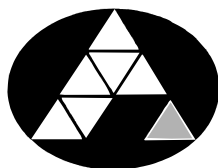


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Viestinnän koulutusohjelma

Henri Kärkkäinen

STEREOSKOOPPISEN ELOKUVAN JÄLKITYÖPROSESSI

Opinnäytetyö
Tammikuu 2013



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2013
Viestinnän koulutusohjelma

Länsikatu 15
80110 JOENSUU
p. 050 311 6310 p. (013) 260 6906

Tekijä
Henri Kärkkäinen

Nimeke
Stereoskooppisen elokuvan jälkityöprosessi

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä käydään läpi stereoskooppisen elokuvan jälkityövaihetta, siihen liittyviä käsitteitä, teoriaa, työtapoja ja erilaisia ongelmatilanteita, joita olen kohdannut stereoskooppisen videokuvan parissa työskennellessäni. Vastasin Damnarana Parempi niin -musiikkivideon ja Mies rajan takaa -lyhytelokuvan stereografiasta, leikkauksesta sekä värimäärittelystä ja kyseiset teokset toimivat myös opinnäytetyön toiminnallisena osana. Teoksista otettuja kuvakaappauksia käytetään tekstissä havainnollistavina esimerkkeinä.


Esittelen opinnäytetyössä stereoskooppisen materiaalin leikkaamiseen liittyviä erilaisia lähestymistapoja ja parallaxin hallinnan vaikutusta 3D-efektiin. Stereoskooppisessa elokuvassa tärkeässä roolissa on kuvien syvyysjatkuvuus ja siihen liittyen käsittelen huomiopisteen kuljetusta stereoskooppisessa leikkauksessa. Esittelen myös stereoskooppisen värimäärittelyn erityispiirteitä ja poikkeavuuksia perinteisen 2D-elokuvan vastaavaan. Lisäksi 2D-3D konversion teoriaa ja käytäntöjä käydään läpi esimerkkejä käyttäen.

Opinnäytetyö voi toimia tiedon perustana niille jotka työskentelevät stereoskooppisen elokuvan jälkitöiden parissa tai muillekin kolmiulotteisen elokuvan eri työvaiheista kiinnostuneille.

Kieli
suomi

Sivuja 39
Liitteet 2
Liitesivumäärä 2

Asiasanat
stereoskooppisuus, stereoskooppinen elokuva, 3D, syvyys, jälkityö, editointi

 <p data-bbox="295 421 715 472">NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p data-bbox="895 248 1453 495">THESIS January 2013 Degree Programme in Communications Länsikatu 15 FIN 80110 JOENSUU FINLAND Tel. 358-13-260 6906</p>
<p data-bbox="212 533 459 600">Author Henri Kärkkäinen</p>	
<p data-bbox="212 667 916 770">Title Post Production Process of Stereoscopic Cinema</p>	
<p data-bbox="212 851 336 882">Abstract</p> <p data-bbox="212 925 1481 1178">The purpose of this thesis is to examine thoroughly the post production process of stereoscopic cinema including some of the concepts, theory, practices and different kinds of problems encountered while working with stereoscopic video. I was responsible for the stereography, editing and color correction of Damnara's Parempi niin -music video and Mies rajan takaa -short film. Those projects also serve as the functional part of the thesis and some screen capture images from them are used as visualizing examples.</p> <p data-bbox="212 1220 1449 1473">In the thesis different kinds of approaches for the editing of stereoscopic material are introduced and the changes created on the 3D-effect by controlling parallax are presented. Depth continuity has a significant role in stereoscopic cinema and therefore an effort will be made to explain how the point of interest should be noted in the editing phase. In addition, the color correction of stereoscopic video and how the color correction differs from 2D color correction are examined in detail. Furthermore, the theory and practices of 2D-3D conversion are described through examples.</p> <p data-bbox="212 1516 1481 1619">The thesis can serve as a basis for information for those who are working with the post production of stereoscopic cinema or to anyone else interested in the different aspects related to three dimensional video.</p>	
<p data-bbox="212 1702 357 1771">Language Finnish</p>	<p data-bbox="991 1702 1326 1809">Pages 39 Appendices 2 Pages of Appendices 2</p>
<p data-bbox="212 1821 1347 1924">Keywords stereoscopy, stereoscopic cinema, 3D, depth in picture, post production, editing</p>	

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Avainkäsitteet.....	7
2.1	Avainkäsitteet muissa opinnäytetöissä.....	7
2.2	Stereoskooppisuus ja stereonäkeminen.....	8
2.3	Positiivinen ja negatiivinen parallaksi.....	8
2.4	Konvergenssi ja divergenssi.....	9
3	Jälkityöprosessin aloittaminen.....	10
4	Stereoskooppisen materiaalin leikkaaminen.....	12
4.1	Miten lähestyä 3D:n leikkausvaihetta.....	12
4.2	Editoinnin ehdoilla.....	13
4.3	3D:n ehdoilla.....	14
5	Syvyysjatkuvuus.....	14
5.1	Huomiopiste.....	14
5.2	Huomiopiste syvyydessä.....	15
6	Parallaksin hallinta ja muokkaus.....	21
7	Värimäärittely.....	26
7.1	Stereoskooppisen materiaalin värimäärittely.....	26
7.2	Anaglyfinen värimäärittely.....	30
8	2D-3D konversio.....	31
8.1	Konversio teoriaa.....	31
8.2	Konversio NukeX-ohjelmistossa.....	32
9	Yhteenveto.....	36
	Lähteet.....	38

Liitteet

- Liite 1 Damnara - Parempi niin anaglyfinen musiikkivideo
- Liite 2 Mies rajan takaa anaglyfinen leikkausnäyte

1 Johdanto

Kaikkien elokuvien voisi väittää olevan kolmiulotteisia, sillä ne tarjoavat paljon samanlaisia syvyysvihjeitä, joilla hahmotamme maailmaa oikeassakin elämässä. Niissä kuvataan aitoa kolmiulotteista maailmaa, jonka tila tuntuu kuvissa täydeltä ja hyvin aidolta. Näyttelijät ovat selvästi taustasta erillisiä ja näyttävät aivan samanlaisilta ihmisiltä kuin oikeassakin maailmassa. (Lipton 1982, 53.) Kaksiulotteisten elokuvien tilaa hahmotetaan niin kutsuttujen monokulaaristen syvyysvihjeiden perusteella. Esimerkiksi toisen kohteen peittävä esine tulkitaan olevan lähempänä kuin ensiksi mainittu, tai kun katsomme kuvassa liikkuvia kohteita, tulkitsemme lähempien esineiden liikkuvan suhteellisesti nopeammin. Lisäksi jo ennestään tuntemiemme esineiden koosta osaamme alitajuisesti päätellä niiden etäisyydestä jotain (Mulari 2010, 15–16). Tavallisista kaksiulotteisista elokuvista puuttuu kuitenkin stereoskooppisuus, jolloin molemmille silmille on luotu oma kuvansa, jotka hieman erilaisten perspektiivinsä ansiosta luovat aidon tuntuksen syvyysvaikutelman.

Stereoskooppisten elokuvien suosio on kasvanut huimasti viime vuosina. 3D-televisioita myydään jokaisessa kodintekniikkaliikkeessä ja jo lähes jokaisen pienemmänkin paikkakunnan elokuvateatteri on varustettu projektorilla, jolla esitetään uusimpia kolmiulotteisia elokuvia ja joskus jopa vanhoista 2D-elokuvista tehtyjä 3D-käännöksiä.

Vaikka ensimmäinen stereoskooppinen elokuva julkaistiin jo 1920-luvulla, ovat 3D-elokuvien toteutustavat kehittyneet valtavasti aivan kuten muukin elokuvatekniikka (Silent Era 2011). Kolmiulotteisen elokuvan uuden suosion myötä kehitys sen ympärillä on tällä hetkellä poikkeuksellisen nopeaa ja digitaalitekniikan myötä yleistyneet nonlineaariset editointisovellukset päivittyvät nopeasti vastaamaan 3D-elokuvan jälkityön tarpeita. Kahden kameran käyttö on kaksinkertaistanut kuvatun materiaalin määrän ja sovellusvalmistajat pyrkivät helpottamaan materiaalin hallintaa ohjelmiensa uusimmilla versioilla.

Opinnäytetyössäni esittelen stereoskooppisen elokuvan jälkityövaihetta, sen workflowta eli työprosessin eri vaiheita, työssä käytettäviä ohjelmia, painottaen niitä joiden käyttöön olen itse syventynyt, sekä vertailemaan työprosessia 2D-elokuvaan työprosessiin. Tavoitteenani on myös tutkia stereoskooppisen elokuvan jälkityöprosessia toimintatutkimuksellisia menetelmiä käyttäen. Arvioin jälkityöprosessin nykyisiä malleja, sekä tarkastelen sitä miten tällä hetkellä toimitaan ja mihin toimintatavat perustuvat. Tarkastelen stereoskooppisen elokuvan jälkityöprosessia sen parissa työskentelevän näkökulmasta, jolloin omat kokemukseni ovat osa aineistoa ja käytän omia havaintojani materiaalina, jota reflektoin.

Pohjana työssäni käytän lähdekirjallisuuden lisäksi opinnoissa tehtyjä 3D-projekteja joissa olen ollut mukana. Projektit ovat Damnara-yhtyeelle tehty *Parempi niin* -musiikkivideo, sekä *Mies rajan takaa* -lyhytelokuva. Kyseiset teokset toimivat myös opinnäytetyöni toiminnallisena osana. Damanaran musiikkivideo ammentaa visuaalisia vaikutteita 20-luvun kauhuelokuvista. Musiikkivideon kuva on muokattu seepian väriseksi kauhuklassikko Nosferatun DVD-version visuaalista tyyliä mukaillen. Musiikkivideon tarinassa pariskunta on piknikillä, kunnes eläväkuollut saapuu paikalle sotkemaan suunnitelmat. Mies rajan takaa -puolestaan on maailmanlopun jälkeiseen aikaan sijoittuva lyhytelokuva, jossa odottamaton henkilö aiheuttaa tulitaistelun vartiointipisteellä. Elokuva kuvattiin studiossa blue-screeniä vasten ja tämän opinnäytetyön valmistumishetkellä elokuvan jälkityöt ovat vielä kesken.

Opinnäytetyö voi toimia tiedon perustana esimerkiksi kaikille niille, jotka jatkossa työskentelevät stereoskooppisen elokuvan parissa ja haluavat saada tietoa jälkityöprosessin eri vaiheista. Opinnäytetyö voi sopia myös niille aiheeseen vihkiytymättömille, jotka haluavat saada kattavan yleiskuvan siitä, miten 3D-elokuva valmistuu esitettäväksi versioksi sen jälkeen kun itse kuvausvaihe on ohi.

Elokuvista ja niiden jälkityöstä puhuttaessa 3D:llä voidaan tarkoittaa kahta eri asiaa: joko digitaalisia tietokoneella luotuja kolmiulotteisia mallinnuksia (Computer-generated imagery, CGI) tai stereoskooppista kuvaa (S3D), jossa

kummallekin silmälle esitetään oma kuvansa ja joka oikeanlaisten lasien läpi katsottuna näyttää tulevan kuvaruudusta ulos (Mendiburu 2009, 11). Tässä opinnäytetyössä tarkoitan 3D:llä aina jälkimmäistä, ellen asiaa toisin täsmennä.

2 Avainkäsitteet

2.1 Avainkäsitteet muissa opinnäytetöissä

Viime vuosina Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa on tehty muutamia opinnäytetöitä, joissa käsitellään stereoskooppista elokuvaa, sen tuotantoa, kuvausta ja esittämistä. Esimerkiksi Arje Mularin 2010, Kaapo Hakolan 2012 ja Sari Hotokan 2012 opinnäytetöissä käydään läpi monia stereoskooppisen elokuvan kannalta oleellisia käsitteitä ja tuotannon sekä esittämisen toimintatapoja. Hotokka käsittelee opinnäytetyössään stereoskooppisuuden huomioimista lyhytelokuvan kuvaamisessa. Koska kuvausvaiheessa tehdyt ratkaisut heijastuvat jälkityövaiheeseen luo Hotokan opinnäytetyö hyvää pohjaa myös jälkityöprosessin ymmärtämiselle. Käytän opinnäytetyössäni lähteenä useita hänen tekemiään havaintoja ja joitakin myös hänen opinnäytetyöstään löytyviä havainnollistavia kuvia. Mulari käsittelee stereoskooppista 3D:tä teknisenä ja kulttuurillisena ilmiönä keskittyen suurelta osin kaksiulotteisen ja kolmiulotteisen elokuvan eroavaisuuksiin. Hakolan opinnäytetyössä esitellään stereoskooppisen elokuvan historiaa, nykytilaa ja tulevaisuuden näkymiä. Lisäksi hän käy läpi omia havaintojaan 3D kuvaamisesta.

Stereoskooppisesta elokuvasta kattavan kuvan saadakseen, suosittelen tutustumaan myös aikaisemmin valmistuneisiin opinnäytetöihin, sillä päällekkäisyyttä välttääkseni pyrin omassa työssäni keskittymään vain jälkityön kannalta oleellisimpiin asioihin. Tämän opinnäytetyön sisällön ymmärtämisen kannalta oleelliset termit selitän kuitenkin lyhyesti myös tässä luvussa.

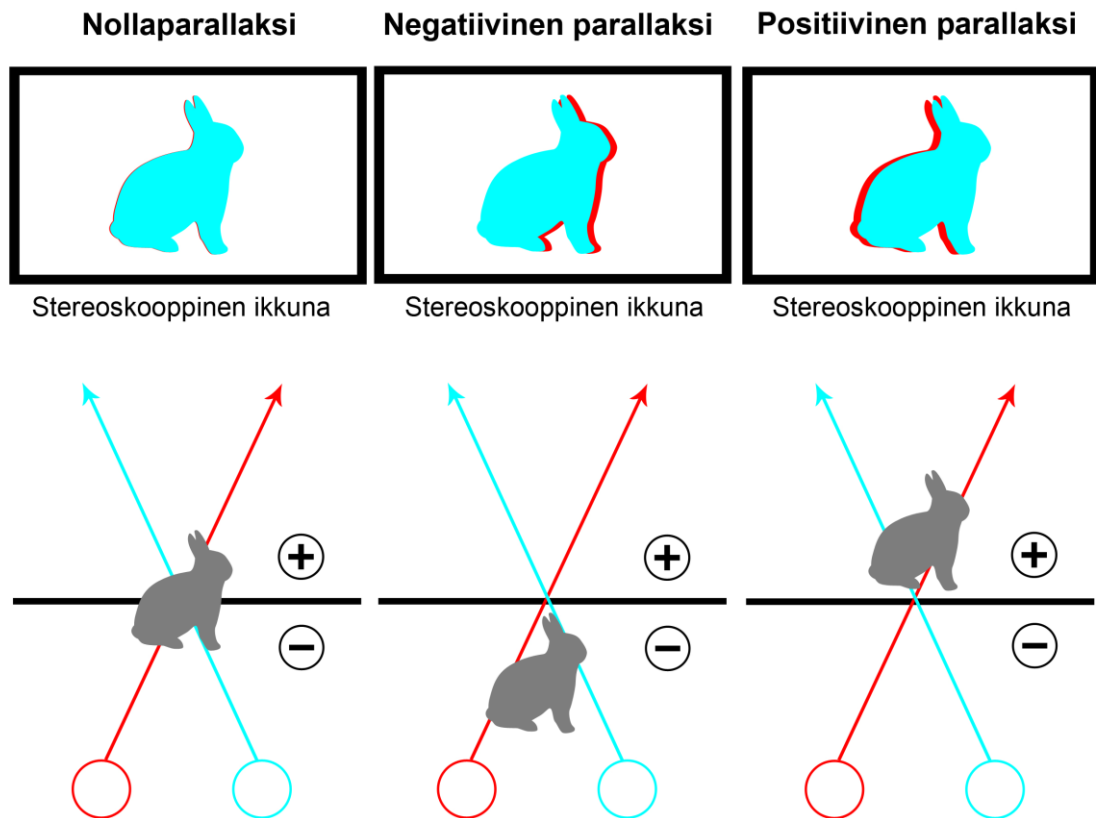
2.2 Stereoskooppisuus ja stereonäkeminen

Stereonäkö perustuu binokulaariseen näkemiseen, jolloin molemmat silmät näkevät hieman eri kuvat, koska silmät sijaitsevat noin 50–70 mm:n etäisyydellä toisistaan (Beilinson 2011, 4). Kun katse on suunnattu tarkasteltavaan kohteeseen, molempien silmien erilliset kuvat sulautuvat aivoissa yhdeksi kolmiulotteiseksi kuvaksi. Stereonäkö tekee mahdolliseksi arvioida kohteiden etäisyyttä tuntematta niiden kokoa tai muotoa etukäteen. (Mäkitie & Hoikkala 1990, 57.) Stereonäkö on noin 98 prosentilla ihmisistä (Julesz 1995, 15).

Stereoskooppisuus perustuu ihmisen näköaistin ominaisuuksiin. Stereoscopia, stereoskooppinen kuvantaminen ja stereoskooppinen 3D puolestaan tarkoittavat niitä kuvantamisen tekniikoita, joilla taltioidaan, luodaan ja tuotetaan illusorisia stereonäköhavaintoja. (Jaatinen 2007, 14–16) Stereonäkö toimii myös stereoskooppisen kuvaamisen lähtökohtana. Kamera tai kamerat taltioivat kaksi erilaista kuvaa, joiden tulee olla horisontaalisesti vierekkäin, kuten ihmisen silmätkin ovat. Vasemman puoleinen kamera taltioi kuvaa vasemmalle silmälle ja oikean puoleinen oikealle silmälle. (Hotokka 2012, 16)

2.3 Positiivinen ja negatiivinen parallaksi

Parallaksilla tarkoitetaan kahden päällekkäin laitetun kuvan sivuttaiseroa, kuvan 1 havainnollistaman esimerkin tavoin. Positiivisessa parallaksissa oikeanpuoleiselle silmälle tarkoitettu kuva on vasemmalle silmälle tarkoitettun kuvan oikealla puolella. Kaikki positiivisen parallaksin omaavat kohteet kuvassa nähdään sijaitsevan stereoikkunan takana eli valkokankaan sisällä syvyydessä (Naskali 2008, 26).



Kuva 1. Positiivinen- ja negatiivinen parallaksi määrittävät kuvan sijainnin esitystasoon nähden. (Kuva: Sari Hotokka)

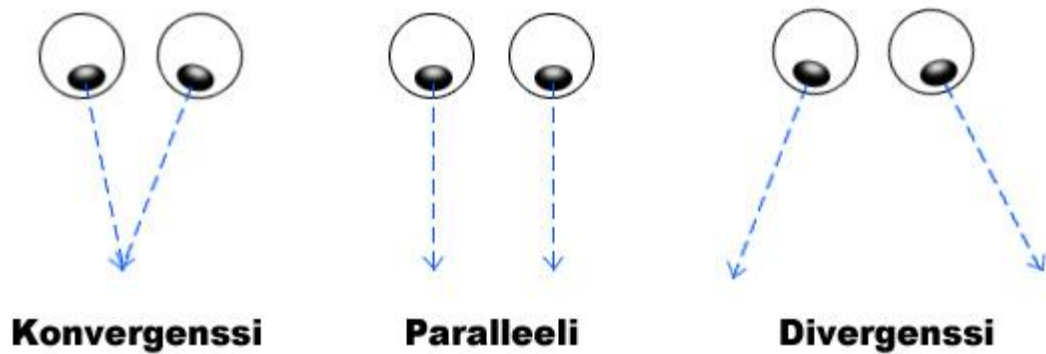
Negatiivisessa parallaksissa oikeanpuoleiselle silmälle tarkoitettu kuva on vasemmalle silmälle tarkoitettujen kuvien vasemmalla puolella. Kaikki negatiivisen parallaksin omaavat kohteet kuvassa nähdään niin, että ne vaikuttavat tulevan ulos näyttölaitteen pinnasta eli nollatasosta kohti katsojaa (Naskali 2008, 26).

Nollaparallaksissa vasemman ja oikean kuvan risteämis- eli konvergenssipiste on kuvaruudun tasossa ja kuvat ovat täysin päällekkäin. Tällöin kohteessa ei ole syvyyssefektia ja se näyttää samalla tapaa litteältä kuin tavallinen 2D-kuvakin.

2.4 Konvergenssi ja divergenssi

Konvergenssilla tarkoitetaan silmien kykyä kääntyä toisiaan kohti, mikä mahdollistaa molempien silmien katseen tarkentamisen samaan pisteeseen. Tämä kyky on erittäin tärkeä etenkin katsottaessa lähellä olevia asioita. (3ality

Technica 2010, 2.) Divergenssi on konvergenssin vastakohta ja tarkoittaa silmien kääntymistä toisistaan ulommas. Tämä ei ole ihmisen silmille ominaista ja tuntuu epämiellyttävältä (Hotokka 2012, 17). Kuvassa 2 nähdään silmien asennot niiden ollessa paralleelista, kääntyneinä konvergenssiin ja divergenssiin.



Kuva 2. Silmien asennot konvergenssissa, paralleelista ja divergenssissä. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Konvergenssi ja divergenssi pätevät myös stereoskooppiseen kuvaamiseen kameroiden toimiessa silmien korvikkeena. Kuvatessa divergenssiä tulee välttää ja konvergointiakin on käytettävä harkiten, sillä se vaikuttaa parallaxin hallinnan vapauteen jälkityövaiheessa, koska silloin kuvan konvergenssipiste on jo ennalta määrätty.

Kuvan konvergenssipisteellä tarkoitetaan kohtaa, jossa vasemman ja oikean silmän kuvat ovat päällekkäin eli nollaparallaksissa. Kolmiulotteista kuvaa katsoessa silmien konvergenssipiste voi siis olla samaan aikaan positiivisessa tai negatiivisessa parallaksissa, kun videon konvergenssipiste on aina näyttötasossa.

3 Jälkityöprosessin aloittaminen

Stereoskooppisen elokuvan jälkityöprosessi olisi hyvä aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoa, kuten minkä tahansa muunkin projektin

jälkityövaihe. Tavallista on, että elokuvan raakamateriaalia niin kutsuttuja ”dailies-otoksia” tarkistellaan kuvausten lomassa, jolloin varmistetaan, että kuvattu materiaali on toimivaa ja kuvauksissa voidaan siirtyä eteenpäin. Mikäli kuvaus- ja jälkityövaihe kulkevat rinnakkain voi jälkitöistä saatu palaute ohjata muutakin tuotantoa myönteiseen suuntaan (Olm & Gaffney 2010, 14).

Mies rajan takaa -lyhytelokuvan kuvauksissa teimme jonkin verran 3D:n toimivuuteen liittyviä testejä ennen varsinaisten kohtausten kuvaamista. Testeissä varmistettiin 3D:n voimakkuuden olevan hyvä isolta näytöltä katsottaessa. Iconix-kameroiden, kuvaa pystyimme tarkkailemaan jo kuvausvaiheessa pieneltä monitorilta, mutta PKAMK:n kalustosta ei löydy RED-kameroiden 3D-kuvan monitorointiin soveltuvaa näyttöä, joten niillä kuvaaminen joudutaan tekemään stereografian osalta sokkona ja kuvausten toimivuus pystyttiin tarkistamaan vasta jälkikäteen tietokoneelta. Tämä oli kuvausvaiheessa suuri haaste, sillä pienen työryhmän takia ei kuvattua materiaalia ehditty kaiken aikaa tarkistaa ja yhteensä neljän kameran materiaalin jatkuva siirtäminen ja hallinta oli hektisen kuvausvaiheen aikana muutenkin hankalaa.

Leikkausta aloitettaessa on tehtävä päätös, kumman kameran kuvaa käytetään leikkauksessa ensisijaisesti. Koska 3D:tä kuvattaessa RED-kameroita pidetään niin kutsutussa Swiss rigissä, jossa oikean puoleinen kamera kuvaa peilin kautta, olen päätenyt käyttämään vasemman kameran kuvaa leikkaukseen. Tällöin kuva on heti nähtävissä oikein eikä sitä tarvitse erikseen kääntää peilikuvaksi. Koska olen leikkaamissani videoissa käyttänyt sekaisin RED- ja Iconix-kameroiden materiaalia, on pidettävä huoli siitä, että myös Iconix-materiaalit ovat vasemman puoleisesta kamerasta. Välillä on kuitenkin jälkikäteen ilmennyt, että Iconix-kameran vääristä kytkennöistä johtuen vasemman kuvan materiaalia on oikean kameran otosten seassa ja päinvastoin. Sekoittuneet materiaalit hankaloittavat leikkausvaihetta, mutta nämä virheet on viimeistään 3D:tä tarkistettaessa helppo huomata ja kuvien paikan vaihtaminen on nopeaa. Tarkastelen leikkausvaihetta yksityiskohtaisemmin seuraavassa luvussa.

Kun leikattua materiaalia halutaan katsoa, on vasemman ja oikean kameran kuvat synkronoitava toisiinsa. Periaatteessa tämä olisi todella helppoa vain yhdistämällä pareiksi kuuluvat vasemman ja oikean silmän otokset toisiinsa niiden aikakoodien perusteella. Käytännössä RED- ja Iconix-kameroiden aikakoodisynkronointi on toiminut kuvauksissamme aina todella huonosti ja vasemman ja oikean kameran klipeissä on saattanut olla jopa sekuntien eroja. Olen siis joutunut varmistamaan kuvien synkronoinnin klaffista yksi kerrallaan, mikä on todella hidas ja aikaa vievä prosessi varsinkin jos skarveja eli leikkauskohtia on paljon.

Materiaaleja leikatessa tulee monesti nähtyä ensimmäistä kertaa toisen silmän kuvia ja silloin saattaa paljastua uusia kuvausvaiheessa tehtyjä virheitä, joiden takia leikkaukseen on pakko tehdä muutoksia. Esimerkiksi toisen kameran kuva on saattanut olla täysin sumea huonon tarkennuksen takia eikä stereokuvaparia voi käyttää, jos vain toisen kuvan materiaali on käyttökelpoista.

4 Stereoskooppisen materiaalin leikkaaminen

4.1 Miten lähestyä 3D:n leikkausvaihetta

Leikkausvaihe, josta videon yhteydessä käytetään nimeä editointi, on kuvatus materiaalin seulomista ja karsimista teknisesti ja ilmaisullisesti parhaiden otosten valitsemista ja niiden yhdistämistä (Anttila, Hassinen & Vainionpää 1996, 46). Stereoskooppisen kuvan editoinnissa on otettava huomioon samoja asioita kuin perinteisen 2D-kuvan leikkaamisessa. Liikkeiden jatkuvuus, kuvakokojen vaihdokset, suojaviivan ylitykset, huomiopisteet ja monet muut asiat on tärkeää ottaa huomioon. (Hotokka 2012, 66.) Kolmiulotteisuus tuo kuitenkin mukanaan lisähaasteen, sillä huomiota on kiinnitettävä lisäksi kuvien syvyyssjatkuvuuteen ja liian suuret muutokset peräkkäisten kuvien 3D-efekteissä voivat tuntua todella epämiellyttäviltä katsojan silmissä. Jos kuvista ei synny jatkumoa, jossa katsoja kokee olevansa tapahtumien keskipisteessä tai aktiivisena tarkkailijana, menettää elokuva emotionaalisen tehonsa. Mielenkiinto

kääntyy omaan fyysiseen tilaan, katsoja alkaa kokea itseään katsojana ja itse elokuva muuttuu tarinallisesti merkityksettömäksi. (Pihlasviita, 2012, 45.)

Suuri kysymys 3D-materiaalin leikkaamisessa on, tuleeko sitä leikata aivan samaan tapaan kuin 2D-materiaalia. Vaihtoehtoisena lähestymistapana on ajateltu, että kolmiulotteisten otosten tulisi kestää pidempään kuin 2D-otosten, niiden monimutkaisemman visuaalisen rakenteen takia. Paitsi että 3D-kuvan hahmottamiseen menee enemmän aikaa, on myös havaittu, että katsojilla on tapana silmäillä koko kuva läpi ennen kuin he palaavat kuvan varsinaiseen toimintaan. Tätä näkemystä vastustavat ajattelevat, että elokuvan kuvien rytmittäminen on pääkuvaajan tehtävä ja rytmitys on huomioitava jo kuvausvaiheessa, jolloin leikkaaja voi vain myötäillä kuvien ”luonnollista rytmiä”. Päädyttiin kumpaan tahansa ratkaisuun, on editointivaiheessa kaksi vaihtoehtoa: joko leikkaus sovitetaan syvyyteen tai syvyys sovitetaan leikkaukseen. (Mendiburu 2009, 151.)

4.2 Leikkaus editoinnin ehdoilla

Mikäli 3D-materiaalia leikataan editoinnin ehdoilla, on kolmiulotteisuus silloin toissijaisessa asemassa. Työ leikataan kaksiulotteisena ja hyvin samaan tyyliin kuin kaksiulotteinen elokuva leikattaisiin. Jossain vaiheessa leikkausprosessia työstä otetaan 3D-versio testattavaksi ja varmistetaan, että elokuvan syvyyssjatkuvuus pysyy kunnossa. (Mendiburu 2009, 152). Käytännössä jouduin itse toimimaan omissa projekteissani useasti juuri näin, sillä leikatessani Final Cut -ohjelmalla ei käytössäni ollut 3D-monitorointia. Raakaleikkauksen valmistuttua siirsin projektin Assimilate Scratch -ohjelmaan, jossa usein havaittiin tiettyjä ongelmia syvyyssjatkuvuuden suhteen ja jouduttiin palaamaan Final Cut -ohjelmaan näitä korjaamaan.

Stereoskooppisen materiaalin leikkaaminen editoinnin ehdoilla on varsinkin kuvastilanteessa nopeampaa ja vähentää työmäärää projektin joka vaiheesta. Negatiivisena puolena huonosti suunnitellut stereoskooppiset kuvat saattavat

aiheuttaa jälkityövaiheessa isoja ongelmia ja työn jäljen laadussa saatetaan joutua tekemään kompromisseja.

4.3 Leikkaus 3D:n ehdoilla

Stereoskooppisen elokuvan leikkaamiseen voisi ajatella nyrkkisäännön: otokset, jotka voidaan ”lukea” kuin 2D-kuvat, tulisi leikata kuin 2D, ja otokset, joissa on käytetty vahvaa 3D:tä, tulisi leikata 3D:nä. Vahvalla 3D:llä tarkoitan kuvia, joissa on suuri parrallaksi eli oikean ja vasemman kuvan ero on suuri ja siten 3D-efektikin on voimakas. Voimakas kolmiulotteisuus kuvassa vaatii katsojalta aikaa sopeutua kuvaan sekä palautua siitä takaisin. Tämä saattaa olla silmille uuvuttavaa ja siksi kyseiset kuvat on suunniteltava tarkkaan. Tarkasti suunniteltuna stereoskooppisen elokuvan leikkaustahti voi olla kuitenkin aivan yhtä nopea kuin kaksiulotteisissakin elokuvissa. (Mendiburu 2009, 152–153.)

Omissa 3D-projekteissani lähestymistapani olikin monella tapaa näiden kahden keinon välimuoto, sillä vaikka 3D-monitoroinnin puute asetti rajoitteita leikkausvaiheessa tehtävään stereografiseen suunnitteluun, oli projektit suunniteltu käyttämään keskimäärin hyvin vähän 3D-efektiä, lukuun ottamatta tiettyjä avainkohtia, joissa efektillä suorastaan mässäiltiin. Näiden kohtien tarkka suunnittelu jo kuvausvaiheessa helpotti leikkausprosessia, jolloin pystyin rytmittämään syvyysjatkuvuutta paremmin.

5 Syvyysjatkuvuus

5.1 Huomiopiste

Sommittelullisesti tärkeintä kohtaa kuvassa kutsutaan huomiopisteeksi. Nimensä mukaisesti huomiopiste on kuvan kohta, johon katsojan huomio kiinnittyy. Jos huomiopiste sijaitsee otoksen lopussa kuva-alan oikeassa laidassa, sen on sijaittava samassa kohtaa seuraavan otoksen alussa. Näin

katsoja pystyy seuraamaan tapahtumaa sujuvasti leikkauskohdan yli joutumatta leikkauskohdan jälkeen "etsimään" kohdetta uudelleen. (Anttila, Hassinen & Vainionpää 1996, 49.)

Usein huomiopisteenä on ihminen, mutta se voi olla myös kuvassa tapahtuva liike, sommittelullisten elementtien luoma huomiopiste tai ympäristöstä poikkeava kohde. Huomiopistettä voidaan ohjata myös äänellä, jolloin katsoja kiinnittää huomionsa esimerkiksi kuvassa puhuvaan henkilöön. (Anttila, Hassinen & Vainionpää 1996, 16.)

Kuva voi myös olla täysin vailla selkeää huomiopistettä. Tällaisia 2D-otoksia on helppo leikata, sillä huomiopisteetön kuva voidaan leikata mistä kohtaa vain eikä se aseta vaatimuksia seuraavan kuvan huomiopisteen sijainnille. Samoin jos otos, johon siirrytään, on huomiopisteetön voi edeltävän kuvan huomiopiste sijaita kuva-alan missä tahansa kohdassa (Anttila, Hassinen & Vainionpää 1996, 17). Kolmiulotteisten huomiopisteettömien otosten leikkaaminen ei kuitenkaan ole aivan näin helppoa. Esimerkiksi jos kuvan syvyys on suuri, voi katsojan huomio olla syvällä positiivisessa parallaksissa ja seuraavaan kuvaan siirryttäessä silmät joutuvat uudelleen tarkentamaan katseen kohdan, mikäli syvyys efekti ei ole uudessa kuvassa yhtä voimakas. Siksi kolmiulotteisten kuvien suunnitteluun tulisi käyttää aikaa jo kuvausvaihetta varten, mutta viimeistään editoidessa on oltava todella tarkkana siinä millaisia kuvia käyttää peräkkäin, jotta katsojan on helppo seurata kuvakerrontaa.

5.2 Huomiopiste syvyydessä

Syvyysjatkuvuuden huomioiminen on oleellinen osa stereoskooppisen materiaalin editointia. Kun otosten jatkuvuus on kunnossa, pystyy katsoja käsittelemään vasemmalle ja oikealle silmälle tulevan kuvan häiriöttä. Jos peräkkäisten otosten syvyys ei puolestaan täsmää keskenään, joutuu katsoja etsimään huomiopisteen uudestaan ja tällöin elokuvan seuraaminen häiriytyy. (Mendiburu 2009, 153.)

Leikkaus kuvasta jossa katsojan silmien konvergenssipiste on positiivisessa parallaksissa, kuvaan jonka toiminta on negatiivisessa parallaksissa, on hyvä esimerkki toimimattomasta leikkauksesta. Tällainen leikkaus on myös silmille raskaampi kuin jos hyppäys tapahtuisi toiseen suuntaan, sillä silmän lihakset joutuvat pinnistämään konvergoidakseen lähemmäs muodostettuun kuvaan, kun taas hypätessä kauemmas silmän lihakset saavat rentoutua. Tätä ongelmaa helpottamaan on kehitetty niin kutsuttu ”active depth cut”, aktiivinen syvyysleikkaus. Jos syvyydeltään huonosti yhteensopivat kuvat halutaan leikkausvaiheessa asettaa peräkkäin, ryhdytään ensimmäisen kuvan konvergenssipistettä tuomaan näytön tasolle juuri ennen leikkausta. Toiseen kuvaan siirtyessä täytyy senkin konvergenssipiste muokata näytön tasolle ja leikkauksen jälkeen se voidaan hitaasti palauttaa sille kohdalle, johon se on kuvatessa tarkoitettukin. (Mendiburu 2009, 153.) Aktiivista syvyysleikkausta käytettäessä on silti toivottavaa, ettei muokattavan kuvan parallaksia tarvitse säätää kovin paljoa, sillä riskinä on parallaksin kasvaminen liian suureksi konvergenssipisteen ulkopuolella. Tämä saattaa aiheuttaa mm. ei toivottua divergenssiä.

Katsojan huomion kiinnittymistä voidaan ohjata myös kuvan syväterävyydellä. Mikäli kuvan syväterävyysalue ei ole ollut kapea jo kuvaustilanteessa, voidaan syväterävyyttä muokata jälkikäteen esimerkiksi Adoben After Effects ohjelmistolla. After Effects -ohjelmistolla voidaan saavuttaa tuloksia, jotka mukailevat aidosti kameroiden aukkojen ja valotusajan vaikutusta syväterävyyteen. Jättämällä vain toivotun huomiopisteen kohta teräväksi, kiinnittyy katsojan huomio sinne automaattisesti. (Adobe TV 2011.)

Editoidessani Damnaran musiikkivideota huomasin leikkauksen jälkeen 3D:n toimivuutta tarkistaessani yhden todella rajun hyppäyksen syvyydessä, jonka takia jouduin tekemään muutoksia kuvien leikkausjärjestykseen. Kuvassa 3 vasemman ja oikean kuvan konvergenssipiste on tytön kasvoissa ja kaikki muu on positiivisessa parallaksissa. Kameroiden etäisyys on ollut kuvaustilanteessa liian suuri, joten kun konvergenssipiste on säädetty tytön kasvoihin jälkikäteen, on kuvan positiivinen parallaksi kasvanut liian suureksi.



Kuva 3. Tyttö katsoo kaukaisuuteen hahmon liikuessa taustalla. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Stereoskooppisella ikkunalla tarkoitetaan ajatusta, kuvan reunojen muodostamasta ikkunasta kolmiulotteiseen maailmaan (Mendiburu 2009, 79). 2D-elokuvasta poiketen, kolmiulotteisten kuvien reunoilla on suuri vaikutus 3D-efektin toimivuuteen ja siksi kohteiden sijoittelu on mietittävä tarkasti. Koska tytön kasvot rajautuvat kuvassa poikki, ei häntä ole voitu tuoda kuvasta ulos, sillä kuvan laidat tuhoavat kuvasta ulos työntyvän objektin syvyyssefektin. Tätä kutsutaan pinnaukseksi.

Pinnaukseksi kutsutaan sitä, kun kuvan reunat rajaavat negatiivisen parallaxin omaavaa kohdetta. Tällöin kolmiulotteinen vaikutelma heikkenee, koska miellämme valkokankaan tai näytön reunat nollatasoksi ja niiden tulisi tässä tapauksessa olla negatiivisen parallaxin omaavan kohteen takana, eikä edessä. Kuvan reunat ovat kuitenkin aina sen päällä, joten tällainen tapaus olisi mahdottomuus oikeassa maailmassa. (Naskali 2008, 27.)

Pinnaus on yksi esimerkki ”window violation” -ilmiöstä eli stereoskooppisen ikkunan rikkomisesta. Tällöin kuvan reunalla oleva objekti näkyy vain toiselle silmälle ja 3D-efekti häiriintyy. Stereoskooppista ikkunaa voi rikkoa, mikäli objekti liikkuu kuvareunan yli nopeasti, mutta koska esimerkikuvassa tyttö on pysähdyksissä reunan päällä aivot joutuvat syvyyssvihjeiden ristiriitaan. Sari Hotokka käy omassa opinnäytetyössään tarkemmin läpi stereoskooppiseen

ikkunaan liittyvää teoriaa ja miten niin kutsutulla kelluvalla ikkunalla voidaan välttää ikkunan rikkomisesta seuraavia ongelmia.

Kuvassa 3 tyttö on siis ollut pakko sijoittaa nollaparallaksiin, jotta pinnaukselta vältytään ja videokuvaa katsottaessa katsojan huomio siirtyy syvälle positiiviseen parallaksiin, jossa liikkuva hahmo kiinnittää huomion. Vasemman ja oikean kuvan parallaksiero on suuri, joten katsojan silmät joutuvat lähes pinnistämään kuvaa muodostaessaan.

Musiikkivideon alkuperäisessä leikkausversiossa hypättiin suoraan esimerkikuvaa 4. Edellisessä kuvassa huomiopiste oli miehessä kaukana syvyydessä, mutta tässä kuvassa huomiopisteen kohdalla on kauas negatiiviseen parallaksiin työntyvä peukalo. Tavallisessa 2D-kuvassa huomio olisi kiinnittynyt liikkeen myötä rantaa kohti kulkevaan hahmoon, mutta 3D-kuvassa hallitseva etualan elementti varastaa katsojan huomion.

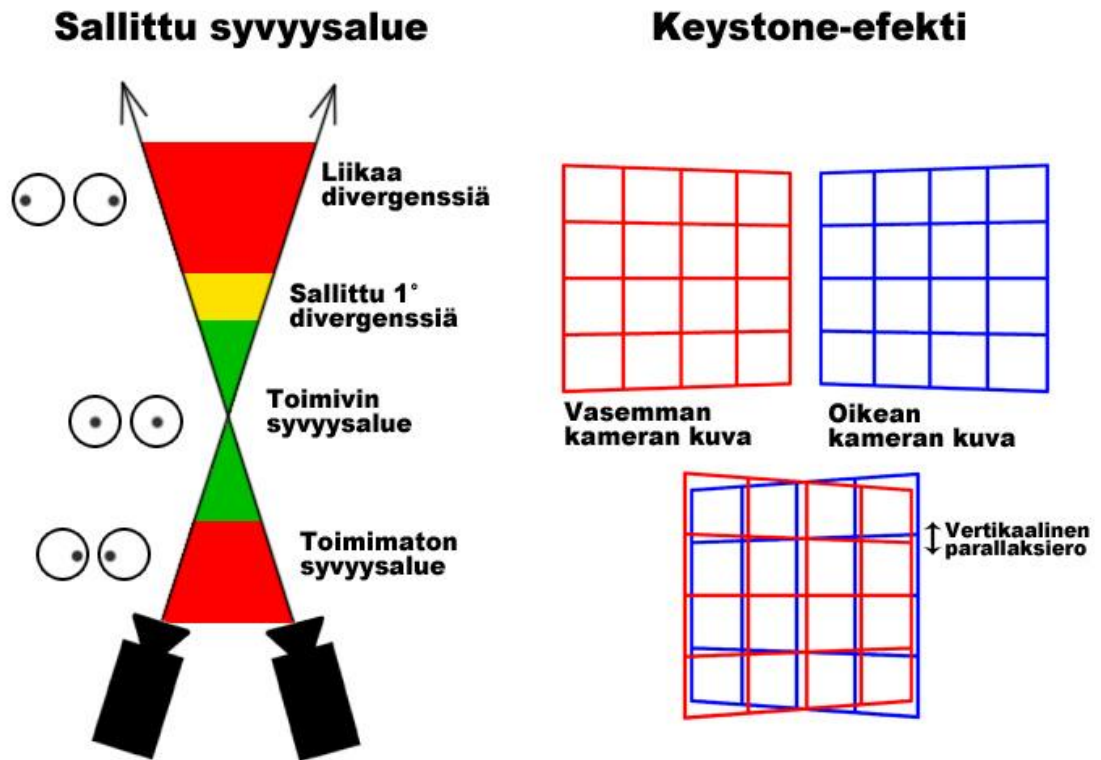


Kuva 4. Hahmo kävelee kohti rannalla seisovaa tyttöä. Etualalla kuolleen henkilön käsi. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Jotta 3D-efekti olisi toimiva, tarvitaan silmien välisten kuvien eroa yllättävän vähän. Brittiläinen Sky 3D-televisiokanava on luonut suosituksen, joiden mukaan vasemman ja oikean kuvan parallaksiero saisi olla suurimmillaan vain 2,5 % negatiivisessa parallaksissa (-2,5 %) ja 4 % positiivisessa parallaksissa (+4 %)

(Steiner & Saudinos 2011). Ero lasketaan framen leveydestä, ja kuten esimerkkikuvista näkyy, ovat kuvien parallaksierot paljon näitä suosituksia suuremmat. Lisäksi Sky on ohjeistanut, että elokuvan syvyysbudjetti (depth budget) eli keskimääräiset parallaksierot saisivat olla vain 2 % positiivisessa parallaksissa ja 1 % negatiivisessa parallaksissa (Stereo3D post 2010, 2). Näillä ohjeilla pyritään välttämään silmien liiallista rasitusta esimerkiksi pitkien elokuvien aikana.

Kuvan 4 parallaksia pyrin jälkikäteen muokkaamaan niin, että peukalo olisi nollaparallaksissa eikä siten hyppäisi niin voimakkaasti silmille, mutta silloin divergenssi taustassa kasvoi liian suureksi. Kameroita olisi kuvaustilanteessa voitu konvergoida kohti toisiaan, mutta koska tausta näkyy kauas, olisi tämäkin aiheuttanut ongelmia liian divergenssin myötä. Kuvassa 5 nähdään kameroiden konvergoinnin vaikutus 3D-efektiin ja esimerkki keystone-efektistä, jota saattaa seurata kameroiden konvergoinnista. Keystone-vääristymä syntyy, kun esimerkiksi vasemman kameran kuvan vasemmassa laidassa oleva kohde on lähempänä kameran linssin vasenta reunaa ja tällöin kohde näyttää suuremmalta. Oikean kameran kuvassa samanlaista vääristymää ei synny, joten kuvat eivät ole identtisiä niiden reunoista. Keystone-vääristymät aiheuttavat silmille kivuliasta vertikaalista parallaksia. (Mendiburu 2009, 75.)



Kuva 5. Aivot eivät osaa sulauttaa liian lähelle tulevaa kuvaa toimivaksi 3D:ksi ja sama pätee liikaan divergenssiin positiivisessa parallaksissa. Liiallinen kameroiden konvergointi saattaa lisäksi aiheuttaa Keystone-efektiä. (Kuvat: Henri Kärkkäinen ja Sari Hotokka)

Lopulta oli todettava, että en pystynyt leikkaamaan kuvia 3 ja 4 syvyysjatkuvuuden kannalta järkevästi peräkkäin, joten jouduin palaamaan Final Cutiin lisäämään kuvien välille uuden otoksen.



Kuva 6. Tyttö joen ääressä. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Sijoitin leikkauksessa esimerkkikuvien 3 ja 4 väliin kuvan 6, jossa tyttö seisoo yksin joen äärellä. Kuvan 3D-efekti on hyvin toimivaa ja maltillista. Koska kuva sijaitsee lähellä nollaparallaksia antaa se silmille hyvin aikaa palata syvältä positiivisesta parallaksista esitystasolle eikä hyppäys seuraavan kuvan negatiiviseen parallaksiin ole niin ongelmallinen.

6 Parallaksin hallinta ja muokkaus

Kun materiaali on leikattu ja vasemman sekä oikean silmän kuvat synkronoitu keskenään, olen suorittanut 3D:n viimeistelyn Assimilate Scratch –ohjelmistossa (Kuva 7).

EDL (Edit Decision List) -tiedostosta käy ilmi editoidun materiaalin kelanumero (reel number), videoklippien nimet sekä alku- ja loppuaikakoodit (Brooks 1995). Oma workflowni on edennyt niin, että olen tuonut EDL:n Final Cut -ohjelmasta ulos ja tuonut sen Scratchiin yhdessä käyttämäni raakamateriaalin kanssa. Monet päällekkäiset aikajanat aiheuttavat teknisiä ongelmia, joten vasemman ja oikean silmän leikkaukset on tuotava erillisinä EDL-tiedostoina ja yhdistettävä

Scratchissä. Sami Jumppanen käy opinnäytetyössään, RED ONE – Digitaalisen materiaalin workflow 2011, kattavasti läpi nämä työvaiheet, joten siirryn suoraan työvaiheeseen, jossa materiaalit ovat jo Scratchissa käsiteltävänä.



Kuva 7. Kuvassa musiikkivideon leikkaus Scratchin aikajanalla. Otokset nähdään stereokuvapareittain. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

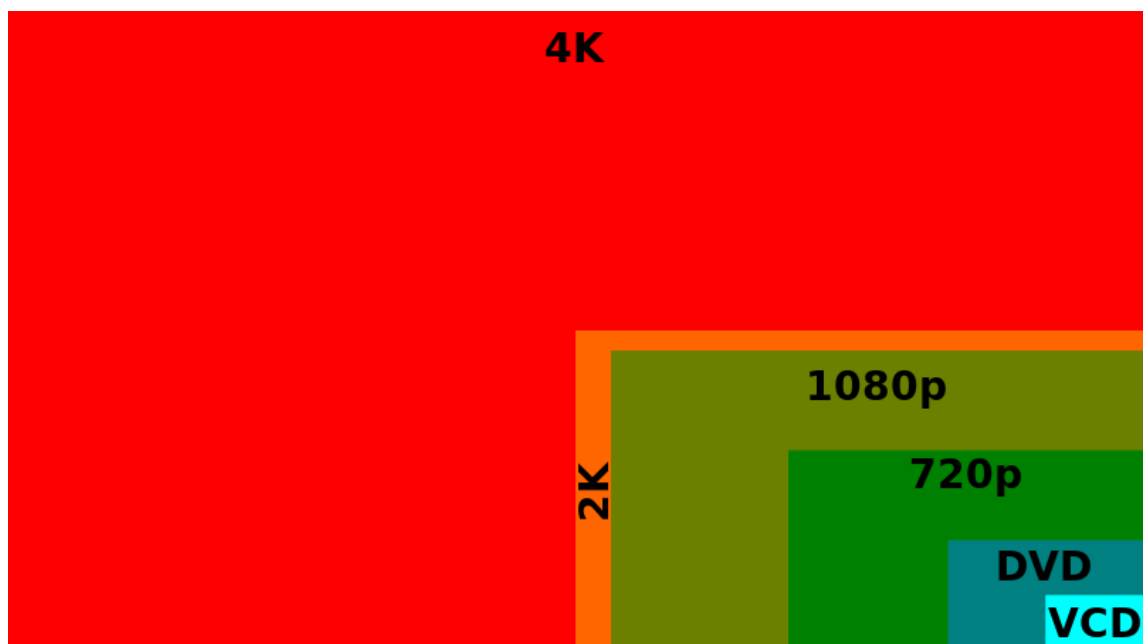
Kun materiaali on Scratchin aikajanalla, voidaan jokaista otosta ja kuvaparia käsitellä yksitellen. Ohjelmasta löytyvät työkalut materiaalin liikutteluun X- ja Y-akseleilla. Työkalujen avulla voidaan poistaa 3D-efektiä vahingoittava vertikaalinen parallaksi sekä saavuttaa haluttu parallaksi X-akselilla. On myös mahdollista, että kuvaustilanteessa toiseen kameraan on tullut pientä, joidenkin asteiden kallistumaa, joka on myös mahdollista korjata jälkikäteen.

Kuvassa kahdeksan nähdään kuvakaappaus Scratch-ohjelmistosta, kun vasemman ja oikean silmät kuvat on aseteltu rinnakkain muokattaviksi. Korostettuna kuvassa ovat työkalut, joilla otosten kokoa ja parallaksia voidaan muokata. Nähtävillä on toisen silmän kuvan asetukset, ja tiedoista näkee, että kuvaa on skaalattu 70 %:iin alkuperäisestä. Tämä on tehty siksi, että materiaali on kuvattu 1080p-resoluutiolla, mutta projekti on 720p. Lisäksi kuvaa on siirretty 31.55 pistettä X-akselilla ja 3.81 pistettä Y-akselilla. Kuvan kallistumaa ei ole muokattu ollenkaan.



Kuva 8. Korostettuna Scratch-ohjelmiston työkalut, joilla voidaan hallita kuvien asettelua. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Kuvaustilanteissamme RED-kameroiden linssien zoom oli aina säädetty käsin, joten pieniä eroja zoomin voimakkuudessa oli usein. Tämänkin säätäminen on mahdollista Scratchissa, jossa kuvaa voi skaalata helposti haluamaansa kokoon. Lopullinen esitysversiomme on ollut resoluutioltaan korkeintaan 1080p, joten RED-kameroilla kuvattu 4K-resoluutio on mahdollistanut suuretkin kuvan uudelleen rajaukset (Kuva 9). Sen sijaan Iconix-kamerat pystyvät vain 1080p resoluutioon, joten niiden skaalaaminen johtaa kuvanlaadun heikkenemiseen.



Kuva 9. Eri resoluutioiden suhteelliset koot. (Kuva: Wikipedia 2012)

Mikäli materiaali on kuvattu paralleelista, voidaan kuvan konvergenssipiste määrittellä lopullisesti vasta tässä työvaiheessa. Vähän konvergoitujenkin kameroiden kuvaa voidaan jälkikäteen säätää hieman, muttei yhtä vapaasti. Kuvissa 10 ja 11 saman otoksen nollaparallaksi on määritelty ensin hartiaan ja tytön käsi työnny kauas negatiivisen parallaksiin ja seuraavassa kuvassa kämmen on nollaparallaksissa ja koko muu kuva positiivisessa parallaksissa.

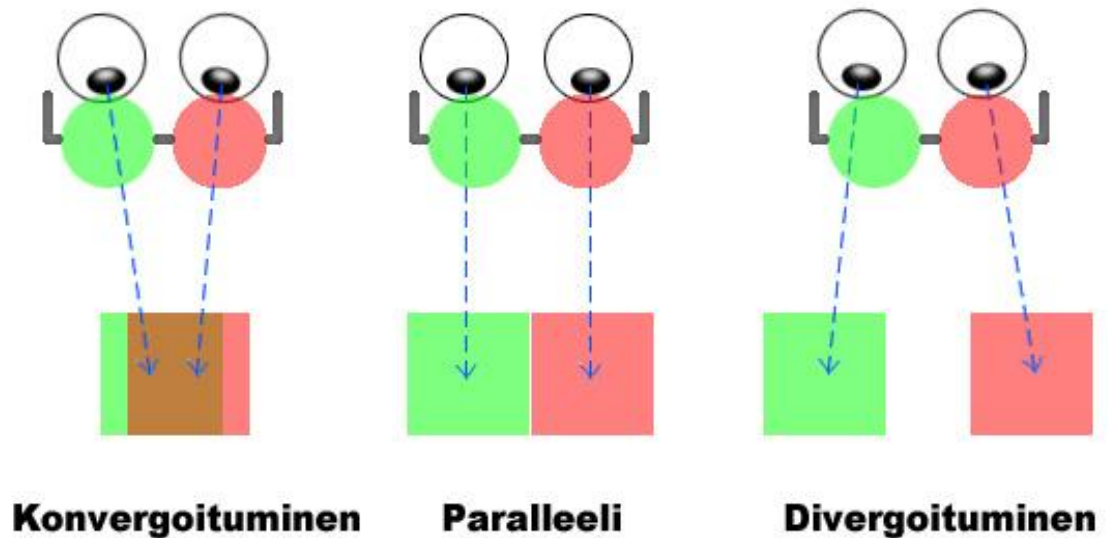


Kuva 10. Nollaparallaksi kyynänpäässä. Käsi työnny ulos ruudusta. (Kuva: Henri Kärkkäinen)



Kuva 11. Nollaparallaksi käden kärjessä. Kaikki muu on kuvan syvyydessä. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Mikäli kuvien parallaksia muokkaa jälkikäteen paljon, voi siitä seurata monenlaisia ongelmia. Kuvasta 11 näkyy, miten uudelleen aseteltu kuva ei enää reunoiltaan täsmää ja isot jälkikäteen tehdyt muutokset vaativat aina skaalaamaan kuvaa, jotta päällekkäinen kuva-ala vastaa koko näytön leveyttä. Kuvan skaalaaminen isommaksi tuottaa samoja ongelmia kuin otoksen kuvaaminen liian suurella interaksiaalierolla. Kohteiden parallaksierot ovat tällöin liian suuret ja silmät joutuvat tekemään enemmän töitä kohdentaakseen katseensa kuviin ja saadakseen 3D:n toimimaan. Kuvasta 11 näkyy myös kuinka kuvan uudelleen säädetty konvergenssipiste tuottaa suurta parallaksieroja syvyydessä olevissa esineissä ja kuvaa on hankalampi katsoa.



Kuva 12. Kuvassa havainnollistuu, miten lasien läpi nähty kuvaa ohjaa katseen suunnan. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Parallaksien viimeistelyä tehdessäni huomasin työn olevan silmille todella uuvuttavaa, sillä jokaisen otoksen 3D-efektiä hioessa on lähes välttämätöntä hakea 3D:n ääriasentoja löytääkseen kuhunkin kuvaan parhaiten toimivat säädöt. Kuvasta 12 näkyy, miten jokaista kuvaa voidaan halutessa muokata ja millaisten asetusten väliltä parhaiten toimiva 3D löytyy. Tälle työvaiheelle on siis varattava riittävästi aikaa, jotta työ pystytään tekemään kunnolla ilman liiallista silmien rasitusta.

7 Värimäärittely

7.1 Stereoskooppisen materiaalin värimäärittely

Värimäärittelyllä muokataan kuvatun materiaalin värimaailmaa jälkikäteen. Työhön voi liittyä vain pientä valkotasapainoon liittyvää värikorjausta tai isompaa värimaailman muokkausta, jonka avulla kuvalle luodaan kokonaan uusi ilme. Elokuvan digitalisoituminen on tehnyt värimäärittelystä helppoa ja on tavallista, että pienimmissäkin projekteissa kuvan lopullinen ilme haetaan vasta jälkityövaiheessa.

Stereoskooppisen materiaalin värimäärittely noudattaa samoja periaatteita kuin 2D-materiaalinkin värimäärittely. Kuvausvaiheessa samaan kohtaukseen tarkoitettuihin otoksiin saattaa tulla valaistuksen muutoksista johtuvia eroja, joita pitää tasata jälkikäteen ja kuvia voidaan sävyttää persoonallisemmiksi, jotta saadaan korostettua kohtauksiin haluttua tunnelmaa. Lopputuloksena vasemman ja oikean kameran kuvien on näytettävä identtisiltä, sillä yllättävän pienetkin erot vaikuttavat 3D-efektin toimivuuteen.



Kuva 13. Osa Scratch -ohjelmiston värimäärittelytyökaluista. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

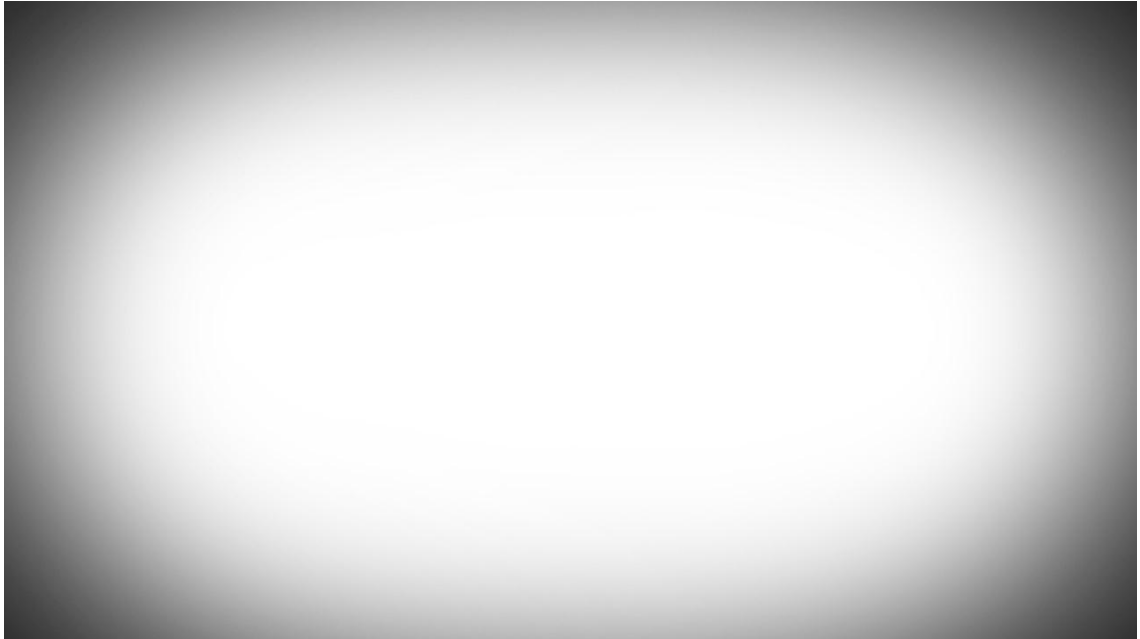
Vaikka materiaalit olisi kuvattu täysin samoilla asetuksilla, on kuvissa usein eroavaisuuksia. Esimerkiksi RED-kameroilla 3D:tä kuvataan peilirigin avulla, joka luo kuviin pientä vääristymää, toisen kameran kuvatessa peilin kautta ja toisen peilin läpi. Kuvassa 14 on ruutukaappaukset *Mies rajan takaa* -lyhytelokuvan raakamateriaaleista. Kuvasta näkee kuinka peilin läpi kuvattu materiaali näyttää hieman haalistuneemmalta ja sinertävämmältä, joten värikorjauksella kuvia on tuotava lähemmäksi toisiaan. Peilirigin luoman vääristymän voisi kuvaustilanteessa estää Quarter wave retarder -polarisaatiofilterillä, jota meillä ei kuitenkaan ollut käytettävissämme (Broadcast Engineering 2011).



Kuva 14. Vasemmanpuoleinen kuva on kuvattu peilin läpi ja oikeinpuoleinen peilin kautta. Kuvien värisävyissä ja kiilloissa on eroavaisuuksia. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Stereoskooppisen kuvan värimäärityssä täytyy kiinnittää erityistä huomiota myös kuvan kontrastiin. Täysin mustien kohteiden käyttöä kannattaa välttää tai ainakin harkita, sillä täysin mustassa pinnassa kolmiulottuvuusefektiä ei esiinny ja mustat kohteet sijoittuvat nollaparallaksiin (Hotokka 2012, 59). Lisäksi erilaiset heijastavat pinnat luovat haasteita värimääritykseen, sillä pintojen heijastukset saattavat näkyä kameroille eri tavoin kameroiden interaksiaalisesta etäisyydestä johtuen. Näitä heijastuksia tulee parhaan mukaan tasata jälkikäteen parhaimman mahdollisen 3D-efektin saavuttamiseksi.

Damnanan musiikkivideon haimme värimäärityllä 1920-luvun kauhuelokuvien visuaalista ilmettä. Värimäärityä tehdessäni lisäsin joihinkin otoksiin vinjetin (Kuva 15) kehystämään kuvaa tyyliteltysti. Yllätyksekseni huomasin, että vinjetti käyttäytyi täysin eri tavalla kuin tavallisessa 2D-kuvassa. Sen sijaan, että musta kehys olisi asettunut nollaparallaksiin kehystämään kuvaa, upposi vinjetti kuvassa näkyvään ympäristöön aivan kuin varjoksi maahan (Kuva 16). Vinjettejä ei myöskään voinut asettaa identtisesti nollaparallaksiin vaan niille oli haettava sopiva parallaksiero, jotta ne sopivat maisemaan sulavasti häiritsemättä 3D-efektiä.



Kuva 15. Esimerkkikuva vinjetistä valkoista taustaa vasten. (Kuva: Henri Kärkkäinen)



Kuva 16. Vinjetti lisättynä 3D-kuvaan. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Vinjetin käytössä tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen mitä sen alle peittyi. Mikäli kuvassa oleva objekti rajautuu kuvasta ulos sitä peittävä vinjetti tuhoaa 3D-efektin täysin.

7.2 Anaglyfinen värimäärittely

Vaikka anaglyfinen-3D eli puna-syaani-lasien läpi katsottava 3D on jo vanhentunutta tekniikka, on se edelleen yksi yleisimmistä ja edullisimmista 3D:n katselutavoista. Käytän kyseistä tekniikkaa myös tämän opinnäytetyön esimerkkikuvissa. Anaglyfisen 3D:n katsominen ei vaadi mitään erityistekniikkaa, vaan pelkät anaglyfilasit riittävät kuvien katsomiseen. Etenkin lapsille suunnattuja anaglyfisiä 3D-elokuvia on yhä viime vuosina julkaistu DVD:nä ja Blu-Rayna ja uusista 3D-elokuvista julkaistaan lähes poikkeuksetta myös anaglyfinen traileri katsottavaksi internetiin.



Kuva 17. Puna-syaani-lasit (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Tekniikka perustuu siihen, että syaanilinssin läpi näkevän oikeanpuoleisen silmän kuvasta leikataan punainen värikanava pois ja punaisen linssin läpi näkevän vasemmanpuoleisen silmän kuvasta leikataan vihreä ja sininen värikanava pois. Koska värilliset linssit vääristävät värimaailmaa ja etenkin liika punainen aiheuttaa helposti päänsärkyä (Voigt 2010), on suositeltavaa, että punaisen silmän kuvaa värimääriteltäisiin lähelle mustavalkoista. Vaikka kuva näyttää tällöin paljain silmin luonnottomalta, se parantaa kolmiulotteisuutta anaglyfilasien läpi katsottuna.

8 2D:n konversio 3D:ksi

8.1 Konversion teoriaa

Stereoskooppista elokuvaa voidaan tuottaa myös, vaikkei materiaalia olisi kuvattu stereoskooppisesti. Kaksiulotteisen kuvan konversio kolmiulotteiseksi perustuu 2D:nä kuvatun materiaalin muokkaamiseen jälkikäteen luomalla sille kuvapari, jolloin kuvilla yhdessä aikaansaadaan kolmiulotteinen vaikutelma (Mulari 2010, 44). Kuvasta valitaan elementtejä, joita muokataan syvyydessä eteen- tai taaksepäin luomaan kolmiulotteista vaikutelmaa.

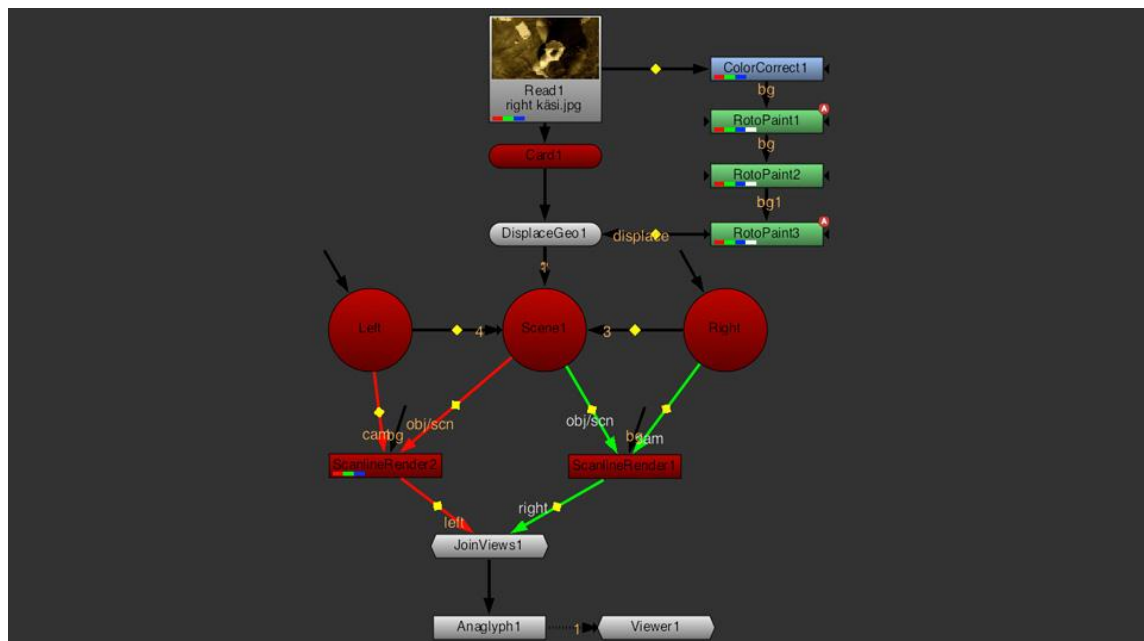
Kaikki 2D-materiaali ei kuitenkaan sovellu 3D:ksi käännettäväksi ilman ongelmia, sillä monissa kaksiulotteisissa elokuvissa käytetään kuvallisia kikkoja, kuten nopeita leikkauksia, zoomauksia ja kuvakokojen muutoksia, jotka saattavat soveltua huonosti kolmiulotteiseen elokuvaan. Parhaaseen lopputulokseen päästään myös konversion kohdalla, mikäli 3D:n vaatimukset pystytään ottamaan huomioon jo esituotantovaiheessa. Kun kuvat on suunniteltu 3D:tä silmälläpitäen, pystytään kuvausvaihe toteuttamaan yhdellä kameralla ilman lisäkameran vaatimaa ylimääräistä työtä. (Stereo3D post 2010, 3.)

Konversio saattaa olla hyödyllinen ratkaisu, mikäli kuvia ei pystytä suunnittelemaan riittävän hyvin 3D:tä varten tai kuvausvaiheessa ei ole riittävästi aikaa keskittyä 3D:n vaatimiin hienosäätöihin. Molemmat työvaiheet voivat olla aikaa vieviä prosesseja, ja vaihtoehtoisten työtapojen kustannushyödyt on punnittava tarkkaan. Vaikka konversio ei pysty korvaamaan aitoa stereoskooppista kuvaa, se tuo vaihtoehdon, mikäli aidon stereoskooppisen 3D:n kuvaaminen on syystä tai toisesta liian haasteellista. Monet ison budjetin Hollywood-elokuvat ovatkin eräänlaisia hybridituotantoja, joissa osa kohtauksista on kuvattu stereoskooppisesti ja osa 3D:stä luodaan jälkikäteen konversiolla.

Tekniikasta on hyötyä myös tuotettaessa lisää materiaalia 3D-televisiokanaville, jotka vielä toistaiseksi kärsivät sisällön puutteesta. Monet suuret tuotantoyhtiöt kääntävätkin parhaillaan vanhoja elokuviaan 3D:ksi ja tuovat niitä jopa uudestaan teatterilevitykseen. Konversiosta on tullut studioille rahasampo ja viime vuosina teatterilevityksessä on nähty useita uusiakin elokuvia, jotka on alun perin kuvattu 2D:nä, mutta jotka on jälkikäteen päätetty kääntää kolmiulotteiseksi suurempien lipputulojen toivossa.

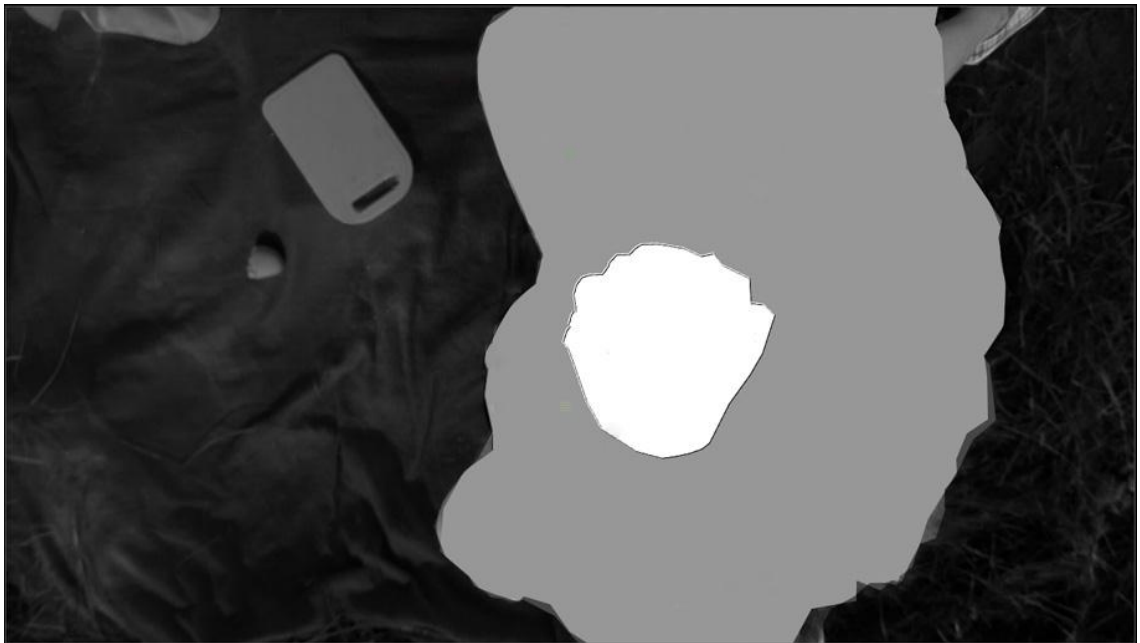
8.2 Konversio NukeX-ohjelmistossa

NukeX on node-pohjainen jälkityö-ohjelmisto, joka on laajassa ammattilaiskäytössä sen monipuolisten työkalujen soveltuessa erilaisiin jälkityövaiheisiin niin kaksikulotteisen kuin stereoskooppisen elokuvan kohdalla. Node-pohjaisella käyttöliittymällä tarkoitetaan ohjelmiston visuaalista käyttöliittymää, jossa efektit asetetaan materiaaliin käsitekarttaa muistuttavalla tavalla (Kuva 18). Vertailun vuoksi yleisessä käytössä ovat myös niin kutsuttuihin layereihin perustuvat käyttöliittymät, joissa efektit pinotaan materiaaliin kerroksittain. NukeX:n työkaluilla onnistuu muun muassa kaksikulotteisen materiaalin kääntäminen stereoskooppiseen muotoon.



Kuva 18. Konversioon tarvittavat efektit aseteltuina NukeX:ssä. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

NukeX:llä konversion tekeminen aloitetaan käyttämällä rotopaint-työkalua, jolla rajataan alueet joille halutaan eri syvyyssefektejä. Mitä valkoisempi väri sitä enemmän alueet nousevat nollatasosta, mustien sävyjen painaessa kuvaa syvyyteen. Käytän tässä luvussa konversion esimerkkinä jo aikaisemmin opinnäytetyössä nähtyä kuvaa veistä kohottavasta tytöstä. Kuvassa 19 hahmojen silhuetti on maalattu harmaalla sävyllä ja muokkauksen jälkeen se nousee maasta hieman ylös. Nyrkki on maalattu kokonaan valkoiseksi, jolloin se kohoaa harmaata lähemmäksi kameraa. Maan taso on kaikista tummin, jääden syvyydessä etäisimmäksi.

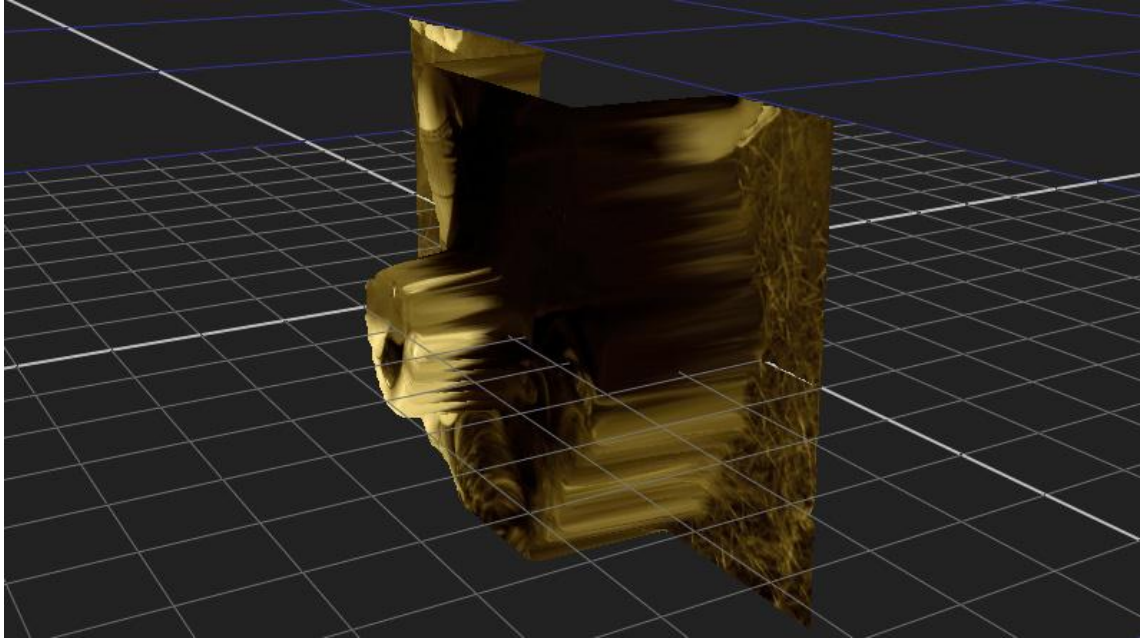


Kuva 19. Rotopaint-työkalulla maalatut tasot. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Kun muokattavaksi halutut kohteet on rajattu, määritetään toivottu syvyys DisplaceGeo -työkalulla. Merkityt alueet nousevat taustasta ylöspäin valittujen arvojen mukaisesti. Mikäli syvyyssefektiiä haluaa lisäksi luoda 2D-elokuvista tutuin keinoin, voi tässä työvaiheessa lisätä taustaan sumeutta luomaan illuusiota syväterävyydestä.

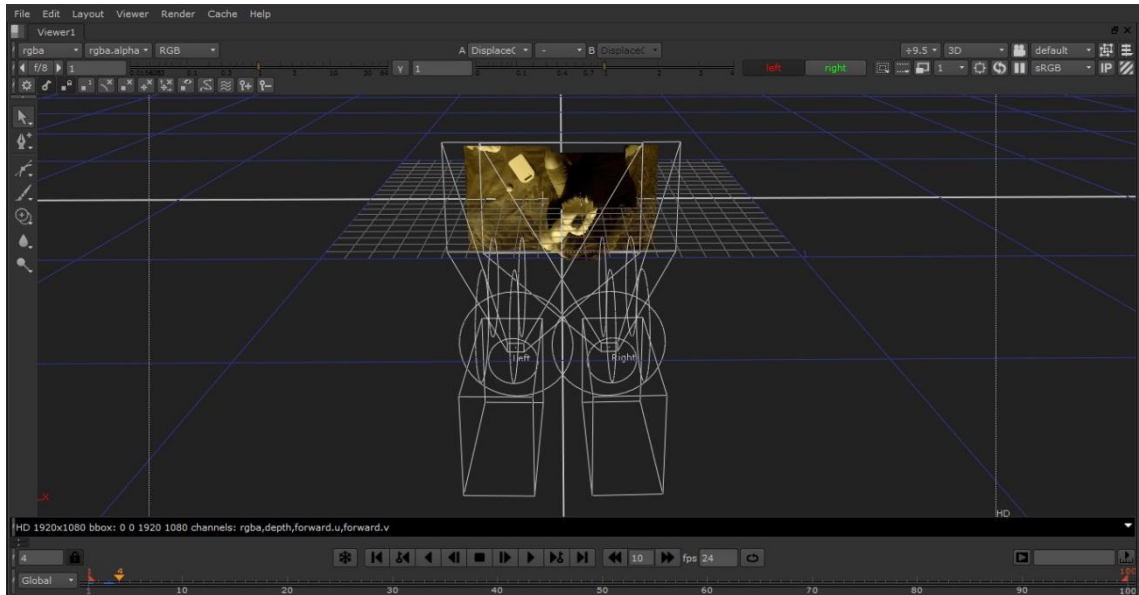
Kuvassa 20 aikaisemmin määritetyt alueet on nostettu kaksiulotteisesta tasosta halutulla tavalla ylöspäin ja eri tasot luovat vaikutelman syvyydestä. Vaikka kohteet ovat litteitä, se ei erotu katsojalle, koska kuvia katsotaan suoraan

edestäpäin. Mikäli käytettävissä on paljon aikaa rajata kuvasta useita eri kohteita ja määrittellä monia eri syvyys asteita, voidaan syvyyssefektistä saada todella monipuolinen.



Kuva 20. Hahmot ja nyrkki kohoavat maasta litteinä tasoina. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Koska stereoskooppinen syvyyssefektii syntyy määrittämällä vasemman ja oikean silmän kuvat tulemaan hieman eri kulmista, luodaan NukeX:ssä kameroiden paikat virtuaaliseen tilaan. Siellä niitä voidaan liikuttaa aivan samaan tapaan kuin oikeassakin kuvaustilanteessa (Kuva 21). Virtuaalisessa tilassa kameroita voidaan liikuttaa vapaasti X, Y ja Z-akseleilla, niiden interaksiaaliero voidaan säätää, niitä voidaan zoomata kohteeseen, kohteesta pois päin tai konvergoida toisiaan kohti, jotta 3D-efektii saadaan lisättyä.



Kuva 21. Stereokamerapari virtuaalisessa tilassa. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

Lopulta kuvaparin yhdistetään yhdeksi kuvaksi. Kuva 22 on anaglyfikuva NukeX:llä tehdystä muokkauksesta. Kolmiulotteinen efekti toimii, mutta siitä ei saa tehtyä yhtä voimakasta kuin aidosta stereoskooppisesta kuvasta, sillä kuvien liika sivuttaisero paljastaa litteät tasot. Siksi konversio sopiikin parhaiten maltilliseen 3D-efektiin ja suuremmat kikkailut kolmiulotteisuudella kannattaakin toteuttaa joko aidolla stereoskooppisella kuvalla.



Kuva 22. Anaglyfinen 3D-kuva NukeX:n konversiotyökaluilla tehtynä. (Kuva: Henri Kärkkäinen)

3D-konversio antaa 3D:n muokkaamiseen vapautta ja aikaa mitä hektisessä kuvaustilanteessa ei aina välttämättä ole. Jälkityövaiheessa eri vaihtoehtoja voi testata ja palata vanhaan vapaammin kuin kuvaustilanteessa, jolloin koko kuvausryhmä joutuisi odottamaan hienosäätöä. Testailun mahdollisuus antaa tilaa luovuudelle keksiä uusia ratkaisuja paremman lopputuloksen varmistamiseksi.

9 Yhteenveto

Kuten perinteinenkin 2D-elokuva, myös 3D-elokuva luodaan hyvin pitkälle jo kuvausvaiheessa. Kaikki jälkikäteen tehtävät muutokset ja tyyllittelyt voidaan tehdä vain kuvatun materiaalin sallimissa puitteissa. Tämä pätee vielä enemmän stereoskooppiseen elokuvaan, jossa kameroiden välisten kuvien yhteensopivuus on kaikki kaikessa ja jokainen kuvaustilanteessa tehty ratkaisu heijastelee jälkityövaiheeseen niin hyvässä kuin pahassa eikä huonosti kuvattua stereokuvaparia välttämättä voi pelastaa.

Kehitys koko stereoskooppisen elokuvan ympärillä on nopeaa ja markkinoilla on jo uusia jälkikäsitteilyyn tarkoitettuja ohjelmistoja, joissa stereoskooppisen kuvaparin käsittely on huomioitu paljon paremmin kuin esimerkiksi käyttämässäni Final Cut -ohjelmistossa. Tämä nopeuttaa merkittävästi jälkityöprosessia ja uskon myös madaltavan kynnystä stereoskooppisten elokuvien yleistymiselle.

Vaikka 3D on yleistynyt suurissa Hollywood-tuotannoissa ja isojen urheilutapahtumien välittämisessä, on sen käyttö Suomessa vielä todella marginaalista. Tarkkaa tietoa kaukana tehdyistä tuotannoista onkin lähes mahdoton saada. Olisi mielenkiintoista tutustua stereoskooppisen elokuvan jälkityön ammattilaisten työtapoihin, kuulla heidän kokemuksistaan ja saada vinkkejä omaan työskentelyyn, mutta tällaista tietotaitoa ei Suomesta juuri löydy.

Oma oppimiseni onkin ollut monella tapaa yrityksen ja erehdyksen kautta toimimista. Olen onnekseni ollut mukana 3D-tuotannoissa sekä kuvaus-, että jälkityövaiheessa, joten olen päässyt ymmärtämään myös stereoskooppisen kuvaamisen periaatteita. Samalla olen päässyt todistamaan kuvausvaiheessa tehtyjä virheitä ja pystynyt paremmin ymmärtämään, miten ja miksi ne heijastuvat jälkitöissä 3D:n toimivuuteen ja esimerkiksi mahdollisuuksiin säätää parallaksia kunkin kuvan vaatimusten mukaan. Projektien varrella mukaan on tартunut paljon arvokasta tietoa, jota toivon pääseväni hyödyntämään vielä myöhemmin työelämässä.

Lähteet

- 3ality Technica. 2010. Glossary – Common 3D Stereographic Terms.
<http://www.3alitytechnica.com/downloads/downloads/3D-Glossary.pdf> 30.11.2012.
- 3D Revolution. 2009. How a 3-D movie is made – from Home to Hollywood 3-D.
<http://the3drevolution.com/3dscreen.html> 3.12.2012.
- Adobe TV. 2011. 3D Focus and Stereoscopic Convergence
<http://tv.adobe.com/watch/after-effects-cs55-new-creative-techniques/ae-cs55-3d-focus-and-stereoscopic-convergence/>
 22.12.2012.
- Anttila, J., Hassinen A. & Vainionpää P. 1996 Elokuvakerronnan alkeet.
 Helsinki: Opetushallitus.
- Beato, A. 2011. Understanding Comfortable Stereography
http://64.17.134.112/Affonso_Beato/Understanding_Comfortable_Stereography.html 30.11.2012.
- Beilinson, N. 2011. Stereoskooppisen elokuvan kuvaus- ja näyttögeometria.
 Aalto-yliopisto. Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta. Kandidaatin työ.
- Broadcast Engineering. 2011. Schneider offers Quarter Wave Retarders for 3-D camera rigs.
<http://broadcastengineering.com/news/schneider-offers-quarter-wave-retarders-3-d-camera-rigs> 14.12.2012.
- Brooks, H. 1995. Guide to EDL Management – Cleaning Tracing and EDL Formats
<http://www.edlmax.com/EdlMaxHelp/Edl/maxguide.html>
 4.12.2012.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Hakola, K. 2012. Stereoskooppinen elokuva: aaltoliikettä. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Hotokka, S. 2012. 3D-videokuvaus – Stereoskooppisuuden huomioiminen lyhytelokuvan kuvaamisessa. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Jaatinen, O. 2007. Stereovalokuvauksen taika. Helsinki: Musta taide.
- Julesz, B. 1995. Dialogues on Perception. Massachusetts: MIT. USA.
- Jumppanen, S. 2011. RED ONE - Digitaalisen materiaalin workflow. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Lipton, L. 1982. Foundations of the Stereoscopic Cinema, a Study in Depth. Van Nostrand Reinhold Company. USA.
- Mendiburu, B. 2009. 3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Elsevier. USA.
- Mulari, A. 2010. Stereoskooppinen 3D-tekniikka osana audiovisuaalista viihdekulttuuria. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Mäkitie, J. & Hoikkala M. 1990. Työ ja näkeminen. Espoo: Suomen työnäköseura ry.
- Naskali, R. 2008. Kolmiulotteinen elokuvaus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Olm, J. & Gaffney, B. 2010. Stereoscopic 3D.
http://www.elsevierdirect.com/companions/9780240812427/Online_PDFs/Chapter5.pdf 30.11.2012.

- Pihlasviita, R. 2012. Stereoskoopinen 3D (S3D) kuvattu liikkuva kuva (live action) draamaelokuvan tuotannossa. Teoksessa Kupiainen, J. & Ruotsalainen, M. (toim.) Luovien alojen managerointi ja alueellinen kehitys. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, 41–48.
- Pirilä, K. 2008. Leikkaus. Elävä kuva – elävä ääni. Helsinki: Like.
- Silent Era, 2011. The Power of Love
<http://www.silentera.com/PSFL/data/P/PowerofLove1922.html>
16.10.2012.
- Steiner, D. & Saudinos, C. 2011. Techniques of Stereo 3D.
http://www.convergence3d.net/en/techniques_of_stereo_3d
3.12.2012.
- Stereo3D post: 5 Tips for a Great Result. 2010. [PDF].
- Voigt, S. 2010. Create optimized anaglyph in After Effects.
<http://www.svoigt.net/index.php/tutorials/22-stereoscopic-3d/29-anaglyph-color-correction-> 12.12.2012.
- Wikipedia. 2012. 4K resolution. http://en.wikipedia.org/wiki/4K_resolution
5.12.2012.

DVD

Damnara – Parempi niin
Anaglyfinen musiikkivideo (Äänetön versio)

DVD

Mies rajan takaa
Anaglyfinen leikkausnäyte