

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Viestinnän koulutusohjelma / audiovisuaalinen media

Eero Vihavainen

STEREOSKOOPPINEN 3D-KUVAUS
CASE: NOTHING OCCURRED

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Viestintä

VIHAVAINEN, EERO

Stereoskooppinen 3D-kuvaus

Opinnäytetyö

43 sivua + 13 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Jori Pölkki

Marraskuu 2012

Avainsanat

kolmiulotteisuus, 3D, stereoskopia, animaatio

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan stereoskooppista kuvaamista ja sen vaikutusta koko tuotantoprosessiin. Työssä tutkittu teoria sovellettiin käytäntöön stereokuvaajan roolissa produktiivisena työnä tehdyssä stereoskooppisessa stop motion -animaatiossa.

Työn on tarkoitus tuoda esille stereoskooppisen kuvaamisen lainalaisuudet ja herättää lukija suhtautumaan oikein stereoskooppiseen tuotantoon. Työ on rajattu käsittelemään stereoskooppisen kuvan tuottamisen pääperiaatteita ja työssä tuodaan myös lyhyesti ilmi, että perusteet stereoskooppiselle kuvalle ovat vuosisatoja vanhoja. Työssä sivutaan myös stereoskooppisen kuvan vaikutusta kuvakerronnan perinteisiin keinoihin.

Työssä on pyritty käyttämään mahdollisimman ajantasaisia ja monipuolisia lähteitä, vaikkakin alan kirjallisuus on vielä melko vähäistä. Kotimaisen lähdekirjallisuuden puuttuessa on työ pyritty tekemään havainnolliseksi ja tutkimusaiheiltaan kattavaksi, jotta se voisi palvella kotimaisena perusteoksena. Osa työstä perustuu produktiivisena työnä tehtyyn animaatioon ja sen prosessin tarkasteluun.

Työn kautta käy ilmi aiheen ajankohtaisuus ja stereoskooppisen kuvan kasvun mahdollisuus ja edellytykset. Hyvä stereoskooppinen kuva vaatii osaamista ja ymmärrystä, joiden myötä tarjoutuu mahdollisuuksia uuden sukupolven ammattilaisille.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Media Communication

ESIMERKKI, ERKKI

Stereoscopic 3D Cinematography

Bachelor's Thesis

43 pages + 13 pages of appendices

Supervisor

Jori Pölkki, senior lecturer

November 2012

Keywords

three-dimensional, stereoscopy, animation

The subject of this thesis is stereoscopic cinematography and its effect on the entire production process. The studied theory was applied to practice when working as a stereographer in a stereoscopic stop motion animation.

The thesis presents the laws and rules of stereoscopic imaging and prepares the reader to respond correctly to the stereoscopic production. The thesis focuses on processing the guiding principles of stereoscopic image generation and its history which shows how the criteria for the stereoscopic picture date back many centuries. The thesis also briefly examines the impact of the stereoscopic image on the means of traditional visual narration.

The objective of the thesis is to use the most up to date and wide range of sources, although literature on the subject is still relatively rare. In the absence of Finnish source literature, this thesis aspires to serve as domestic source document through the demonstrative and comprehensive approach employed in it. A part of the thesis is based on productive animation work and a review of its process.

The thesis proves the topicality, growth opportunity and the conditions of the stereoscopic image. A good stereoscopic image requires knowledge and understanding, thereby offering opportunities for a new generation of professionals.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	STEREOSKOPIA	7
	2.1 Stereoskopian synty	7
	2.2 Stereoskopia ja elokuvateollisuuden alku	9
	2.3 Stereoskooppisen elokuvan kulta-aika	10
	2.4 Stereoskooppisen elokuvan paluu nykyaikaan	11
3	SYVYYDEN HAHMOTTAMINEN	13
	3.1 Monokulaariset syvyysvihjeet	13
	3.2 Parallaksi ja liikkeeseen perustuvat syvyysvihjeet	13
	3.3 Stereoskooppiset syvyysvihjeet	14
	3.4 Akommodaatio	16
	3.5 Syvyyden havainnoinnin rajat ja mahdollisuudet	17
	3.5.1 Resoluutio ja maksimietäisyys	17
	3.5.2 Kuvien yhdistämisen rajoitus	18
4	STEREOSKOOPPISEN KUVAAMISEN PERUSTEET	19
	4.1 IO ja konvergenssi	19
	4.2 Keystone-efekti	20
	4.3 Kuvapinnan koon ja etäisyyden vaikutus syvyyden havainnointiin	21
	4.4 Stereoskooppinen ikkuna	23
	4.4.1 Stereoskooppisen ikkunan rikkominen	24
	4.4.2 Stereoskooppisen ikkunan taivuttaminen	24
	4.4.3 Stereoskooppisen ikkunan kelluttaminen	25
	4.5 Perusteet syvyyden hallitsemiseksi	25
	4.5.1 Bercovitzin kaava	27
	4.5.2 1/30-sääntö	28

5 CASE: NOTHING OCCURRED	28
5.1 Valmistelut	29
5.2 Kuvaus	29
5.3 Monitorointi	32
5.4 Stereoskooppisuuden vaikutus kerrontaan	35
6 POHDINTA	39
LÄHTEET	41
LIITTEET	

Liite 1. Kuvakäsikirjoitus ja syvyyskartta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö perustuu stop motion- tekniikalla toteutettuun ja stereoskooppisesti kuvattuun *Nothing Occurred*- lyhytanimaatioon. Animaatio pohjautuu Jani Souranderin seminaarityön prosessissa tehtyyn käsikirjoitukseen. Animaatio on alusta alkaen suunniteltu kolmiulotteisuutta ajatellen.

Toimin animaatioissa stereokuvaajana, ja työni käsittelee stereoskooppista kuvaamista sekä sen vaikutusta koko tuotantoon. Souranderin kanssa yhdessä toteutettu animaatio toimii molempien opinnäytetöiden pohjalla. Minä keskityn työssäni stereoskooppiseen kuvaamiseen ja Sourander keskittyy omassa työssään stereoskooppisen kuvan jälkikäsitteilyyn.

Tutkin työssäni stereoskooppisen kuvan historiaa, nykytilannetta sekä kattavimpana osana teoriaa ja perussääntöjä onnistuneen stereokuvan tuottamiseksi. Valitsin aiheen, koska näen stereoskooppisessa elokuvassa potentiaalia ja koen, että tulevaisuudessa tulee tarve stereoskooppisen kuvan osaajille. Rajasin aiheen käsittelemään perusasioita, koska aihe on laaja ja sen sisäistäminen vaatii perusasioiden hyvän tuntemisen. Lähestymistapa aiheisiin on pääosin tekninen, koska stereoskooppinen kuva itsessään on vaativampi ja teknisempi toteuttaa. Teknisen lähestymistavan ohessa sivuan aihetta hieman myös kerronnallista kannalta. Stereoskooppisen kuvan vaikutus kerrontaan olisi itsessään laaja aihe ja erillisen tutkimustyön kohde, joten tässä työssä se on rajattu pois.

Työssä tuon esille stereoskooppisen kuvan onnistumisen edellytyksien lisäksi näkökulmaa siitä, että stereoskooppinen kuva vaatii tekijöiltään perehtymistä ja oikeanlaisia suhtautumista. Stereoskooppinen kuva tulee ottaa huomioon tuotannon alusta alkaen, ja siihen on suhtauduttava sen vaatimalla vakavuudella. Onnistunut stereoskooppinen elokuva on palkitseva tekijöille ja katsojille, jotka ovat valmiita maksamaan mahdollisimman hyvälaatuisesta ja mukaansa tempaavasta katselukokemuksesta, jossa syvyys tukee tarinankerrontaa.

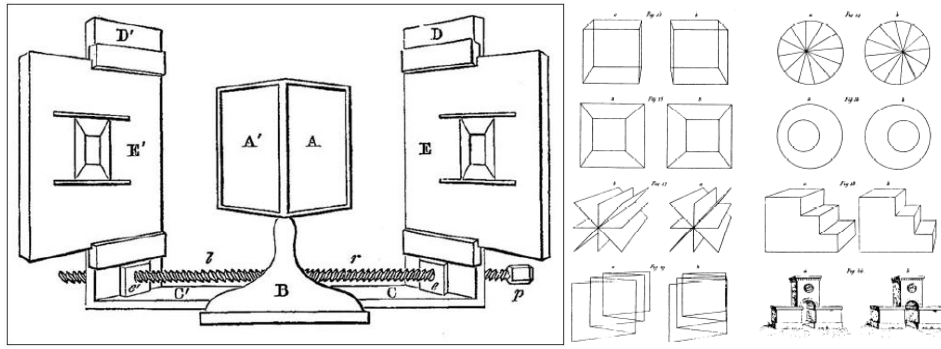
2 STEREOSKOPIA

Sana stereoskopia (stereoscopy) on Zonen (2007, 5) mukaan johdettu kreikan kahdesta sanasta σκοπέω (skopion) ja στερεός (stereos), jotka tarkoittavat ”nähdä kiinteästi”. Stereoskopia tarkoittaa menetelmää luoda ja esittää kuvia käyttäen erillisiä kameroita oikean ja vasemman silmän näkymälle. Esitettäessä kuvista syntyneitä stereopareja voi havaita syvyyden sekä sisään että ulospäin kuvapinnasta. (Pank 2011, 159.) Kykyä yhdistää stereoparit ja havaita niiden luoman syvyyden kutsutaan stereonäöksi (Mendiburu 2009, 11).

Tässä työssä käytän lyhennettä 3D, jolla tarkoitan yleisesti kolmiulotteisuutta. Käytän myös lyhennettä S3D, jolla tarkoitan stereoskooppista kolmiulotteisuutta. (Mendiburu 2009, 2.)

2.1 Stereoskopian synty

Ennen kuin Charles Wheatstone todisti keksinnöllään (kuva 1) vuonna 1838, että ihminen näkee kolmiulotteisesti, oli binokulaarinen eli molempisilmäinen näkö ollut tieteellisen spekulatiion aihe jo vuosisatoja. Kreikkalainen matemaatikko Euclid havaitsi jo kolmannella vuosisadalla ennen ajanlaskumme alkua, että ihminen näkee pallon eri näkökulmista eri silmällä katsottaessa. Myöhemmin toisella vuosisadalla ajanlaskun alun jälkeen tohtori Galen ilmaisee teoksessaan *On The Use of the Different Parts of the Human Body*, että seislessään lähellä pilaria henkilö näkee toisella silmällä enemmän taustaa pilarin takaa kuin toisella silmällä. Samoilla linjoilla oli myös Leonardo da Vinci (1452–1519) todetessaan kirjoituksessaan *Trattato della Pittura* (Art of Painting), että maalaus ei voi ikinä näyttää kohdetta samanlaisena kuin se on luonnossa, ellei niitä katso yhdellä silmällä. Vuonna 1838 Wheatstone tuotti useita viivapiirroksia (kuva 1) stereopareiksi todistaakseen teoriansa. Piirroksia oli tarkoitettu esitettäväksi hänen keksintönsä avulla. Keksintö herätti mielenkiintoa niin kaupallisesti kuin yleismaailmallisesti, ja se otettiin innolla vastaan myös tiedepiireissä. Kaikesta mielenkiinnosta huolimatta Wheatstonen keksintö jäi odottamaan valokuvauksen kehittymistä. (Zone 2007, 5–6.)



Kuva 1. Wheatstonen vuonna 1838 keksimä stereoskooppi ja alkuperäisiä viivapiirroksia stereopareina (Lipton 1982, 22–23).

Ranskalainen keksijä Joseph Nicéphore Niépce kehitti ensimmäisen pysyvän valokuvan vuonna 1826. Muutaman vuoden kuluttua toinen historiasta tunnettu taiteilija Louis Daguerre liittyi Niépceen seuraan. Hänen tavoitteena oli nopeuttaa omien töidensä prosessia, käyttämällä ja kehittämällä Niépceen keksintöä. Niépce kuoli yllättäen 1833 neljän yhteisvuoden jälkeen. Joitakin vuosia Niépceen kuoleman jälkeen 1839 Louis esitteli daguerrotypian eli tekniikan, jossa kuva valotettiin ja kehitettiin kemikaalein käsitellyn kuparilevyn pintaan. Ranskan hallitus osti daguerrotypian patentin ja ilmoitti tekniikan olevan lahja ja näin vapaa koko maailmalle. (Rosenblum s.a.)

Myös englannissa uurastettiin valokuvauksen kehittämisen parissa. Kuvaaja ja keksijä William Fox Talbot teki valokuvakokeiluja hopea-kloridipaperille vuonna 1835. Hän nimesi tekniikan talbotypiaksi, joka myöhemmin tunnetaan kalotypiana. Daguerre oli kuitenkin suojannut työnsä hankkimalla patentin Englantiin estäen ja vaikeuttaen Talbotin työtä kalotypian parissa. Daguerrotypia olikin aikansa käytetyin menetelmä, ja kuvia tehtiin miljoonia, kunnes Daguerre kuoli 1851 ja Talbotin tekniikasta kehitettiin nykyisten filmiemme kaltainen helposti monistettavissa oleva negatiivifilmi. Tämä filmin kehitys jätti daguerrotypian taka-alalle. (Rosenblum s.a.)

Vuonna 1852 Wheatstone kirjoitti, että hänen keksintönsä aikaan ei valokuvausmenetelmiä ollut julkistettu maailmalle ja hänen ainoa vaihtoehdonsa oli käyttää taiteilijan käsinpiirtämiä kuvia. Pian Talbot kuvasikin Wheatstonen pyynnöstä ensimmäiset 3D-talbotypia-kuvat. Wheatstone ei kuitenkaan ollut ainoa 3D-kuvista kiinnostunut. Kaleidoskoopin keksimisestä tunnettu skotlantilainen tiedemies David Brewster kirjoitti 1856 kirjassaan *The Stereoscope: Its History, Theory and Construction* neljästä stereonäön peruserästä ja samalla kyseenalaisti Wheatstonen teorian. Kameran

linseissä tulisi olla sama aukko kuin ihmisen silmässä ja linssien polttovälien tulisi olla sama kuin stereoskoopin linssien polttovälien sekä linssien interokulaarinen etäisyys tulisi vastata ihmisen silmien etäisyyttä toisistaan. (Zone 2007, 9–10.) Interokulaarisella etäisyydellä, lyhyemmin IO, tarkoitetaan kahden käytettävän kameran linssien keskipisteiden etäisyyttä toisistaan (Pank 2011, 109). 3D-kuvat jäivät elämään, ja niiden suosio kasvoi. Aiemmin 3D-kuvien kohteina oli nähty lähinnä muotokuvia, mutta hyvin lyhyessä ajassa aihepiiri kasvoi, ja samoja aiheita käytiin myöhemmin lainaamaan elokuvan uudella kaudella (novelty period) 1895–1905. Elokuvan tuleminen vaikutti myös 3D kuvien kerronnallisuuteen. (Zone 2007, 14.)

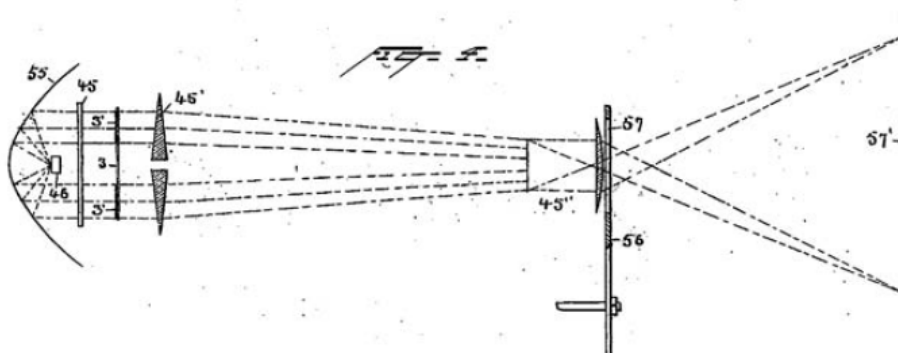
2.2 Stereoskopia ja elokuvateollisuuden alku

Vuoden 1896 jälkeen tuotettiin kerronnallisia 3D-kuvasarjoja, yleensä sarjakuvia, joissa kuvaparien määrä vaihteli kolmesta kahteentoista. Kerronnallisuuden lisääminen oli luonnollinen kehitys 3D-kuvien kamppaillessa elokuvan kanssa. Mark Gosser tutki 1975 julkaistussa työssään stereoskooppisen liikkuvan kuvan suhdetta elokuvateollisuuden kehitykseen aikavälillä 1852–1903 ja päätyi tulokseen, että idea ja halu stereoskooppisesta elokuvasta saattoi olla suuri syy elokuvateollisuuden voimakkaalle kehittämiselle. Gosser epäilee, että kulttuurilliset tekijät kuten unelma elävän elämän tallentamisesta värillisenä ja vieläpä kolmiulotteisena ajoi kehitystä eteenpäin. (Zone 2007, 15–18.)



Kuva 2. C.H. Gravesin 1899 kuvaama stereopari. Kuva kuuluu yhtenä kolmen kuvaparin sarjaan. (Fictional Photography Exhibit 1980.)

Elokuvan katsotaan syntyneen 1894, jolloin Edison julkisti kinetoskoopin, joka oli kehitetty elävän kuvan katsomista varten. Edisonin suljettuun laatikkoon perustuva keksintö mahdollisti kuitenkin vain yhden ihmisen katselukokemuksen kerrallaan. (Zone 2007, 40.) Vuotta myöhemmin Lumièren veljekset Louis ja Auguste järjestivät ensimmäisen julkisen näytöksen filmille, joka oli kuvattu ja heijastettu heidän Cinématographe-nimisellä keksinnöllään. (Huhtamo 2011, 3.) Vielä ei kuitenkaan ollut S3D-elokuvan aika, vaikkakin Edisonin kinetoskoopin patentissa on kuvattu 3D-kuvien katselun mahdollistava tekniikka (kuva 3). Tiettävästi ei kuitenkaan ole todisteita siitä, että Edison tai kukaan muukaan olisi rakentanut toimivaa 3D-kinetoskooppia.



Kuva 3. Edisonin kinetoskoopin patentissa on kuvattu optinen stereotekniikka (Zone 2007, 43).

2.3 Stereoskooppisen elokuvan kulta-aika

Vielä 1900-luvun alkupuolella S3D-elokuva oli hyvin kokeellista ja elokuvajulkaisut rajoittuivat lyhyisiin tuotantoihin. *Bwana Devil*, ensimmäinen kokopitkä S3D-elokuva julkaistiin 1952. *Bwana Devil* perustui tositapahtumiin Tsavon ihmisryöstäjästä, jotka tappoivat useita ugandalaisia junaratatyöntekijöitä. Elokuvan mainoslauseissa luvattiin "A lion in your lap!" ja "A lover in your arms!". Kriitikot kuitenkin murskasivat elokuvan. Jotkut väittivät sitä huonoimmaksi elokuvaksi miesmuistiin, ja osa kertoi elokuvan 3D:n aiheuttaneen pahoinvointia. Kaikesta huolimatta elokuva myi hyvin ja aloitti S3D-elokuvan kulta-ajan, jonka avulla elokuvastudiot toivoivat saavansa ihmiset pois kotitelevisioiden ääreltä elokuvateattereihin. (Barraclough 2009.)

Huhtikuussa 1953 julkaistiin S3D-elokuva *House of Wax*, joka oli myös ensimmäinen amerikkalainen stereoäänielokuva. Vincent Price, yksi elokuvan näyttelijöistä, kertoi

elokuvan ohjaajan Andre De Tothin olleen väärä ihminen ohjaamaan S3D-elokuvaa. Andre De Toth oli puoliksi sokea, eikä voinut havainnoida 3D:tä. (Barraclough 2009.)

Jo syksyllä 1953 S3D-elokuva oli jo tekemässä kuolemaa. Suurin syy tähän oli monimutkaiset laitteet ja hankalat järjestelyt. Kahden filmin tuli olla tahdissa keskenään ja pienikin viivästys toisessa kuvassa teki elokuvan katsomisesta mahdotonta ja aiheutti katsojille päänsärkyä. Tästäkin huolimatta koettiin S3D-elokuvan paluu vielä 1953 lopulla, kun musikaali *Kiss Me, Kate* julkaistiin. Tämä innoitti julkaisemaan ranskalaisen *The French Line* -musikaalin S3D:nä. Elokuvan mainoslause kuului "It will knock both of your eyes out!", joka kertoo kaiken, mitä elokuvasta tarvitsee tietää. (Barraclough 2009.)

Viimeisiä kulta-ajan S3D-elokuvia oli 1954 julkaistu *Creature from the Black Lagoon*. Elokuva oli sen ajan ainoa elokuva, joka sai jatko-osan *Revenge of the Creature* tammikuussa 1955. Tämä jatko-osa kuitenkin lopetti kulta-ajan, koska teatterit kokivat 3D:n edelleen hankalaksi, kalliiksi ja epämiellyttäväksi esittää. Teatterit suuntasivat mielenkiintonsa ja panoksensa kehittämään vaihtoehtoisia esitystapoja elokuville, kuten laajakuvaformaatteja. (Barraclough 2009.)

2.4 Stereoskooppisen elokuvan paluu nykyaikaan

Laajakuvaformaattien ja muiden suurien formaattien, kuten 70 mm:n IMAX-formaatin kehitys johti S3D-elokuvan uuteen tulemiseen. 70 mm:n filmi kulkee kameran ja projektorin läpi horisontaalisesti, jolloin yksittäinen freimi on lähes 10 kertaa suurempi kuin perinteisessä 35mm:n filmissä. Projisoitaessa kuva on lähes seitsemän kerroksen korkuinen ja katsojalta hämärtyy tietoisuus kuvan reunoista, jotka liittyivät osana 3D:n ongelmiin 1950-luvulla. 1986 julkaistiin IMAX 3D -teattereihin tarkoitettu Colin Lown tuottama *Transitions*. Tämän jälkeen on tuotettu yli 30 IMAX 3D -elokuvaa ja yli 115 pysyvää IMAX 3D -teatteria on rakennettu ympäri maailman. (Zone 2007, 3.)

Mendiburun (2009, 4–5) mukaan S3D-elokuvan paluu alkoi vuonna 2003, kun Napapiirin pikajuna (*The Polar Express*) julkaistiin 70 IMAX 3D -teatterissa. Napapiirin pikajunan 2D-versio esitettiin 3650 normaalissa salissa. Kuitenkin jokainen S3D esityskopio teki 14-kertaisen tuoton verrattuna 2D-kopioon.

Kun taas Zonen (2007, 4) mukaan näyttää siltä, että S3D-elokuva palasi neljännen kerran vuonna 2005, kun *Chicken Little 3-D* julkaistiin 84 digitaalisessa 3D-teatterissa. Elokuvan 2D-versio julkaistiin laajasti 2 500 teatterissa.

Suomessa vuoden 2011 loppuun mennessä yli 74 prosenttia eli noin 210 teatterisalia oli siirtynyt digitaalitekniikkaan, kun vuoden 2008 loppuun mennessä luku oli 13. 3D-esitystekniikalla varustettuja saleja oli vuoden 2011 loppuun mennessä noin 200, kun vuoden 2008 toukokuussa avatun Suomen ensimmäisen 3D-salin jälkeen vuoden loppuun mennessä niitä oli kahdeksan. (Hautamäki & Kemppinen 2012, 17; Elokuvasivuosi 2008, 12.)

Nykyajan haaste S3D-elokuvan parissa on parantaa kustannus-hyötysuhdetta. Kuitenkaan S3D-elokuvan tuottaminen ei ikinä ole yhtä edullista kuin 2D-elokuvien tuottaminen. Se, tuleeko S3D-elokuva tällä kertaa jäämään, riippuu täysin tekijöistä. Kukaan ei mene teatteriin katsomaan tekniikkaa, vaan teatteriin mennään viihtymään tarinoiden parissa ja niistä sellaisesta ollaan valmiita maksamaan, mikäli elokuvat koetaan parhaalla mahdollisella visuaalisella tavalla. 3D voi olla osa tätä kokemusta. (Mendiburu 2009, 8.)

Kustannuksiltaan perusteltu S3D-elokuva tulee tarinankerronnan kautta. Koko teollisuuden tulisi ymmärtää ja hallita uusi käytössä oleva tekniikka. Kuten se on aikoinaan oppinut hallitsemaan värit, äänet tai live-television. 3D tarvitsee uuden sukupolven elokuvantekijöitä, käsikirjoittajia ja tuottajia, jotka ymmärtävät S3D:n konseptin ja pystyvät luomaan tarinoihin syvyyttä. Vuosisatoja on näytetty 3D-maailmaa 2D-pinnalta. Nyt elokuvantekijöiden olisi aika näyttää, että 3D voi oikeasti tuoda lisää tunteita valkokankaalle. (Mendiburu 2009, 8–10.)

3 SYVYYDEN HAHMOTTAMINEN

Stereonäkö on vain yksi monista keinoista aistia ympärillä olevaa 3D-maailmaa. Stereonäön lisäksi ihmiset käyttävät hahmottamiseen monokulaarisia ja liikkeeseen perustuvia syvyysvihjeitä. (Mendiburu 2009, 11.)

3.1 Monokulaariset syvyysvihjeet

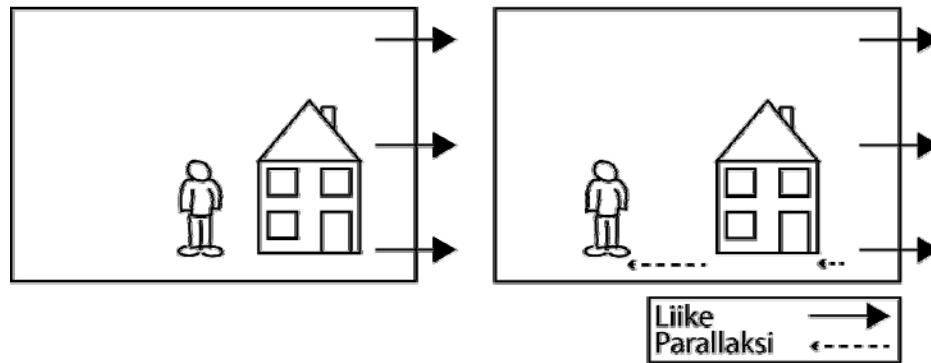
Aistit ja koordinaatiokyky hallita liikkeitä perustuvat osaltaan stereonäköön, jonka avulla hahmotetaan etäisyyksiä esineisiin. Miksei sitten ihminen, jolla on vain yksi näkevä silmä, törmäile ja kompastu esineisiin? Tämä johtuu kyvystä erotella kolmiulotteista informaatiota 2D-kuvasta tai -näkyvästä. (Mendiburu 2009, 11.)

Monokulaariset syvyysvihjeet on jaettu seitsemään kategoriaan. Vaikkakin jaottelua tehdään, muodostetaan kokonaiskuva syvyydestä yhdessä kaikkien havaittujen vihjeiden kanssa. Yksi syvyysvihjeistä on suhteelliseen kokoon perustuva vihje, jossa verrataan tunnettuja kokoja toisiinsa ja päätellään niiden sijainti. Toinen on tekstuurin muutos, jossa toistuva kuvio pienenee mentäessä kauemmas tarkastelijasta. Kolmas vihje perustuu päättelykykyyn ja hyödyntää tunnettujen kohteiden kokoja. Neljäs vihje tunnetaan nimellä ilmaperspektiivi, jossa kauempana olevat kohteet sumenevat ja näyttävät vaaleammilta. Viides vihje perustuu valoon ja varjoihin. Valon heijastuminen ja varjojen syntyminen antavat tietoja kohteen koosta, muodosta ja sijainnista. Kuudes vihje perustuu ennalta tunnettuihin kohteisiin ja niiden muotoihin. Seitsemäs vihje perustuu kohteen sijaintiin suhteessa horisonttiin. (Mendiburu 2009, 11–14.)

3.2 Parallaksi ja liikkeeseen perustuvat syvyysvihjeet

Elokuvat antavat mahdollisuuden ilmaista liikettä. Tämä perustuu aivojen kykyyn prosessoida nähtyä informaatiota suhteessa aikaan. Aivojen tekemä analyysi paljastaa kohteiden nopeuksia, suuntia ja sijoittumista syvyydessä. Tästä ja myös aiemmista vihjeistä johtuen katsoja voi kokea syvyyden 2D-elokuvassa. Nämä seikat tiedetään elokuvantekijöiden keskuudessa, ja syvyysvihjeiden luominen onkin yksi syy liikkuvalla kameralla 2D-elokuvassa. (Mendiburu 2009, 15.)

Parallaksi on saman kohteen välinen etäisyys kahden kuvan välillä. Kuvassa 4 eri kohteiden erisuuruiset parallaksit ovat avainasemassa hahmottaessamme syvyyttä. (Mendiburu 2009, 15.)



Kuva 4. Parallaksi syvyyshivhjeenä.

Liikkeeseen perustuvana syvyyshivhjeenä parallaksi voidaan jakaa kahteen kategoriaan: näkökulman liikkeeseen ja kohteen liikkeeseen perustuvaan parallaksiin. Näkökulman liikkeeseen perustuvassa parallaksissa näkökulmalla voidaan tarkoittaa esimerkiksi ihmisen silmiä ja pään liikkeitä. Joka kerta, kun ihminen kääntää päätään, luo hän liikeparallaksia ympärillään oleviin kohteisiin ja muodostaa näistä havaintoja syvyydestä. Kaukana oleva kohteet muodostavat vähemmän parallaksia kuin lähellä olevat kohteet. Kohteen liikkeeseen perustuvassa parallaksissa kohteen etäisyys perustuu havaitsemaamme kohteen nopeuteen. Kaukana oleva lentokone näyttää pysähtyneen paikoilleen, kun taas lähelle laskeutuva lentokone näyttää liikkuvan kovempaa, vaikka sen nopeus on todellisuudessa kolmannes kaukana lentävän koneen nopeudesta. (Mendiburu 2009, 15–17.)

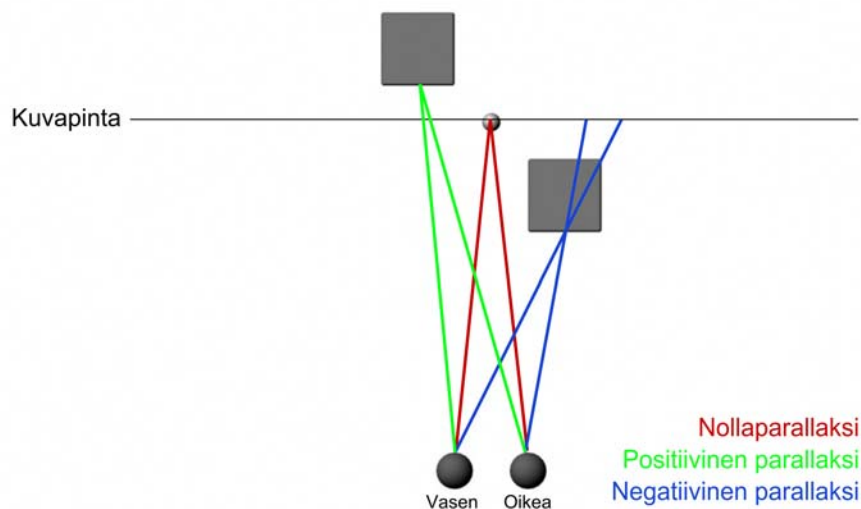
3.3 Stereoskooppiset syvyyshivhjeet

Stereoskooppiset syvyyshivhjeet syntyvät kun ihmisen kaksi silmää eli kaksi erillistä näkökulmaa tuottavat näkymät, joita vertaillaan keskenään. Kahden näkymän eroja kutsutaan eroavaisuuksiksi verkkokalvolla eli retinaalisiksi dispariteeteiksi (retinal disparity). Yleisesti eroavaisuuksia kuvaamaan käytetään kuitenkin termiä parallaksi. Vertaamalla parallakseja voidaan havaita syvyys tarkemmin, kuin pelkästä liikeparallaksista. (Mendiburu 2009, 17.)

Lisäksi aivot käsittelevät saamaansa tietoa silmämunia liikuttavilta lihaksilta. Ainakin lähietäisyyksillä aivot osaavat käyttää saamaansa informaatiota syvyyden hahmottamisessa. Lähelle katsottaessa silmät kääntyvät katsomaan sisäänpäin eli tavallisemmin sanottuna kieroön. Tätä kääntymistä kutsutaan konvergenssiksi. (Mendiburu 2009, 20.)

Konvergenssin vastakohtana on divergenssi eli silmien kääntyminen ulospäin, jota tapahtuu silloin, kun katsotaan äärettömyyttä kauempana oleville etäisyyksillä. Konvergenssi lisääntyy katsottaessa lähemmäs. Konvergenssillä ja divergenssillä on rajansa, jotka riippuvat katsottavan kuvapinnan koosta ja etäisyydestä. (Pank 2011, 42.)

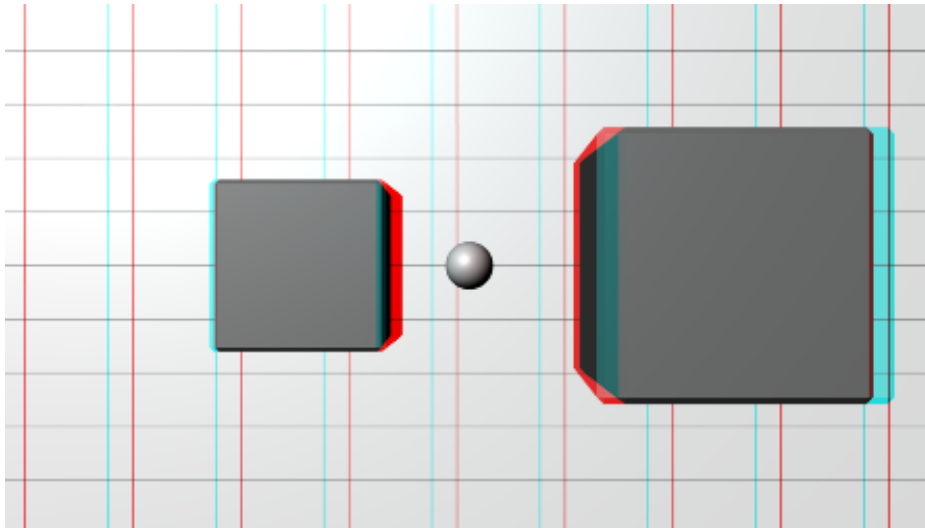
Kuvassa 5 konvergenssi luo negatiivista parallaksia ja tuo kohteet lähemmäs. Konvergenssin pienentyessä kohti divergenssiä luodaan positiivista parallaksia, joka vie kohteet kauemmas. Mikäli parallaksia ei ole, puhutaan nollaparallaksista ja kohde havaitaan kuvapinnan tasolla. (Pank 2011, 139.)



Kuva 5. Positiivinen parallaksi, nollaparallaksi ja negatiivinen parallaksi.

Kuvassa 6 on yhdistetty vasemman ja oikean silmän kolmiulotteinen näkymä kuvasta 5 anaglyphiseksi kuvaksi, jota voi tarkastella kolmiulotteisena puna-syaanilasien läpi. Kuten kuvasta 5 käy ilmi on kuvan keskellä oleva pallo kuvapinnan tasolla, joten sillä ei ole negatiivista eikä positiivista parallaksia. Lähempää kuutiota tarkasteltaessa sen huomataan olevan lähempänä kuin kuvapinta, joten sillä on negatiivista parallaksia.

Vastaavasti kauimpana oleva kuutio sijaitsee kuvapinnasta syvemmällä, joten sillä on positiivista parallaksia. Taustaruudun parallaksista voidaan päätellä, että se sijaitsee kauimpana syvyydessä.



Kuva 6. Oikean ja vasemman silmän näkymistä yhdistetty anaglyphinen kuva, jossa havainnollistuu parallaksierot. Oikean silmän näkymä punaisella ja vasemman syäänillä.

Toisena tärkeänä syvyyshivjeenä pidetään okklusiota (occlusion) eli kohteen peittymistä toisen kohteen taakse. Vasen silmä voi nähdä rakennuksen, jonka takana on puu mutta oikea silmä näkee vain rakennuksen, koska rakennus peittää puun oikean silmän näkökentässä. Kuitenkin aivot käsittelevät molempien silmien informaation ja pystyvät rakentamaan toisesta näkymästä puuttuvan palan toisen näkymän informaatiolla. Aivot siis käsittelevät monokulaarisia ja stereoskooppisia syvyyshivjeitä sekä luovat niiden avulla havainnot syvyydestä. (Mendiburu 2009, 18.)

3.4 Akommodaatio

Akommodaatiolla tarkoitetaan silmän kykyä mukautua tarkentamaan katse eri etäisyyksillä oleville kohteille (Turunen 2007, 174). Mendiburun (2009, 20) mukaan ihminen ei kuitenkaan pysty havainnoimaan tasoa jolle katse tarkentaa.

S3D-kuvan kannalta se on hyvä asia. Näemme kohteet "leijuvan" jossakin syvyydessä, mutta käytännössä ne näytetään ja niitä katsotaan kuvapinnan tasolta. Katseemme siis konvergensoi jonnekin tilassa ja samalla tarkentaa kuvapinnan tasalle. Suurimmalle

osalle ihmisistä tarkentaminen ja konvergensoiminen eri etäisyyksille eivät tuota ongelmia. (Mendiburu 2009, 20–21.)

3.5 Syvyyden havainnoinnin rajat ja mahdollisuudet

Monokulaarisilla syvyydsvihjeillä ei käytännössä ole etäisyysrajoja. Stereoskooppisten syvyydsvihjeiden havainnointia rajoittaa kuitenkin liiallinen etäisyys. Kun kohde on tarpeeksi kaukana, ei voida nähdä sitä eri näkökulmista, jolloin eroavaisuuksia ei synny. (Mendiburu 2009, 21.)

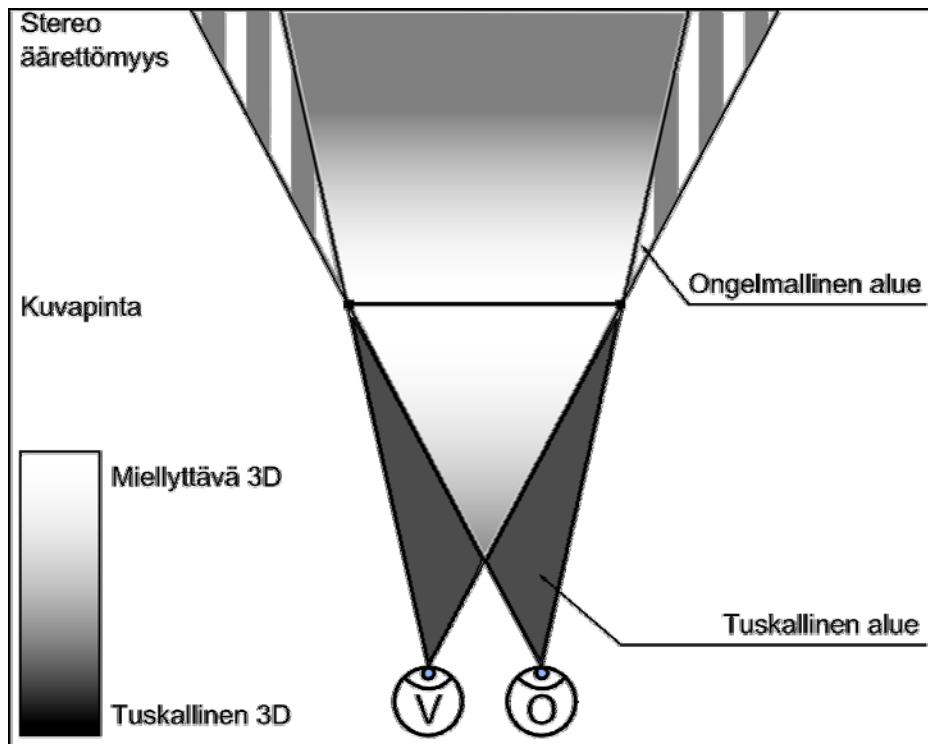
Käytännön etäisyysrajoite sijoittuu 100-200 metriin ja siitä kauemmas. Sama rajoite tulee vastaan S3D-kuvia katsellessa, ja se tulee ottaa huomioon jo tekovaiheessa. Tämä rajoite määrittää syvyydresoluution ja syvyyden määrän kuvapinnalla. (Mendiburu 2009, 21.)

3.5.1 Resoluutio ja maksimietäisyys

Kun optisen tai digitaalisen 2D-kuvan esitysvälineen resoluution rajat saavutetaan, menettää katsoja mahdollisuuden havainnoida 3D-informaatiota. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että mitä parempilaatuinen 2D-kuvapari on sitä parempi syvyydresoluutio voidaan saavuttaa lopullisessa S3D-kuvassa. (Mendiburu 2009, 21.)

Ihminen ei ole tottunut katsomaan kohteita äärettömyyttä kauempana. Vaikka katsoisi tähtiä, koetaan se mukavaksi koska silmien optiset akselit ovat rinnakkain. 3D-teatterissa tämä tilanne koetaan silloin kun vasen ja oikea kuva kohteesta näytetään 64 millimetriä toisistaan erossa. (Mendiburu 2009, 21.)

Kankaalla tätä etäisyyttä kutsutaan äärettömyudeksi. Mikäli kankaan koko kasvaa, kasvaa myös kuvien välinen etäisyys. Vaikkakin etäisyyden kasvattamista sietäisi hetken aikaa, käy se ennen pitkää rasittamaan silmiä. Tämä seikka tulee ottaa huomioon jo esituotantovaiheessa valittaessa esitys- ja levitysformaatteja. Taitava stereografi huomioi kuvassa 7 olevan S3D:n mukavuusalueen rajat suunnittelussa ja kuvauksessa. (Mendiburu 2009, 21–22.)



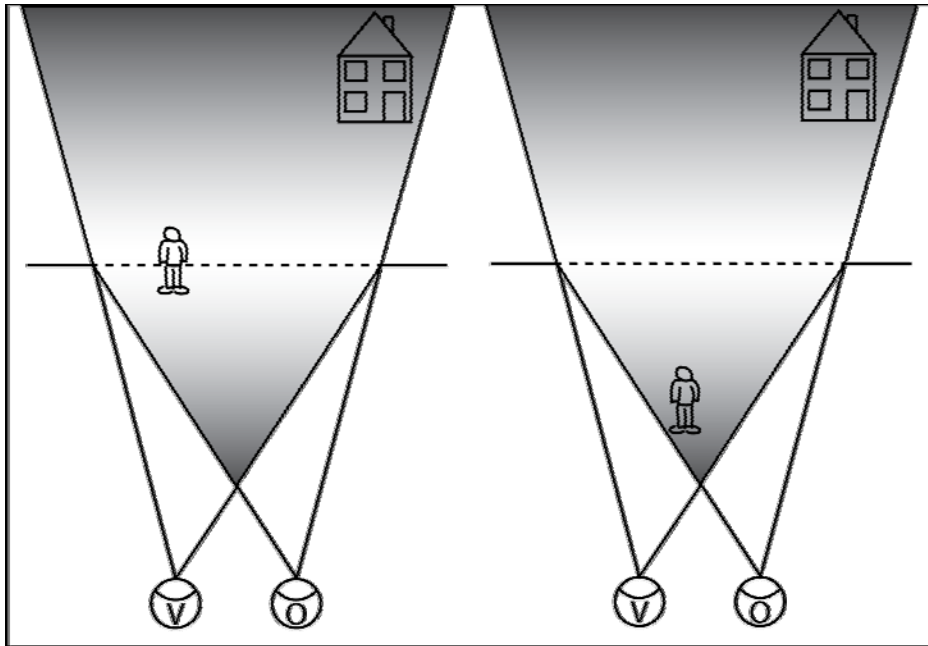
Kuva 7. S3D:n mukavuusalue.

3.5.2 Kuvien yhdistämisen rajoitus

Kuvien yhdistäminen on aivojen tekemä prosessi, jossa kahdesta kuvasta muodostetaan yksi kolmiulotteinen kuva. Liian voimakasta S3D-kuvaa katsottaessa voi havaita kohteet alkuperäisistä kuvista, pystymättä yhdistämään kuvia yhdeksi. Tätä kutsutaan kaksoisnäöksi (double vision). (Mendiburu 2009, 22–23.)

Ihminen pystyy yhdistämään kohteita läheltä ja kaukaa mutta ei samaan aikaan samassa kuvassa. Luontainen tarve kontrolloida ympäristöä visuaalisesti saa katsojan tarkastelemaan myös kuvan taka-alaa. Tätä pidetään yhtenä syynä käyttää lyhyttä terävyysaluetta eristettäessä esimerkiksi haluttu henkilö irti taustasta. Tällä keinolla katsoja ohjataan katsomaan haluttuun paikkaan. (Mendiburu 2009, 23.)

Stereoskooppisessa kuvassa on otettava huomioon syvyyden käytön rajoitukset. Yleisesti ei tulisi käyttää kaikkea mahdollista syvyyttä vaan se tulisi suhteuttaa kuvan toimintaan. Ei tulisi näyttää lähikuvaa etualalla kuvassa, jossa taustan syvyys jatkuu äärettömään. (Mendiburu 2009, 23.) Esimerkki näkyy kuvassa 8.



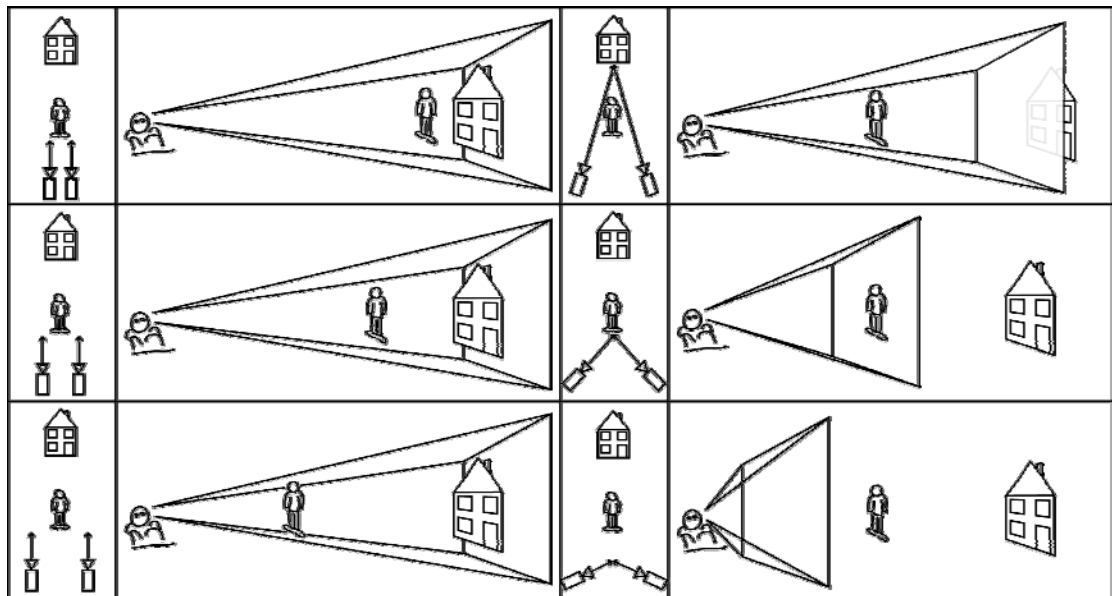
Kuva 8. Vasemmalla kohteet sijaitsevat mukavuusalueella ja ne ovat näkyvissä yhdellä konvergenssillä. Oikealla kohteet ovat vielä mukavuusalueen rajoissa mutta liian kaukana toisistaan, jotta ne voisi nähdä yhdellä konvergenssillä.

4 STEREOSKOOPPISEN KUVAAMISEN PERUSTEET

Kuvaaminen on valon vangitsemista tallennusformaattiin ja sen uudelleen esittämistä. Stereoskooppinen kuvaaminen on edellisen tekemistä kahdesti, ja kahden kuvan täydellistä uudelleen esittämistä yhdellä kuvapinnalla. Käytännössä tulee siis hallita täydellisesti kaksi kameraa ja niiden suhteellinen sijainti toisiinsa nähden. (Mendiburu 2009, 47.) Mendiburu (mts. 73.) painottaa stereoskooppisen tuotannon kahta tärkeintä sääntöä: Älä ikinä luota kaksiulotteiseen kokemukseesi ja kontrolloi syvyyttä visuaalisesti täysikokoiselta näyttölaitteelta.

4.1 IO ja konvergenssi

Kameroiden välinen etäisyys eli IO on tärkein määre S3D-kuvaamisessa. Sillä säädetään syvyyden määrä (kuva 9). Kuinka paljon IO:ta käytetään, on yhteydessä käytettyihin linsseihin, haluttuun syvyysvaikutelmaan ja julkaisuformaattiin. Se on myös taitellinen ratkaisu. Koska IO on stereoskooppisen kuvaamisen "kulmakivi" on sillä myös monta nimitystä, kuten stereo base. (Mendiburu 2009, 73–74.)



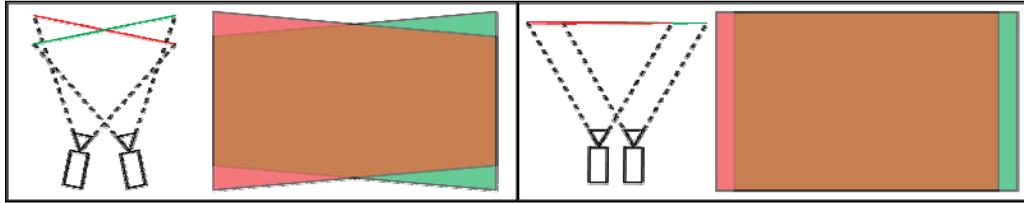
Kuva 9. IO:n vaikutus syvyyteen sekä konvergenssin vaikutus negatiiviseen ja positiiviseen parallaksiin.

Konvergenssi on toinen stereoskooppisen kuvaamisen perusta. Mikäli kamerat suunnataan täysin yhdensuuntaisesti on kaikilla kohteilla negatiivinen parallaksi, joten ne sijoittuvat syvyydessä kuvapinnan etupuolelle. Ainoastaan äärettömän kaukana olevat esineet sijoittuvat kuvapinnan tasolle, koska niillä ei ole parallaksia. Mikäli halutaan jakaa kuvattavat kohteet kuvapinnan molemmille puolille syvyydessä, tulee kamerat kääntää konvergenssiin. Kohteilla jotka sijaitsevat kameroiden optisten akselien leikkauspisteessä ei ole parallaksia, joten ne sijaitsevat kuvapinnan tasalla. (Mendiburu 2009, 75.) Kuvassa 9 on havainnollistettu myös konvergenssin vaikutus kuvan syvyyteen.

4.2 Keystone-efekti

Konvergenssin käyttäminen aiheuttaa kuvissa keystone-efektin, joka ilmenee kuvassa 10 kuvien reunojen zoomautumisena lähemmäs, ja se johtaa myös vertikaaliseen epäsymmetrisyyteen kuvien kulmien suhteen. Mendiburu (2012, 66) mainitsee stereokuvaaja Brian Gardnerin näkökulman, että pieni keystone on hyväksyttävää ja voi jopa helpottaa kolmiulotteisen kuvan luomisessa, koska ihminen käyttää konvergenssiä ja keystone-efektiä binokulaarisen näön luontaisena sivutuotteena. Hyvin pieniä keystoneen aiheuttamia muutoksia lukuun ottamatta, aiheuttaa se tuskaa katsojalle, joten keystone-efekti on korjattava. (Mts. 66.)

Ongelmista huolimatta James Cameron, joka on maailman tunnetuimpia S3D-elokuvien tuottajia, käyttää kameroita aina konvergenssissa (Seymour, 2010).

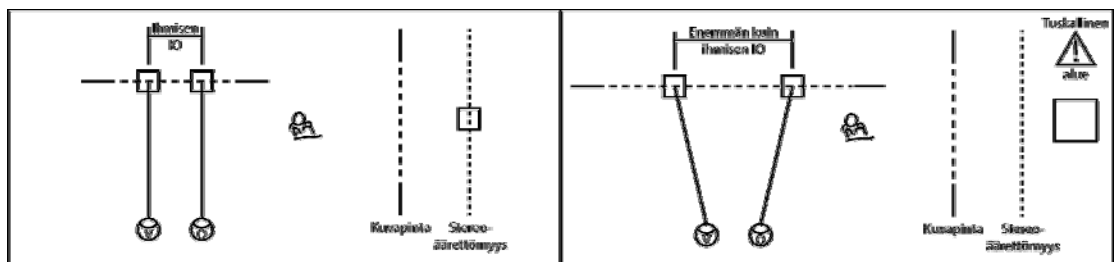


Kuva 10. Konvergenssin aiheuttama keystone-efekti ja vertailukohtana yhdensuuntaisten kuvien asettuminen toisiinsa nähden.

Tulisikin välttää konvergenssin käyttämistä, koska nykyaikainen jälkikäsitteily antaa mahdollisuuden siirtää yhdensuuntaisesti kuvattuja kuvia tarkasti haluttuun konvergenssiin. Kuitenkin konvergenssin käyttäminen voi olla perusteltua ja toistaiseksi se on välttämätöntä puhuttaessa S3D-live-kuvaamisesta ja kuvan reaaliaikaisesta lähettämisestä. (Mendiburu 2009, 76.)

4.3 Kuvapinnan koon ja etäisyyden vaikutus syvyyden havainnointiin

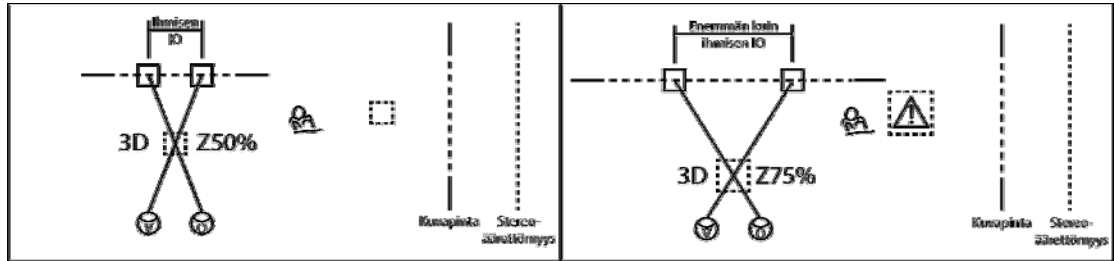
Mendiburun (2009, 73) toinen sääntö oli tarkkailla kuvaa visuaalisesti täysikokoiselta näyttölaitteelta. Tämä sääntö on helppo ymmärtää visuaaliselta kannalta, mutta puhuttaessa näyttölaitteen koon vaikutuksesta syvyyteen asia mutkistuu. Ymmärtääkseen sen tulee muistaa mistä kolmiulotteinen kuva syntyy. Kuva syntyy kohteen kahdesta erillisestä kuvasta, jotka näytetään eri suhteessa kuvapintaan. (Mts. 76.)



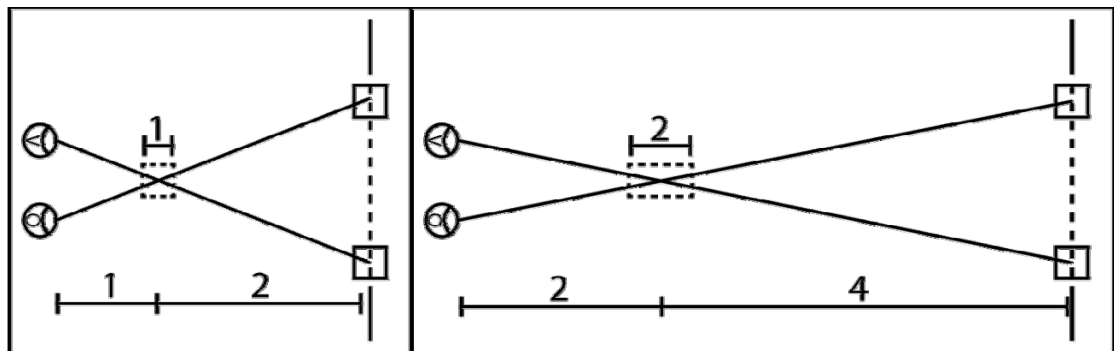
Kuva 11. Kuvapinnan koon vaikutus positiiviseen parallaksiin ja syvyyden havainnointiin.

Kuvassa 11 vasemmalla on havainnollistettu ihmisen silmien IO:ta vastaavaksi kuvattu S3D kuva, joka on suunniteltu näytettäväksi esim. 27-tuumaiselta 3D-näytöltä. Va-

semmallalla täysin sama kuva esitettynä 55-tuumaisesta 3D-televisiosta. Tämä luo riskin divergenssille suurilla kuvapinnoilla. Kuvassa 12 havainnollistettu kuvapinnan koon vaikutus negatiiviseen parallaksiin. On muistettava että, syvyys S3D-kuvassa kasvaa lineaarisesti suhteessa kuvien 2D-kokoon. (Mendiburu 2009, 76.)

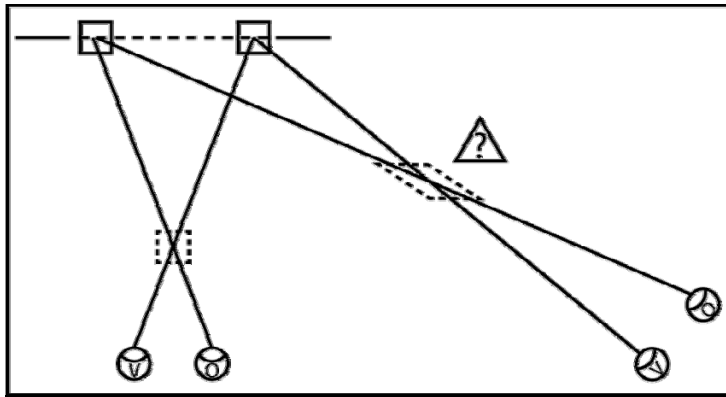


Kuva 12. Kuvapinnan koon vaikutus negatiiviseen parallaksiin ja syvyyden havainnointiin.



Kuva 13. Etäisyys kuvapinnasta vaikuttaa syvyyden havainnointiin oleellisesti.

Katsojan kokemukseen vaikuttaa suuresti myös etäisyys kuvapinnasta. Kuvassa 13 on havainnollistettu katsojakokemuksen ääripäät. Vasemmassa kuvassa oleva katsoja on teatterin eturivillä ja näkee 1 x 1 kuution 1/3 syvyydessä. Oikeassa kuvassa sama katsoja on siirtynyt takariviin ja näkee saman kuution 1 x 2 pitkulaisena 2/6 syvyydessä. Kauemmas kuvatasosta siirryttäessä kuvapinnasta ulos tulevat kohteet suurenevat. Lähemmäs kuvapintaa siirryttäessä kohteet ovat lähempänä katsojaa. (Mendiburu 2009, 77.)



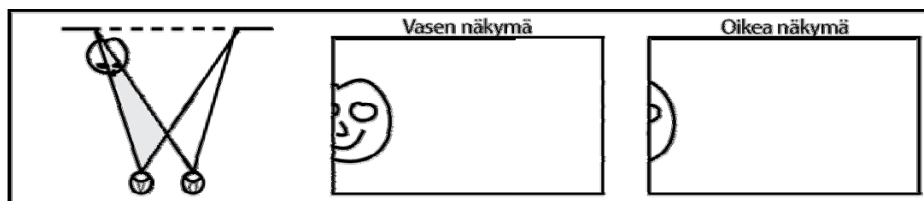
Kuva 14. Katsottaessa sivulta katsoja kokee ns. off-axis-efektin, joka vääristää näkymää.

Istuminen sivupenkeillä teatterissa ei ole koskaan mukava kokemus. Tämä johtuu 2D-vääristymästä kuvapinnalla. Kuvassa 14 näkyy, kuinka 2D-vääristymä vaikuttaa myös kolmiulotteiseen kokemukseen. Eturivi on visuaalisesti kaikista intensiivisin, ja tapahtumat ovat lähellä katsojaa. Takarivissä syvyys on helpoin omaksua ja tapahtumat ovat kauempana katsojasta. Sivupenkkejä tulee välttää viimeiseen asti, mikäli S3D-kokemuksesta halutaan miellyttävä. (Mendiburu 2009, 78.)

4.4 Stereoskooppinen ikkuna

S3D-kuva on tila, jota katsotaan ikkunan läpi ja kuvan reunat toimivat ikkunan kehyksinä (Mendiburu 2009, 79).

Kuvapinnan etupuolella olevat esineet ovat ongelmallisia, jos ne ylittävät kuvapinnan reunan (kuva 15). Tässä tapauksessa näemme kaksi ristiriidassa olevaa syvyysvihjetä: toinen silmä näkee vain osan kohteesta, joten tulkitsemme sen olevan kuvapinnan takana, mutta koska kohteella on negatiivista parallaksia, kuuluisi sen olla kuvapinnan etupuolella. Tätä kutsutaan stereoskooppisen ikkunan rikkomiseksi. (Pank 2011, 33.)



Kuva 15. Vasen silmä näkee enemmän kuin oikea silmä, jolloin syntyy ristiriita havaittujen syvyysvihjeiden välille.

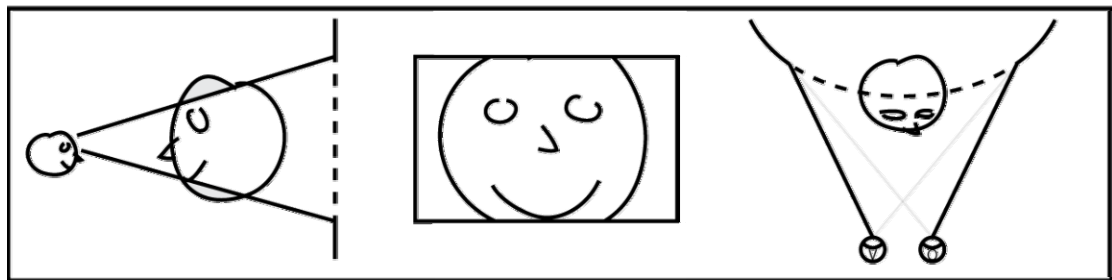
4.4.1 Stereoskooppisen ikkunan rikkominen

Stereoskooppisen ikkunan rikkominen voi olla kolmas tuskaa aiheuttava virhe heti konvergenssin ja interokulaarisen etäisyyden jälkeen. Pääsääntöisesti ikkunaa ei tule rikkoa. (Mendiburu 2009, 80.)

On kuitenkin olemassa kaksi poikkeusta, jolloin ikkuna voidaan rikkoa: kun kohde liikkuu riittävän nopeasti ja on selkeästi tunnistettavissa ikkunan etupuolelle. Tämä pätee kohteille, jotka tullessaan tai poistuessaan rikkovat ikkunan puoleksi sekunniksi. Tämä on aika, joka aivoilta menee sijoittaa uusi kohde oikealle syvyydelle ja jättää ikkunan rikkominen käsittelemättä nopeasti poistuneen kohteen osalta. Mikäli koko kohde on kuvassa, ennen kuin aivot sijoittavat kohteen kuvapinnan etupuolelle ei ongelmaa ehdi syntyä. (Mendiburu 2009, 80.)

4.4.2 Stereoskooppisen ikkunan taivuttaminen

Kun kohde rikkoo stereoskooppisen ikkunan ylä- ja alalaidasta, kutsutaan sitä stereoskooppisen ikkunan taivuttamiseksi (kuva 16). Aivot tekevät työtä täyttääkseen puuttuvat osat, mutta eivät koe ongelmaa vihjeiden ja sijainnin suhteen. Ratkaisu on aistimus ikkunan taipumisesta kohti katsojaa. (Mendiburu 2009, 80.)



Kuva 16. Stereoskooppinen ikkuna taipuu kun kohde rikkoo ylä- ja alalaidan.

On kuitenkin hyvä välttää ylälaidan rikkomista, koska olemme tottuneet näkemään pään kokonaan kuvassa, kun taas jalat mielletään helpommin rajattaviksi pois. (Mendiburu 2009, 80.)

4.4.3 Stereoskooppisen ikkunan kelluttaminen

Orjallinen stereoikkunan kunnioittaminen sitä rikkomatta rajoittaa kolmiulotteisen tilan käyttöä ja on jo itsessään haaste, ellei jopa tekninen painajainen. Vaihtoehto orjalliselle työskentelylle on stereoikkunan (floating window) siirtäminen sisäänpäin jälkikäsittelyssä. Tämä toteutetaan poistamalla maskin avulla se osa kuvasta, jota silmien ei tulisi nähdä (kuva 17). Kolmiulotteista lopputulosta katsottaessa ei näitä maskeja havaitse. (Mendiburu 2009, 81.)



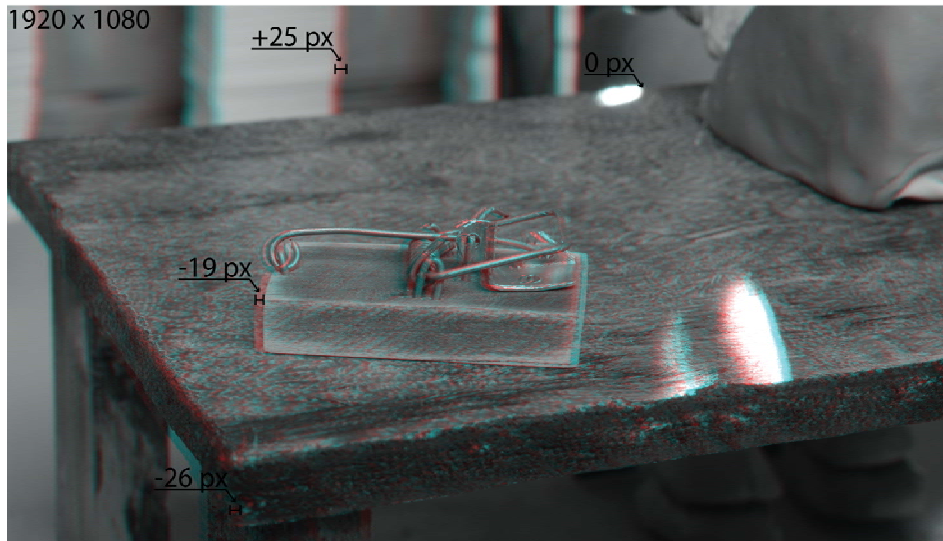
Kuva 17. Floating window eli stereoskooppisen ikkunan siirtäminen maskien avulla rajaamalla.

4.5 Perusteet syvyyden hallitsemiseksi

Kolmiulotteisuuden tiedetään vaikuttavan koko elokuvan tuotantoprosessiin. Elokuva-teollisuutta varten onkin määriteltä uusia työkaluja ja keinoja tuotannon hallitsemiseksi. Termi syvyysbudjetti kulkee koko tuotantoprosessin mukana käsikirjoittamisesta aina esitysformaattiin asti. Se määritellään syvyyskartassa, joka mahdollistaa syvyysjatkumon kuvien välillä. (Mendiburu 2009, 84.) Syvyysbudjetti määrittelee kuvassa käytettävän maksimiparallaksin määrän, jotta katselukokemus säilyisi mukavana (Reeve & Flock 2012, 24).

S3D-kuvaamisessa parallaksin määrittämiseen voidaan käyttää trigonometriaa ja astekulmia, jotka perustuvat kuvapinnan kokoon ja katsojan etäisyyteen kuvapinnasta. Ei kuitenkaan voida täysin tietää kuinka suuri kuvapinta on ja kuinka kaukaa sitä katsotaan. Trigonometria itsessään voi olla tuskallisempaa kuin huono S3D, joten on luonnollista välttää sen käyttöä. Tuotannon helpottamiseksi on etsitty yhteistä kieltä tuotantoryhmän sisälle ja digitaalisuuden myötä parallaksia onkin aloitettu laskemaan pikseleinä. Digitaalisuudesta huolimatta on esitysformaatin koko kuitenkin pidettävä mielessä ja eräänlaiseksi kolmiulotteisen elokuvan standardiksi on muodostunut 9 metrin teatterikangas. (Mendiburu 2009, 84–85.)

Parallaksin määrittäminen pikseleinä on digitaaliseen kuvaan tottuneelle hyvin yksinkertaista. Parallaksi lasketaan vasemman ja oikean silmän kohteiden eroavaisuuksista, kun kuvat näytetään päällekkäin (kuva 18). (Mendiburu 2009, 85.)



Kuva 18. Parallaksi lasketaan oikean ja vasemman silmän eroavaisuuksista.

Pikselimäärä ei kuitenkaan ole vakio, koska se riippuu kuvassa käytettävästä resoluutiosta. Yleisimmin käytettyjä resoluutioita ovat full hd (1920 x 1080), 2K (2048 x 1024) ja 4K (4096 x 2048). Suurinta mahdollista käytettävää parallaksia laskettaessa nykyinen standardi on käyttää full hd - tai 2K-resoluutiota välittämättä muutaman prosentin eroa. (Mendiburu 2009, 85.)

Suurimmasta mahdollisesta käytössä olevasta parallaksin määrästä käytetään nimitystä natiivi pikseliparallaksi (NPP), joka voidaan laskea jakamalla ihmisen IO eli 64mm käytössä olevan kuvapinnan leveydellä (mm) ja kertomalla se kuvan vaakaresoluution pikselimäärällä. Kaava ei huomioi katsojan etäisyyttä kuvapintaan, joten määritelmä ei ole täysin luotettava. (Mendiburu 2009, 86.) Taulukossa 1 olen laskenut esimerkiksi muutaman yleisimmän kuluttajille suunnatun näyttölaitteen ja vertailuksi 9 metrisen elokuvakankaan natiivin pikseliparallaksin.

Taulukko 1. Esimerkkitaulukko yleisimmistä näyttölaitteista.

Näytön koko tuumina	Vaakaresoluutio	NPP
23	1920	240
27	1920	200
32	1920	171
40	1920	137
50	1920	109
354 (9m)	2048 (2K)	14

Esimerkiksi valkokankaalla (9 m) suurin käytettävä parallaksi tulisi olla 14 pikseliä. Tämä parallaksimäärä määrittelee käytettävän syvyysbudjetin. Syvyysbudjetti pitää sisällään positiivisen sekä negatiivisen parallaksin. Tässä tapauksessa syvyysbudjetti olisi yhteensä 28 pikseliä. On kuitenkin todettu, että lyhytaikaisesti positiivinen parallaksi voidaan kaksinkertaistaa ja negatiivinen parallaksi kolmin tai nelinkertaistaa. On lisäksi todettu, että negatiivisen parallaksin voi muutamien freimien ajaksi jopa kymmenkertaistaa, kuten erittäin nopeasti kohti tulevien esineiden kohdalla. Äärimmäisen syvyyden käyttö on kuitenkin tarkkaan harkittava. (Mendiburu 2009, 86–87.)

4.5.1 Bercovitzin kaava

Kun tietää tarpeeksi stereoskooppisen kuvauksen sääntöjä ja rajoituksia voi periaatteet siirtää käytännön kuvaamiseen. Muun muassa John Bercovitz on luonut laskentakaavan, jonka avulla voidaan laskea kameroissa käytettävä interokulaarinen etäisyys suhteessa maksimiparallaksiin. (Wattie 2012.)

Bercovitzin kaava	Yksinkertaistettu Bercovitzin kaava
$B = P \left(\frac{LN}{L-N} \right) \left(\frac{1}{F} - \frac{L+N}{2LN} \right)$	$B = P \left(\frac{N}{F} - \frac{1}{2} \right)$
B= Interokulaarinen etäisyys P= Pyritty parallaksi (mm) L= Pisin etäisyys linssistä	B= Interokulaarinen etäisyys P= Pyritty parallaksi (mm) N= Lähin etäisyys linssistä F= Polttoväli

Kuva 19. Bercovitzin kaavaa pidetään parhaimpana laskettaessa interokulaarista etäisyyttä.

Kuvassa 19 nähtävää Bercovitzin laskentakaavaa pidetään parhaana määriteltäessä stereokuvaamiseen tarvittavia arvoja. Yksinkertainen Bercovitzin kaava toimii kun pi-

sin etäisyys linssistä on äärettömyydessä. (Wattie 2012.) En avaa kaavaa tässä yhteydessä enempää, koska se ei sinällään sovellu pikseliparallaksin kanssa käytettäväksi. Halusin kuitenkin tuoda sen esiin, koska kaava toimii perustana monissa nykyaikaisissa stereoskooppisen kuvaamisen apusovelluksissa.

4.5.2 1/30-sääntö

1/30-sääntö perustuu yleisesti hyväksytyyn sääntöön, jota on käytetty stereoskooppisessa valokuvaamisessa vuosisatoja ympäri maailman. Käytännössä sääntö kuvassa 20 määrittää interokulaarisen etäisyyden vain 1/30-osaan lähimmän esineen etäisyydestä. (Rubio 2011, 48.)

1/30 - sääntö	
$IO \times 30 = \text{lähimmän objektin etäisyys}$	$\frac{\text{Lähimmän objektin etäisyys}}{30} = IO$

Kuva 20. Vuosisatoja stereoskooppisessa kuvaamisessa käytetty 1/30-sääntö.

1/30-sääntö ei ole tarkka, eikä sovellu käytettäväksi suurille kuvapinnoille tarkoitettun sisällön kanssa. Suurille kuvapinnoille kuvattaessa voidaan käyttää arvoja 1/60 ja 1/100 tai jopa enemmän. 1/30-sääntö toimii stereoskooppisessa maisemakuvauksessa kun lopputulosta tarkastellaan alle 65-tuuman kuvapinnalta. (Dashwood 2011.)

5 CASE: NOTHING OCCURRED

Nothing Occurred on stereoskooppisena kuvattu stop motion -lyhytanimaatio, joka perustuu Jani Souranderin seminaarityöhön *Stereoskooppisen stop motion- animaation kuvakäsikirjoitus*. Seminaarityössään Sourander tutki 3D-kuvan vaikutusta käsikirjoittamiseen ja kuvakäsikirjoitukseen. Seminaarityön oli tarkoitus pohjustaa Souranderin opinnäytetyötä, jossa Jani aikoi käsitellä stereoskooppista kuvaamista ja stereoskooppisen kuvan jälkikäsitelyä.

Pääsin seuraamaan läheltä koko prosessia ja jossakin vaiheessa päädyimme tekemään opinnäytetöiden produktiivisen osion yhdessä. Souranderin aikomus käsitellä stereoskooppista kuvaamista jäi taka-alalle, ja otin stereokuvaajan roolin produktiossa, kun

Souranderin kiinnostus painottui enemmän jälkikäsitteilyyn. Tässä vaiheessa oma tietämykseni stereoskooppisesta kuvaamisesta oli vähäinen.

5.1 Valmistelut

Liittyessäni mukaan produktion oli esituotantovaihe jo pitkällä, koska Sourander oli aloittanut työskentelyn seminaarityössään. Sain Souranderilta kuvakäsikirjoituksen sekä syvyyskartan (liite 1), jotta pääsin tutustumaan produktion ja valmistautumaan omaan rooliini. Kun arvioimme toteutukseen kuluvaan aikaa ja tulevia työvaiheita, totesimme että työt oli aloitettava ajoissa. Tiesimme myös että tulimme toteuttamaan koko produktion kolmen ihmisen työryhmällä. Mukana produktiossa oli lisäksi Sanna Peltola, joka toi äärimmäisen tärkeän työpanoksen produktion onnistumiseksi.

Kuvaukseen liittyvät järjestelyt olivat vähäisiä, koska käytettävissä oleva vähäinen ns. 0-budjetti rajoitti käytettävissä olevan kaluston jo olemassa olevaan kalustoon. Kuvauskalustona toimi minun ja Souranderin Nikon-digijärjestelmäkamerakalusto tarvikkeineen. Alkuperäinen tarkoitus oli käyttää kamerajalustana raskasta studiokäyttöön tehtyä valokuvausjalustaa sekä siihen liitettyä kinopäätä ja Manfrotton valmistamaa makrokiskoa stereoparien tuottamiseksi.

Valaisu suunniteltiin tehtäväksi koulun valokalustoa käyttämällä. Lavaste ja tarvittavan valon luonne rajasi valokaluston melko pieneksi. Käytimme käytännössä kahta kattoasennettua 2000w:n Arri-merkkistä fresnel-lamppua, yhtä profiilivalaisinta ja Dedolight-valaisinsettiä. Näiden lisäksi käytimme satunnaisesti leditaskulamppuja sekä erilaisia heijastimia ja kalvoja valon värin tai kovuuden muuttamiseksi.

5.2 Kuvaus

Koska kyseessä oli stop motion -animaatio, päätimme hoitaa kuvaukset digitaalisella Nikon D700-järjestelmäkameralla. Stereoparien tuottamista varten käytimme Souranderin kuvauskalustoon kuuluvaa Manfrotton makrokiskoa, joka mahdollisti kameran siirtämisen sivuttain millimetriasteikkoon perustuen. Nämä ratkaisut rajasivat kuvaustavan rinnakkaiseen ilman konvergenssia tapahtuvaan kuvaustapaan, jossa yhdellä kameralla otetaan kaksi erillistä kuvaa liikuttamalla kameraa kuvien välillä.

Kuvaformaatiksi valitsimme Nikon D700 -kameran jpeg-kuvaformaatin resoluutiassa 4256 x 2832 pikseliä, joka on 160 pikseliä leveämpää ja 672 pikseliä korkeampaa kuin 4K-resoluution maksimikoko elokuvateatterissa (Digital Cinema System Specification 2012, 31). Suuri kuvakokohan mahdollistaa stereoskooppisen kuvan jälkikäsitteilyssä tarpeellisen rajausmahdollisuuden. Päätimme myös alusta alkaen säilyttää animaation kaikissa työvaiheissa 4K-resoluutiassa lopullista jakelua varten.

Kuvaus tapahtui käyttämällä kuvassa 21 näkyvää kameraa ja Manfrotton makrokiskoa sen liikuttamiseksi kuvien välillä. Kuvassa näkyy myös osa studiojalustaa, jota oli tarkoitus käyttää sen nopean siirreltävyuden vuoksi. Jalustan avulla oli myös tarkoitus kuvata kamera-ajo animaation alkuun. Kuvien välille syntyi kuitenkin liikaa virheitä, ja studiojalusta todettiin liian epävakaaksi. Epävakaus ja ongelmat johtuivat osaltaan siitä, että kamera oli siirrettävä kuvien välillä manuaalisesti makrokiskon ruuvilla, joka aiheutti ylimääräistä liikettä jalustaan ja kameraan.



Kuva 21. Nikon D700 -digijärjestelmäkamera ja Manfrotton makrokisko stereoparien tuottamiseksi.

Mikäli produktio olisi ollut mahdollista tehdä budjetilla olisimme käyttäneet Animokoa ja S3 3D -stereostepperiä. Animoko on ohjelmoitava motion control- kamerarigi, jonka nopeus ja tarkkuus on suunniteltu animaatiokäyttöön (Animoko: Overview 2012). Animoko olisi mahdollistanut liikkuvan kameran käytön produktiossa ja tuonut animaatiomme lähemmäs elokuvien totuttua liikkuvaa kameraa.

Olisimme kuitenkin teoriassa voineet toteuttaa ajon käyttämällä vanerista ja puurimoista tehtyä slideria, mutta käytössä olevat välineet ja tiukka aikataulu rajoittivat

pois kamera-ajon tekemisen animaation alkuun ja päädyimme korvaamaan sen kahdella eri kuvakoolla. Priebe (2011, 174) kirjoittaa Lucas Wareingin käyttäneen vastaavaa kuvassa 22 näkyvää puusta valmistettua slideria animaatioissa AVA.



Kuva 22. Ajon toteuttaminen olisi voinut onnistua vanerista ja puurimoista tehdyn sliderin avulla myös ns. 0-budjetin tuotannossa (Priebe 2011, 174).

S3 3D -stereostepperi on suunniteltu laukaisemaan kamera ja liikuttamaan kameraa tarkasti haluttu määrä kuvien välillä (S3 3D Stereoscopic stepper: Overview 2012). Käytössämme ollut makrokisko oli täysin manuaalinen, ja minun tehtäväkseni jäi kuvien ottaminen ja kameran liikuttaminen kuvien välillä. Kohtasimme ongelmia myös makrokiskon käyttämisen osalta.

Makrokiskoa ei ole tarkoitettu kahden täydellisesti linjassaan olevan kuvan ottamiseen, joten alussa ilmeni liikaa virheitä kuvien välillä. Ratkaisin ongelman rakentamalla jokaiseen kohtaukseen puusta ja vanereista pohjalevyyn kiinnitettävän jalustan, johon makrokisko kiinnittyi pultin avulla.

Makrokiskon ylimääräisen liikehdinnän rajoitin puukiiloilla, ja kuvakohtaisesti IO rajoitettiin puustoppareilla. Stopparit mahdollistivat kameran nopeamman siirtämisen kuvien välillä, kun aiemmin olin ruuvia kääntämällä siirtänyt kameraa millimetrias-teikon mukaan. Tämä ruuvin ja asteikon käyttö oli kuitenkin hidasta ja olisi aiheuttanut inhimillisiä virheitä asteikon luvussa ennemmin tai myöhemmin. Tässä tapauksessa yksinkertainen ei ollut kaunista, mutta sitäkin toimivampaa. Kuvassa 23 on esimerkkikuvat käyttämästäni tavasta kiinnittää kamera kuvakohtaisesti rakennetulla jalustalla.

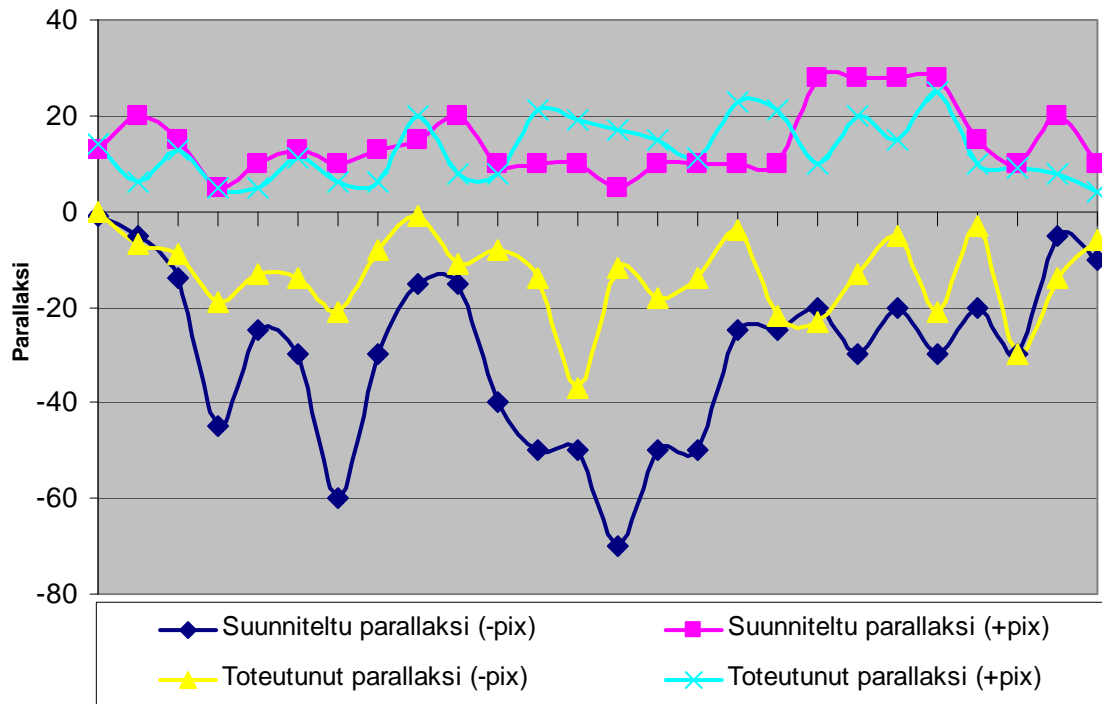


Kuva 23. Päädyin ratkaisuun, jossa kameralle rakennettiin kuvakohtainen jalusta ja makrokisko tuettiin puukiiloilla ja -stoppareilla kuvaamisen nopeuttamiseksi.

5.3 Monitorointi

Pyrin noudattamaan monitoroinnissa Mendiburun (2009, 73) painottamia sääntöjä sillä erotuksella, etten pystynyt monitoroimaan jokaista erillistä kuvaa isolta näytöltä. Ennen animointiin ja varsinaiseen kuvaukseen ryhtymistä kuvasin testiksi stereopareja eri IO:lla. En käyttänyt IO:n laskemiseen aiemmin mainitsemiani kaavoja vaan mittasin parallaksit Photoshop-ohjelmassa tehdystä anaglyphisestä kuvasta ja vertasin mitauksia syvyyskarttaan.

Hyvin pian kuitenkin huomasin että ilman käytännön tuomaa kokemusta tehty syvyyskartta oli syvyyksien osalta hyvinkin liioiteltu ja päädyin noudattamaan syvyyskartasta (kuva 24) vain suhteellisia syvyyksiä kohtausten kesken. Tosin syvyyskartta oli tehty maksimiparallakseja ajatellen, joskin se silti tuntui hieman liioitellulta anaglyphistä kuvaa katsoessa. Päätimme yhdessä myös ohjaajana toimineen Souranderin kanssa käytettävän IO:n maksimiparallaksien rajoissa täysin visuaalisesti anaglyphistä kuvaa kolmiulotteisesti tarkkailemalla.

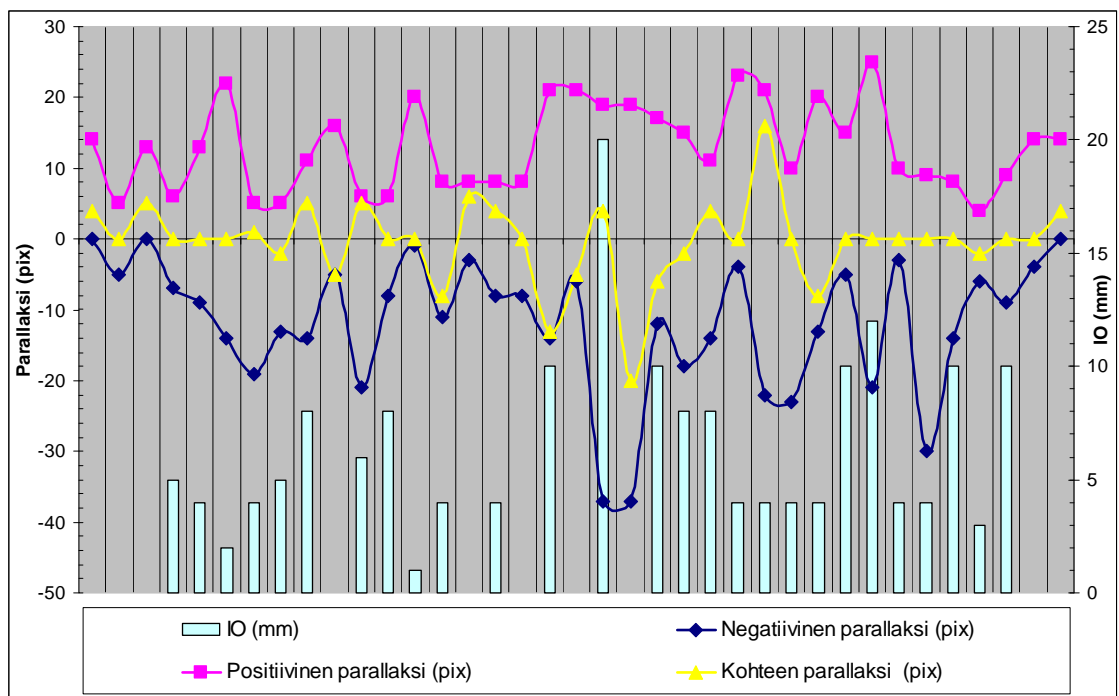


Kuva 24. Suunniteltu ja toteutunut syvyys.

Tarkasteltaessa kuvaa toteutuneen ja suunnitellun syvyyden suhteen havaitaan, että lopullinen syvyys noudattaa pääsääntöisesti suhteessa alkuperäistä syvyydestaulukkoa. Muutamia poikkeuksia lukuunottamatta lähes kaikissa kohtauksissa on maksimisyyttä pienennetty testikuvausten perusteella. Taulukossa vasemmalta oikealle kulkevat kohtaukset kronologisesti ja pystysarakkeelta voidaan lukea parallaksin määrä.

Mikäli kuvatussa olisi ollut mahdollisuus monitoroida kuvaa esimerkiksi 50-tuumaisen 3D-televisiion ruudulta aktiivilaseilla, olisi toteutunut syvyyskartta varmasti ollut lähempänä suunniteltua. Tämä oletamus pohjautuu täysin omiin kokemuksiin anaglyphisen kuvan syvyyden havainnoinnin rajoista verrattuna aktiivitekniikalla toimivan näyttölaitteen syvyyden rajoihin.

Kun olimme päättäneet testikuvien perusteella käytettävän IO:n (kuva 25), viimeistelin kameran kiinnityksen kiinnittämällä puustopparit ja -kiilat jalustaan, joka kiinnitettiin tiukasti pohjalevyyn kiinni. Kuvauksen aikana en monitoroinut kuvia isolta näyttöltä, koska en ollut löytänyt budjettiimme sopivaa hyvää ohjelmistoa.



Kuva 25. Käytetty interokulaarinen etäisyys suhteessa toteutuneeseen syvyyteen.

Kuvasta 25 voi havaita interokulaarisen etäisyyden vaikutus syvyyden määrään. Käytetyt IO:t vaihtelivat 1–20 millimetrin sisällä kuvasta riippuen. IO:n osalta kuvassa on muutamia puutteita, mikä johtui osaltaan tietokoneella tehdystä grafiikasta ja kirjanpidon pienestä puutteellisuudesta.

Mikäli olisi ollut mahdollisuus käyttää parempia ohjelmistoja olisin valinnut käyttöön *Dragonframe Stop Motion Studio*, joka on täysin suunniteltu stop motion kuvaamiseen. Ohjelmisto antaa mahdollisuuden kuvien monitorointiin myös stereoskooppisena sekä mm. mahdollisuuden toistaa kuvattuja kuvia peräjälkeen animaationa. Ohjelmistossa on myös paljon muita stop motionin kuvaamista helpottavia ominaisuuksia, ja sitä on mahdollista käyttää aiemmin mainitsemieni Animokon ja stereostepperin kanssa. (Dragonframe features 2012.) Ohjelmisto itsessään ei ole kovin kallis, mutta arvioimme sen hyödyt ilman parempaa monitorointitekniikkaa ja muita lisälaitteita vähäisiksi.

Suurin etu isolla näytöllä monitoroinnista olisi produktiossa ollut kuvan tarkkailu.

Huomasimme pariinkin otteeseen että lavasteisiin oli unohtunut jotain, kuten asennusruuveja tms. Nyt huomaamatta jääneet esineet olisi todennäköisesti huomattu välittömästi, jos käytössä olisi ollut iso monitori kameran pienen näytön sijasta.

5.4 Stereoskooppisuuden vaikutus kerrontaan

Kompositio on osa elokuvan visuaalisen ilmeen luomisen prosessia ja kuvallista kerrontaa. Kompositio pitää sisällään organisointia, tasapainottelua staattisten ja liikkuvien elementtien sekä valon, linjojen että värien suhteiden osalta kuvassa. Kun kompositiota suunnitellaan tulee tehdä päätöksiä kahden asian suhteen: rajauksen (framing) eli sen, mitä kuvassa näkyy, ja liikkeen (kinesis) eli sen, mikä kuvassa liikkuu. Tämä pätee kaikissa elokuvissa genrestä tai toteutustavasta riippumatta. (Barsam 2010, 182.)

Kompositio on tärkeä osa elokuvaa, koska se ohjaa katsojaa lukemaan kuvaa ja sen elementtejä sekä auttaa tulkitsemaan henkilöiden tunnetiloja ja suhteita toisiinsa. Perinteisesti kompositio on vaikuttanut suurelta osin siihen näyttääkö, kuva lattealta vai onko kuvassa syvyyden vaikutelmaa. (Barsam 2010, 182.)

Kaksiulotteisessa kuvaamisessa kaikki kameran akselilla olevat ja rajauksen sisälle jäävät elementit päätyvät yhdelle tasolle katseltaviksi. Kolmiulotteisessa kuvaamisessa kaikki kameran akselilla olevat ja rajauksen sisälle jäävät elementit siirretään katselutilaan, jossa ne havainnoidaan oikeassa syvyydessä toisiinsa nähden. Myös syvyys tai tila elementtien välissä on havainnoitavissa. Rajaus pitääkin nyt sisällään tilan, joka noudattaa avaruudellisia geometrisiä sääntöjä. Kuvan reunat eivät edusta enää raja-alueita vaan ne ovat muuttuneet vaarallisiksi paikoiksi, joissa lopputulos voi olla tuskallinen. Kuvakomposition sijasta on alettava miettimään tilan kompositiota. (Mendiburu 2009, 92.)

Kuvaaminen ei kuitenkaan ole ainoa johon stereoskooppisuus tuo lisää ulottuvuuksia. Se tuo oman lisänsä myös leikkaukseen. Leikkaajien on opittava ymmärtämään vanhojen leikkaussääntöjen lisäksi uusi sääntö nimeltään syvyyssjatkuvuus. Käytännössä ei voida leikata eri syvyyden omaavia kuvia satunnaisesti peräkkäin vaikka leikkausperiaatteessa toimisi kaksiulotteisesti. (Mendiburu 2009, 92.) S3D tulisi edelleen huomioida jo elokuvaa käsikirjoittaessa, jotta vältettäisiin myöhempien vaiheiden ongelmia.

Elokuvamusiikkeja säveltänyt Ennio Morricone kertoo, että tärkeintä elokuvassa on se ettei katsoja tietoisesti havainnoisi musiikin alkamista tai sen loppumista (Interview with Ennio Morricone 2012). Saman tulisi päteä syvyyteen S3D-elokuvassa. S3D:n tulisi auttaa tarinankerronnassa mutta ei olla itse tarina. S3D-kuvan uranuurtaja Philip

"Captain3D" McNally on sanonut: *The first rule of 3D is 'do not harm.'* *Do not harm the audience. Do not harm the story.* Älä vahingoita yleisöä. Älä vahingoita tarinaa. (Mendiburu 2009, 93.)

On olemassa erityisesti stereoskooppiseen kuvaamiseen liittyviä sääntöjä, jotka on kaksiulotteisessa kuvakerronnassa totuttu tekemään toisin ja joilla on voitu vaikuttaa kuvan sisältöön ja kerrontaan. Suurin osa näistä edellä kerrotuista säännöistä perustuu monokulaarisiin syvyysvihjeisiin, ja säännöt löytyvät Mendiburun (2009, 101) kirjasta. Oma kokemukseni on, että näitä sääntöjä kuitenkin rikotaan jatkuvasti 3D-elokuvissa. Näkemieni rikkomusten joukkoon mahtuu onnistuneita ja hyvin tuskallisia tai vähintäänkin häiritseviä otoksia. Ilmeisesti säännöt on tehty rikottavaksi, kunhan on ensin ymmärretty mitä tehdään ja miksi. Pyrin jokaisen säännön kohdalla esittämään käytännön esimerkin ensisijaisesti omasta produktiostamme.

Syvyyttä ei tule luoda keinotekoisesti. Esimerkiksi taustamaalaukset ja valot ikkunoiden takaa eivät toimi kolmiulotteisessa kuvassa. Sen, minkä voi sivuuttaa helposti 2D:ssä, koituu vahingoksi S3D:ssä. Kuvassa 26 rikoimme sääntöä ja käytimme taustamaalausta sekä ikkunan takaa tulevaa valoa. Tämä ei koitunut ongelmaksi, koska ikkunasta näkyvä taustamaalaus kuvaa kohteita horisontissa ja syvyydessä se asetettiin kauimmas taka-alalle. Ikkunan takaa tuleva valo ei myöskään koidu ongelmaksi, koska valonlähde ei näy ikkunasta. Etualalle ei ole lisätty elementtejä syvyyden luomiseksi keinotekoisesti.



Kuva 26. Kuvaan luotiin syvyyttä keinotekoisesti taustamaalauksen avulla.

Lämpimät värit mielletään helpommin läheisiksi, kun kylmien värien mielletään liisääntyvän kohti horisonttia. Sääntöä on hyvä noudattaa, ellei rikkominen ole kerronan kannalta perusteltua. Kuvassa 27 on esimerkki yökohtauksesta, jossa tilan syvyyttä on haluttu korostaa värejä käyttämällä. Laajoista yökuvista on myös hankala hahmottaa seinien tekstuuria, joka saattaa vaikeuttaa syvyyden hahmottamista.



Kuva 27. Lämpimät värit mielletään läheisimmiksi kuin kylmät värit.

Suuri kontrasti ei sovi etu- tai taka-alalle. Kontrastierot ilmenevät helposti haamukuvina (ghosting). Kuvassa 28 nopeasti lentävät kipinät eivät aiheuttaneet ongelmia. Suuremman ongelman aiheutti päähenkilöä taustasta esiin tuovat valojen huippukohdat.



Kuva 28. Nopeat kipinät eivät aiheuta ongelmia kontrastistaan huolimatta.

Narut, oksat, ketjut ja muut lähelle kameraa sijoitetut elementit eivät tule S3D:ssä kyseeseen. Kuvassa 29 on säännön rikkomisesta huolimatta esimerkki onnistuneesta kuvasta.



Kuva 29. Coraline 3D- animaatiossa toisinaan koetellaan stereoskooppisen kuvan rajoja (Coraline 2009).

Käytä toistuvia kuvioita tai pinnan tekstuureja. Ihminen tarvitsee kaksi erilaista kuvaa pystyäkseen yhdistämään ne kolmiulotteiseksi havainnoksi. Mikäli kaikki pinnat ovat tasavärisiä ja sileitä, saattaa kuvien erilaisuudet olla vähäisiä ja syvyyden hahmottaminen on vaikeaa. Kuvassa 30 näkyy kuinka jätimme seinämateriaalin oman tekstuurin tunnistettavaksi kevyen maalauksen takaa.



Kuva 30. Seinämateriaalin oman tekstuurin säilyttäminen helpottaa syvyyden hahmottamista lähikuvissa.

6 POHDINTA

Mielestäni S3D-elokuva on tällä kertaa tullut jäädäkseen. Uuden S3D-elokuvien kauden aloittaneen Napapiirin pikajunan julkaisusta on jo nyt lähes kymmenen vuotta. Aiempi S3D-elokuvien kulta-ajaksi kutsuttu periodi kesti vain kolmisen vuotta. Nykyajan esitystekniikka mahdollistaa täysin sen, mitä ei tehokkaasti ja riittävän hyvällä laadulla pystytty toteuttamaan kulta-ajalla.

Mielestäni puitteet digitalisoituvien teattereiden ja kehittyvien teknisten tuotantovälineiden muodossa ovat kohdallaan ja näkisin ainoaksi esteeksi S3D-elokuvan jäämiselle itse elokuvantekijät. S3D-elokuva ei ole 2D-elokuva lisätyillä syvyyssefekteillä. Niin kauan kuin 2D-elokuvia konvertoidaan 3D-elokuviksi on se mielestäni katsojan huonoa kohtelua ja aliarvioimista. Olen pannut merkille nousevan trendin vanhempien 2D-elokuvien konvertoimisen 3D-elokuviksi. Mielestäni tämä on seuraus, joka johtuu rahallisesti hyvin menestyneiden S3D-elokuvien tuomasta hyvästä esimerkistä.

Valitettavasti suurin osa nykypäivän katsojista ei ymmärrä 2D–3D-konversion ja S3D-elokuvan eroa, ja sitä harvoin missään mainostetaan. Tavalliselle katsojalle 3D on 3D, oli se sitten huono konversio tai oikeasti stereoskooppisesti kuvattu elokuva. Tästä johtuen huono katselukokemus konvertoidun elokuvan parissa pilaa valitettavasti myös S3D-elokuvan mainetta.

Pyrin tässä työssä tuomaan vahvasti esille miksi S3D-elokuvaan tulisi suhtautua vakavuudella ja sen vaatimalla huomiolla. Sain opinnäytetyön prosessin aikana mahdollisuuden käydä tulevaisuudessa soveltamaan kaikkea oppimaani 3D-live-kuvaukseen. Hyödynnän tämän mahdollisuuden ja pyrin kehittymään stereoskooppisen kuvan ammattilaisena, koska näen alalla potentiaalia ja kasvavan tarpeen stereokuvan ammattilaisista Suomessa ja maailmalla.

Opinnäytetyön prosessin aloitin hyvissä ajoin vajaa vuosi aiemmin. Tiesin prosessin olevan pitkä ainakin produktiivisen osion osalta. Jo pelkästään produktiivisen työn kuvaamiseen käytettiin 103 tuntia studiossa. Sinällään kymmenen päivää studiossa ei ole audiovisuaalisissa tuotannoissa välttämättä edes pitkä aika, mutta se tulee suhteuttaa produktion kokonaispituuteen eli vajaan 3 minuuttiin. Yhtä minuuttia kohden työtunteja kertyi noin 34 tuntia.

On kuitenkin huomioitava että studiossa käytettiin paljon aikaa myös lavasteiden rakenteluun, valaisuun ja muuhun toimintaan kuin pelkkään kuvaamiseen.

Haastavimpana opinnäytetyön prosessissa koin kirjallisen osion toteuttamisen. Aihe on erittäin laaja ja sen rajaaminen haastavaa. Tutustuin aiheeseen erittäin paljon laajemmin kuin kirjalliseen osioon on tekstimuodossa päätynt. Välillä tuntuikin, että olisi tarpeellista kirjoittaa aiheesta syvemmin ja laajemmin, jotta lukija ymmärtäisi aiheen samassa laajuudessa kuin minä prosessin aikana.

Olen prosessin aikana kehittynyt valtavasti alan ammattilaisena ja olen ollut mukana tekemässä stereoskooppisen kuvaamisen historiaa Suomessa, koska animaatiomme on tiettävästi ensimmäinen stereoskooppisesti kuvattu animaatio Suomessa.

LÄHTEET

Animoko: Overview. MRMC. Saatavissa: <http://www.mrmoco.com/products/stop-frame/animoko/> [viitattu 16.10.2012].

Barraclough, C. 2009. The 'Golden Era' of 3D. Saatavissa: http://www.thebigpicturemagazine.com/index.php?option=com_content&view=article&id=93:the-golden-era-of-3d&catid=31:features&Itemid=59 [viitattu 13.10.2012].

Barsam, R. 2010. Looking at Movies an Introduction to Film. 3rd edition. London: W.W. Norton & Company Ltd.

Coraline. 2009. 3D Blu-ray -julkaisu (2011). EU: Universal Pictures UK.

Dashwood, T. 2011. A Beginner's Guide to Shooting Stereoscopic 3D. Saatavissa: <http://www.dashwood3d.com/blog/beginners-guide-to-shooting-stereoscopic-3d/> [viitattu 13.10.2012].

Digital Cinema System Specification 2012. Digital Cinema Initiatives, LLC. Saatavissa: http://dcimovies.com/specification/DCI_DCSS_v12_with_errata_2012-1010.pdf [viitattu 16.10.2012].

Dragonframe Features. Dragonframe. Saatavissa: <http://www.dragonframe.com/features.php#more> [viitattu 16.10.2012].

Elokuvavuosi 2008. Suomen Elokuvasäätiö. Saatavissa: <http://www.ses.fi/dokumentit/Elokuvavuosi%202008.pdf> [viitattu 13.10.2012].

Fictional Photography Exhibit 1980. George Eastman House. Saatavissa: http://www.geh.org/fm/fictional/m198191860012_ful.html#topofimage [viitattu 7.9.2012].

Hautamäki, R. & Kempainen, P. 2012. Elokuvavuosi 2011. Suomen Elokuvasäätiö. Saatavissa: <http://www.ses.fi/dokumentit/Elokuvavuosi%202011%20Facts%20&%20Figures.pdf> [viitattu 13.10.2012].

Huhtamo, E. 2011. Natural magic: a short cultural history of moving images. Teok-
sessa *The Routledge Companion To Film History*, s. 3–15. Oxon: Routledge.

Interview with Ennio Morricone. France-Musiques. Saatavissa:

<http://www.chimai.com/resources/specials/france-musiques.cfm> [viitattu 17.10.2012].

Lipton, L. 1982. *Foundations of the Stereoscopic Cinema. A Study in Depth*. NY: Van
Nostrand Reinhold Company Inc.

Mendiburu, B. 2009. *3D Movie Making. Stereoscopic Digital Cinema from Script to
Screen*. Burlington: Elsevier.

Mendiburu, B. 2012. *3D TV and 3D Cinema. Tools and Process for Creative Stereoscapy*.
Oxford: Focal Press.

Pank, B. (ed.) 2011. *The Digital Fact Book: Converged Media*. Quantel. Saatavissa:

www.quantel.com/repository/files/library_DigitalFactBook_20th.pdf [viitattu 4.9.2012].

Priebe, K. 2011. *The Advanced Art of Stop-Motion Animation*. Boston: Course Tech-
nology.

Reeve, S. & Flock, J. 2012. *Basic Principles of Stereoscopic 3D*. Saatavissa:

http://www.sky.com/shop/export/sites/www.sky.com/shop/___PDF/3D/Basic_Principles_of_Stereoscopic_3D_v1.pdf [viitattu 12.10.2012].

Rosenblum, N. (s.a.) *A World History of Photography*. Saatavissa: http://www.all-art.org/history658_photography5.html [viitattu 6.9.2012].

Rubio, C. 2011. *Stereoscopic 3-D Cinema*. Saatavissa:

<http://www.3dcenterusa.com/D&A%20Rubio%20S-3D%20Stereoscopic%203-D%20Cinema.pdf> [viitattu 13.10.2012].

S3 3D Stereoscopic stepper: Overview. MRMC. Saatavissa:

<http://www.mrmoco.com/products/stop-frame/s3/> [viitattu 16.10.2012].

Seymour, M. 2010. *The Tech Behind the Tools of Avatar Part 1: Ocula*. FxGuide. Saata-
vissa:

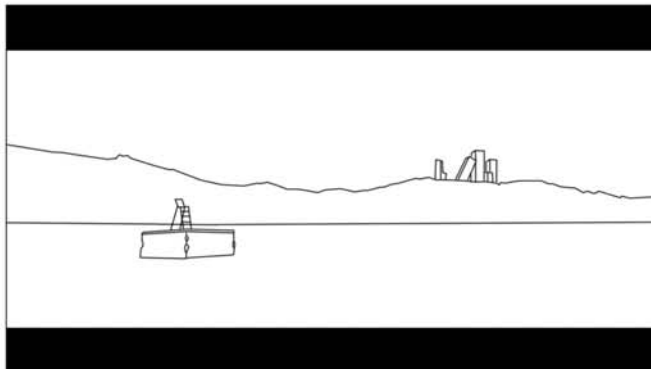
http://www.fxguide.com/featured/the_tech_behind_the_tools_of_avatar_part_1_ocula/
[viitattu 9.10.2012].

Turunen, S. 2007. *Biologia: Ihminen*. Helsinki: WSOY.

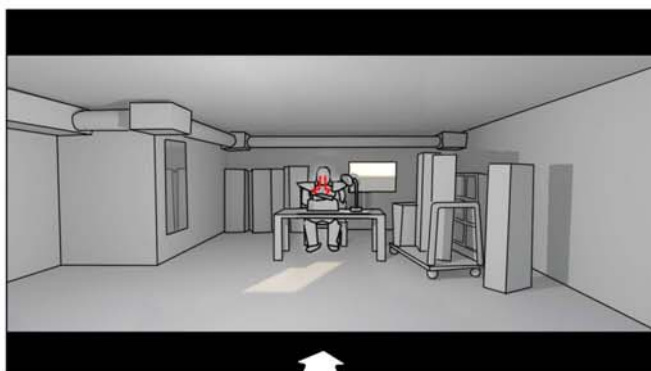
Wattie, J. 2012. *Berkovitz and Di Marzio Formulae Practical Examples*. Saatavissa:
<http://nzphoto.tripod.com/stereo/3dtake/newversionberk.html> [viitattu 13.10.2012].

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

Nothing Occurred- kuvakäsikirjoitus ja syvyyskartta

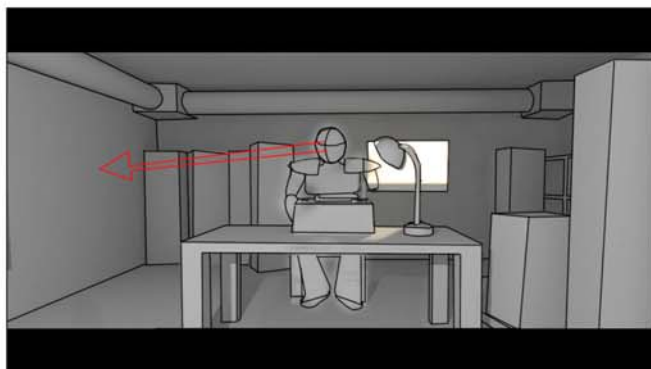


Scene 01
Kuva 01



Scene 02
Kuva 01

↑
ajo



Scene 02
Kuva 01



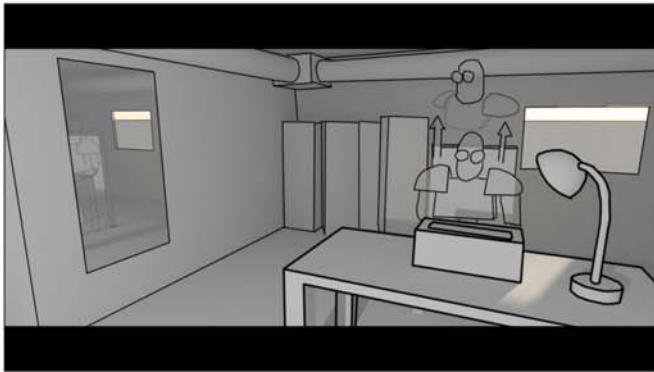
Scene 02
Kuva 01B



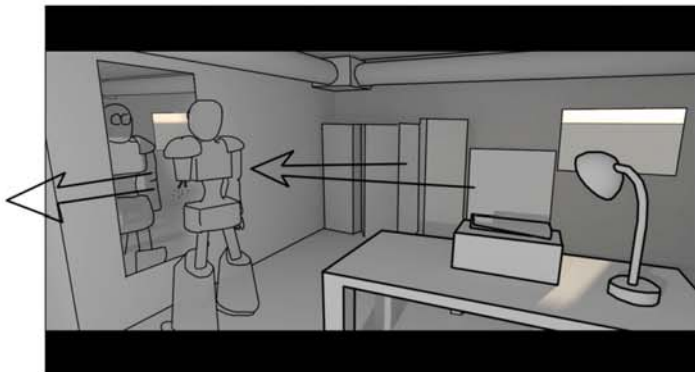
Scene 02
Kuva 02



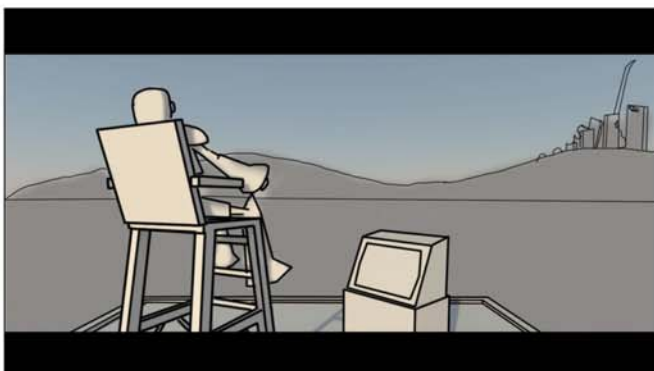
Scene 02
Kuva 02



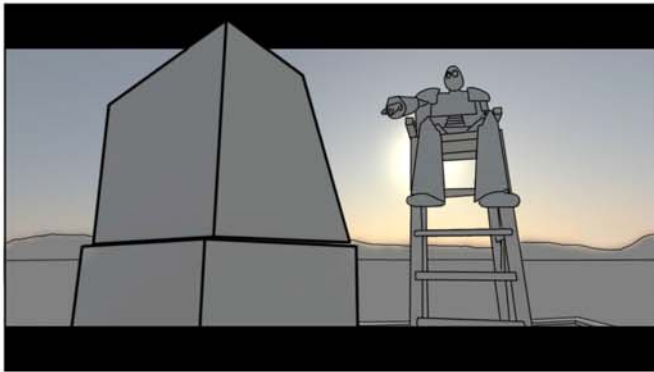
Scene 02
Kuva 03



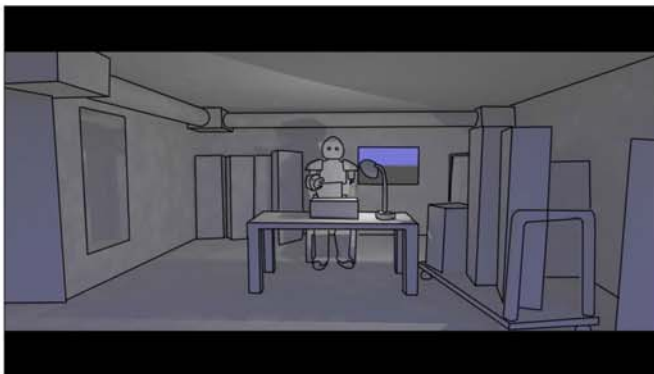
Scene 02
Kuva 03



Scene 03
Kuva 01



Scene 03
Kuva 02



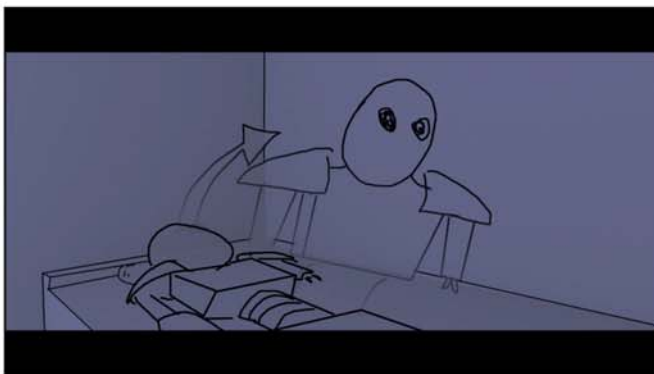
Scene 04
Kuva 01



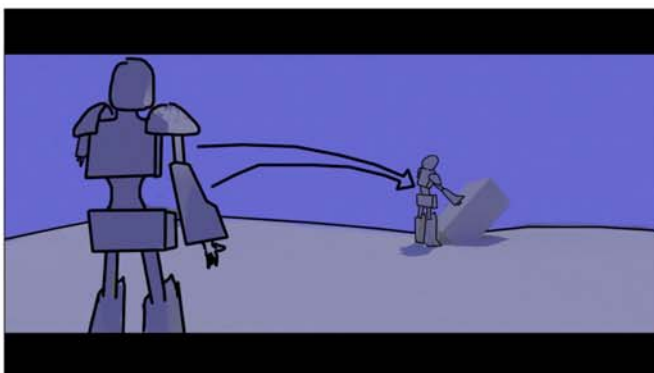
Scene 04
Kuva 02



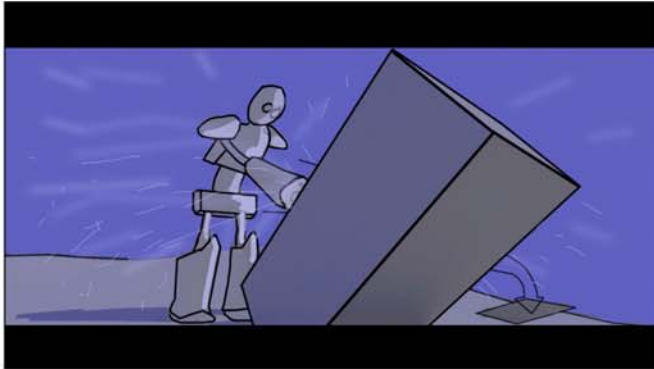
Scene 04
Kuva 03



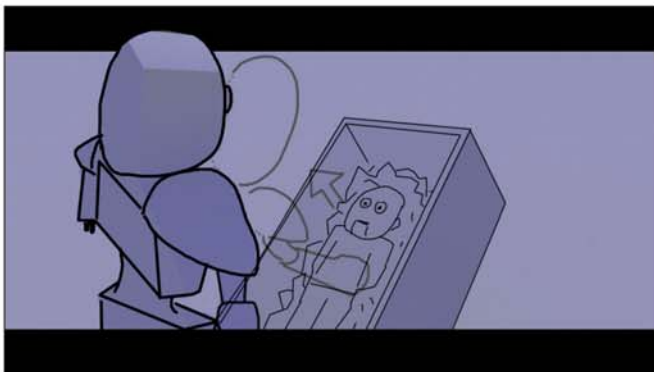
Scene 05
Kuva 01



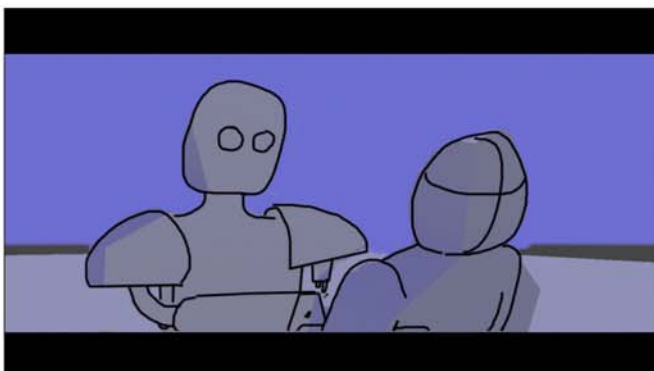
Scene 06
Kuva 01



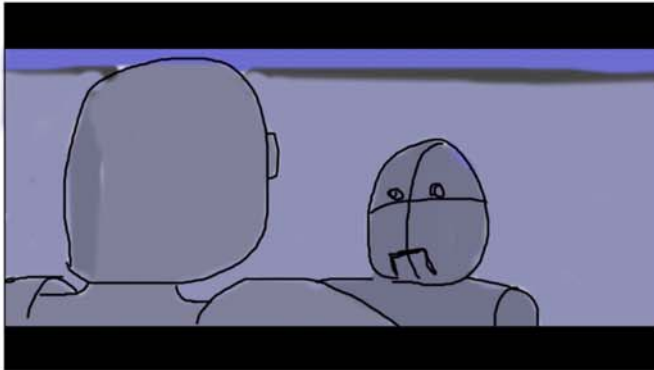
Scene 06
Kuva 02



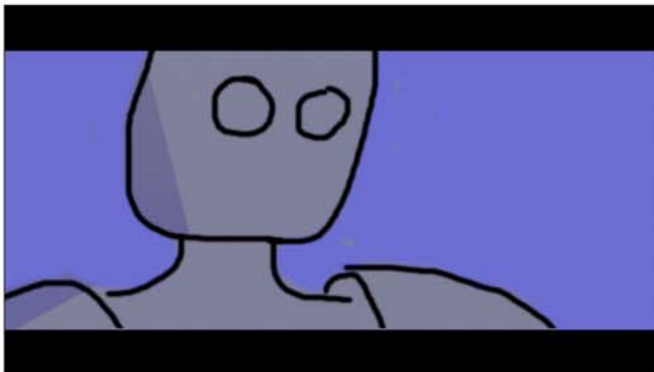
Scene 06
Kuva 03



Scene 06
Kuva 04



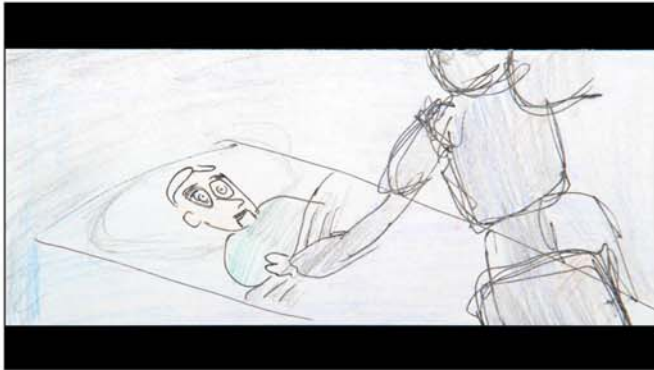
Scene 06
Kuva 05



Scene 06
Kuva 06



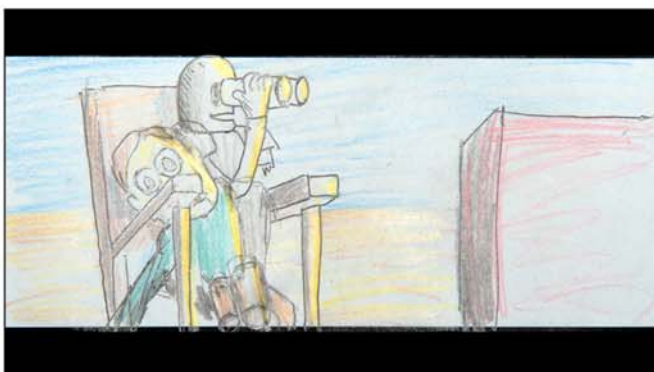
Scene 06
Kuva 07



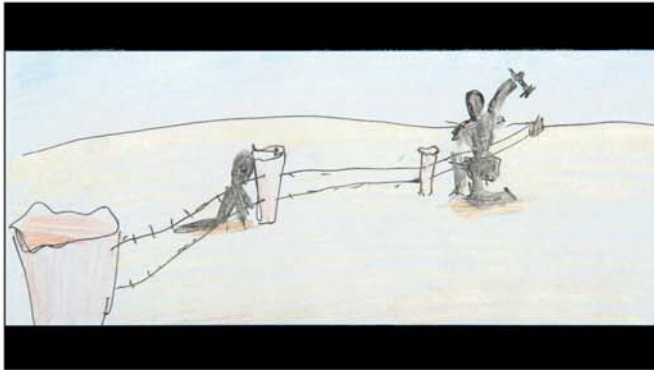
Scene 06
Kuva 08



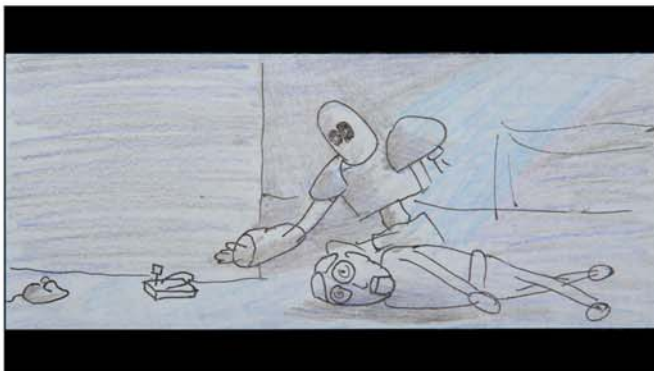
Scene 06
Kuva 09



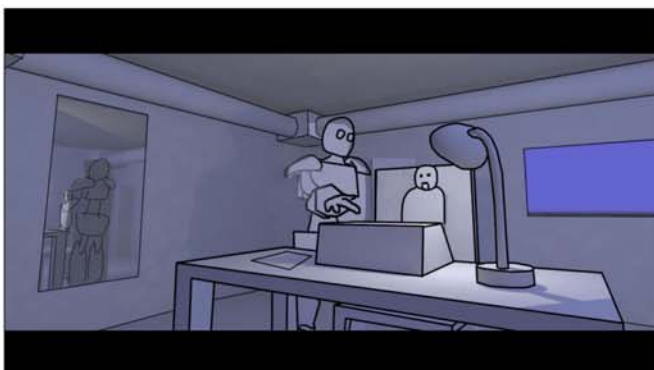
Scene 06
Kuva 10



Scene 06
Kuva 11



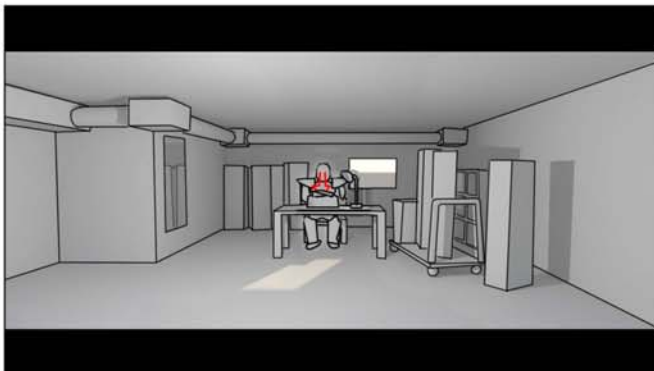
Scene 06
Kuva 12



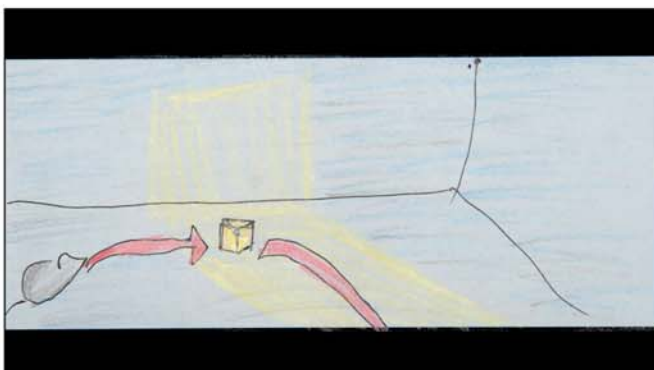
Scene 07
Kuva 01



Scene 07
Kuva 01



Scene 08
Kuva 01



Scene 08
Kuva 02

Native pixel parallax (NPP) = 14 px		Pos. max 28 px	Neg. max 100 px
NEG	POS		
01_01	-1	13 Establishment shot	D
02_01	-5	20 Ajo	D
02_01B	-14	15 Puolikuva	D
02_02	-45	5 POV	D
02_03	-25	10 Kokokuva (nousee)	D
03_01	-30	13 Istuu katolla selin	D
03_02	-60	10 Istuu katolla naamatusten	D
04_01	-30	13 Yleiskuva	N
04_02	-15	15 Lähikuva paperista	N
04_03	-15	20 Kävelee sänkyyn	N
05_01	-40	10 Herää	N
06_01	-50	10 Kävelee lootalle	N
06_02	-50	10 Hitsaa	N
06_03	-70	5 Nostaa nuken	N
06_04	-50	10 Puolikuva Kyborgi	N
06_05	-50	10 Puolikuva Nukke	N
06_06	-25	10 Lähis Kyborgi	N
06_07	-25	10 Lähis Nukke	N
06_08	-20	28 "Nukkumaanmeno"	N
06_09	-30	28 "Peili"	D
06_10	-20	28 "Kiikarit"	D
06_11	-30	28 "Aita"	D
06_12	-20	15 "Hiirenloukku"	N
07_01	-30	10 Ampumakohtaus	N
08_01	-5	20 Yleiskuva	D
08_02	-10	10 Juusto	D

