnallisessa mielessä halusinkin. Katsoja näkee kyborgin kuvapinnan etupuolella, mutta silti stereoikkunan takana. Mendiburun mukaan (2009, 80) katsojan aivot olettavat, että stereoikkuna on tällöin katsojan suuntaan käyrä. Hänen mukaansa tätä metodologiaa tulee käyttää hillitysti, ja erityisesti esineen katkaisua ylälaidasta tulee välttää.



Kuva 3. Stereoikkuna taipuu kohti yleisöä, kun etualan kohde rikkoo ikkunan alalaidan (Mendiburu 2009, 80.)

Kohtauksen kaksi toisessa kuvassa rikoin kuvan reunaa kirjoituskoneella ja pöytälampulla. Halusin etualan olevan lähelle katsojaa, sillä kuva nähdään kyborgin silmin, ja pöytä on aivan hänen edessään. Mendiburun mukaan (2009, 80–82) tämä on mahdollista, mutta se tulee ottaa huomioon kuvauksessa ja jälkikäsitelyssä. Koska oikea silmä näkee pöytälampun aiemmin kuin vasen silmä, aivot olettaisivat lampun olevan kuvapinnan takana. Stereonäkö kuitenkin väittää, että se on kuvapinnan etupuolella. Ratkaisu on rajata siitä silmästä, kumpi näkee esineestä enemmän, eli tässä tapauksessa vasemmasta silmästä, osa kuvasta pois. Kaistale lampua, jota oikea silmä ei näe, peitetään mustalla palkilla. Aivot olettavat, että stereoikkuna on vinossa; sen vasen reuna on lähempänä katsojaa kuin oikea. Katsoja ei huomaa mustaa palkkia lainkaan, ellei hän poista laseja päästään. Mendiburu (2009, 80) kutsuu tätä sanotaan kelluvaksi stereoikkunaksi (eng. floating stereo window). Tätä näkee käytettävän 3D-elokuvissa paljon. Esimerkiksi Pixarin *Cars 2* ja *Toy Story 3* -elokuviissa musta palkki on kuvan jommassa kummassa tai molemmissa laidoissa lähes jatkuvasti. Sen huomaa helposti, kun nostaa elokuvateatterissa hetkeksi lasit pois silmiltään.



Kuva 4. Stereoikkuna vaikuttaa vinolta, kun vasemmasta silmästä on peitetty mustalla se, mitä oikea silmä ei näe (Mendiburu 2009, 80).

Kohtauksen kolme toisessa kuvassa rikoin kuvan ylälaidan. Daniel L. Smith opetti tämän tempun minulle fxphd:n ”NUK203: Nuke and stereoscopic”-kursilla. Asetin kuvakäsikirjoituksen kuville 16:9 kuvasuhteen, joka on tavallinen Full HD -televisioissa (1920 x 1080 pikseliä). Rajasin tätä kuitenkin mustilla palkeilla 2.35:1 formaattia vastaavan. Rajaus on kuitenkin keinotekoinen, joten mustan palkin takana on kuvainformaatiota. Jälkikäsitellyssä on mahdollista tehdä mustaan palkkiin aukko esineen kohdalle, jolloin esine on kuvapinnan etupuolella, ja sen lisäksi kuvapinnan edessä. Aivan kuten esine töröttäisi ikkunasta ulos ja olisi hieman karmien edessä.

Kuvakäsikirjoituksen ensimmäinen kuva, yleiskuva pihalta, poikkeaa muista kohtauksista siten, että en tee sitä stop motion -animaation keinoin. Tein sen täysin digitaalisesti yhdistämällä 3D-mallinnetun talon ja Islanti-valokuvan. Syntynyt kuva oli 2D, joten tein sille 2D-3D-konversion NukeX-ohjelmalla. Tämä siksi, että Mayalla tehdystä kolmiulotteisesti mallista huomasin hyvin äkkiä, että ulkotila tarvitsisi valtavan, muutaman metriä leveän pienoismallin talon pihasta.

Mayalla tehdystä kolmiulotteisesta mallista on luettavissa myös se, että ulkotiloja ei muutenkaan kannata tehdä ilman tietokoneapua, ellei halua rakentaa usean metrin

kokoisia pienoismallimiljöitä. Aion tehdä pienen osan etualasta pienismallilla, jonka taakse asetan greenscreenin. Myöhemmin jälkikäsitellyssä asetan greenscreenin tilalle virtuaalisen maiseman.

6 PÄÄTELMÄT

Kuvakäsikirjoituksen tekeminen stereoskooppista animaatiota varten oli kaiken kaikkiaan mielenkiintoinen kokemus. Minulla ei ollut piirustusta tehdessä entuudestaan kokemusta 3D-elokuvaamisesta, joten en voinut nojata kokemuksen tarjoamaan intuition. Jouduin nojaamaan teoriatietoon ja siihen, mitä muissa 3D-elokuvissa on tehty. Kuvakäsikirjoitus auttaa minua kuitenkin välttämään kuvausvaiheen suurimmat sudenkuopat, joten ensimmäisen kokemuksen kerääminen tulee olemaan kivuttomampi kuin mitä se ilman hyvää valmistautumista olisi.

Suurena haaveenani on luoda itseni näköinen 3D-elokuvaamisen tyyli eli kehittää 3D-kerrontaa uudenaikaiseen suuntaan. Olisi kuitenkin naiivia olettaa onnistuvansa siinä ensimmäisen elokuvan suhteen. Nothing occurred on kuitenkin ensimmäinen askel kohti omaa tyyliä, joskin erot perinteiseen 2D-elokuvaan ovat yhä pieniä. Pääasiallinen painopiste onkin ollut 3D:n tuomien rajoitusten ymmärtäminen ja kiertäminen, mutta olen toivottavasti myös avannut 3D:n tarjoamien mahdollisuuksien arkkua hieman.

Suurimman tyydytyksen työtä tehdessäni sain, kun opin ymmärtämään jonkin uuden käsitteen tai kokonaisuuden. Muun muassa kelluva stereoikkuna oli aluksi absurdilta tuntuva käsite. Kaiken kaikkiaan olen sisäistänyt 3D-elokuvaamisen käsitteet ja lait todella kattavasti. Vaikka useimmat 3D-elokuvaamisen lait pätevät vain ja ainoastaan 3D-kuvaan, väitän kehittyneeni myös 2D-kuvaajana, sillä 3D-kuvan teoria on pakottanut minut miettimään entistä tiiviimmin syvyysvihjeitä.

Lopullisesti voin arvioida onnistumistani vasta kun olen kuvannut koko lyhytelokuvan. Koekuvaukset ovat kuitenkin jo osoittaneet, että minulla on täydet mahdollisuudet saada elokuva valmiiksi nykyisillä taidoilla ja resursseilla.

Karttuneen tietotaidon myötä kykenen myös entistä paremmin analysoimaan ja kritisoimaan muiden tekemiä 3D-elokuvia elokuvateatterissa.

LÄHTEET

- Engber, D. 2011. Who Killed 3-D? Slate Magazine, 15.9.2011. Saatavissa:
http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2011/09/who_killed_3d.sing.html [viitattu 25.10.2011]
- Finance, C. & Zwerman, S. 2010. The Visual Effects Producer. Understanding the Art and Business of VFX. Burlington: Elsevier.
- Hart, J. 2008. The Art of the Storyboard: A Filmmaker's Introduction. 2nd edition. Burlington: Elsevier.
- Hautamäki, R. & Kempainen, P. 2011. Elokuvuvuosi 2010 Facts & Figures. Suomen elokuvasäätiö. Saatavissa:
<http://www.ses.fi/dokumentit/Elokuvuvuosi%202010%20Facts%20&%20Figures.pdf> [viitattu 24.10.2011]
- Hummel, R. 2008. 3-D Cinematography. American Cinematographer, 4/4008, s. 52–63.
- Isotalo, M. 2008. Katsoja keskellä maailmaa. Kainuun Sanomat, 22.8.2011.
- Kautonen, E. 2011. Onko 3d vaaraksi lapselle? Helsingin Sanomat, 19.1.2011.
- Kozachik, P. 2009. 2 Worlds in 3 Dimensions. American Cinematographer, 2/2009, s. 26–39.
- Livingstone, I. & Hope, A. 2011. Next Gen. London: Nesta. Saatavissa:
<http://www.nesta.org.uk/library/documents/NextGenv32.pdf> [viitattu 22.9.2011]
- Mendiburu, B. 2009. 3D Movie Making. Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Burlington: Elsevier.
- Moltenbrey, K. 2011. Keeping Stereo 3D on Its Evolutionary Track. Computer Graphics World 3/2011, s. 2–28.

Pank, B. (ed.) 2011. The Digital Fact Book : Converged Media. Quantel. Saatavissa: www.quantel.com/repository/files/library_DigitalFactBook_20th.pdf [viitattu 16.9.2011]

Partanen, S. 2011. Viestinnän verkkolehti Viive. Saatavissa: <http://media.ncp.fi/viive/videogalleria/opiskelijatyot/-making-of-3d> [viitattu 9.10.2011].

Piebe, K.A. 2011. The Advanced Art of Stop-Motion Animation. Boston: Course Technology.

Rosenblum, N. (s.a.) A World History of Photography. Saatavissa: http://www.all-art.org/history658_photography5.html [viitattu 26.10.2011]

Simon, M. 2009. Storyboards. Motion in Art. 3rd ed. Burlington: Elsevier.

Vatanen, P. 2011. 3D tulee kotiin. Kuningaskuluttaja, Yle Tutkiva Asia. Saatavissa: <http://kuningaskuluttaja.yle.fi/node/2929> [viitattu 25.10.2011]

Zone, R. 2007. Stereoscopic Cinema and the Origins of 3-D Film. Kentucky: The University Press of Kentucky.