

Vesa-Heikki Pasanen

## 3D-Animaation tuotantoprosessi

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Medianomi (AMK)  
Viestinnän koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
xx.x.xxxx

Tekijä(t) Otsikko	Vesa-Heikki Pasanen 3D-Animaation tuotantoprosessi
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liitettä xx.xx.xxxx
Tutkinto	Medianomi (AMK)
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animointi ja visualisointi
Ohjaaja	Peke Huhtanen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia 3D-animaation tekemistä; sen suunnittelua ja toteuttamista. Pyrkimyksenä oli myös löytää nopein tapa tehdä 3D-animaatiota.</p> <p>Opinnäytetyössä kuvataan kohtausten syntyminen alusta loppuun. Lisäksi esitellään eri tekniikoiden käyttöä sekä syntyneitä ongelmia, jotka mahdollisesti hidastavat työntekoa, aikataulussa pysymistä ja työn edistymistä sekä esitetään ongelmille ratkaisuja.</p> <p>Käytännön osuudessa suunnittelin ja toteutin Moon and Sun -animaation, jossa Hahmo ratsastaa aavikolla. Hahmon ja tunnelman pohjana käytin omaa maalaustani. Hahmon luomiseen käytin Mudbox ja Maya-ohjelmia.</p> <p>Projektia tehdessäni perehdyin useisiin ohjelmiin sekä opin erilaisia tekniikoita ja taitoja sekä esiin tulleiden ongelmatilanteiden selvittämistä ja ratkaisemista. Uskon, että voin jatkossa hyödyntää em. taitoja sekä työelämässäni että tulevaisuudessa omilla projekteissani.</p>	
Avainsanat	animaatio, hahmoanimaatio, animaatioprojekti

Author(s) Title	Vesa-Heikki Pasanen Animation Movie Pipeline
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendices xx.xx.xxxx
Degree	Bachelor of Arts and Culture
Degree Programme	Media
Specialisation option	3D Animation and Visualisation
Instructor(s)	Peke Huhtanen, Lecturer
<p>The objective of my thesis was to study the processes involved in 3D animation – above all the planning and development. My aim was also to find the fastest means to do 3D animation.</p> <p>In my thesis, I describe the birth of a scene from start to finish. I also present the use of different techniques and the problems within them, which may slow down the work process and prevent keeping up with timetables. I also describe possible solutions to these problems.</p> <p>In the practical part of the thesis, I designed and produced a scene for “ the Moon and Sun” animation, where a character rides in the desert. The design of the character and the mood is based on one of my own paintings. For the creation of the character,, I used the programs Mudbox and Maya.</p> <p>During this project I became acquainted with several programs and learned various techniques and skills such as trouble shooting and problem solving. I believe that I can make use of these skills in my upcoming professional work life and my own projects.</p>	
Keywords	animation, character animation, animation project

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yleisesti animaation teosta	2
2.1	Kehittelyvaihe	2
2.2	Esituotanto	3
2.3	Värimaailman vaikutus	4
2.4	Ääni animaatiossa	5
2.5	Leikkauksen rytmitys	6
2.6	Tuotanto	6
2.7	Liikkeen rytmi	6
2.8	Animaation lainalaisuuksia	7
2.8.1	Litistymisen ja venyminen	7
2.8.2	Lioittelu	8
2.8.3	Lavastus	8
2.8.4	Antisipaatio	8
2.9	Jälkituotanto	9
3	Moon and Sun -animaatio	10
3.1	Suunnittelu	10
3.2	Alustavat luonnokset ja värien miettiminen	11
3.3	Hahmojen ja asettien luonti	12
3.4	Hahmojen mallinnus	14
3.5	Re-topology	16
3.6	Pintojen käsittelyt	17
3.7	Riggaus	19
3.8	Kasvorigi	20
3.9	Blendshape	22
3.10	Ncloth	23
3.10.1	Wrap deformer	23
4	Kohtaus 1_05	24
4.1	Referenssihahmot	24
4.2	Valaistus ja materiaalit	24
4.3	Particle instance -kivet	27

5	Animointi	29
6	Jälkituotanto	30
7	Pohdinta ja yhteenveto	32
	Lähteet	30
	Liitteet	31

## **1 Johdanto**

Käsittelen opinnäytetyössäni lyhytanimaation suunnittelua ja toteutusta niiden eri vaiheisiin. Pyrin myös painottamaan sujuvan rytmien löytymistä ja oikeanlaisen tunnelman välittymistä katsojalle ts. otan katsojan näkökulman huomioon.

Animaatiolyhytelokuvan tuotantoprosessissa on monenlaisia kohtia, jotka auttavat paremman lopputuloksen syntymiseen. Hyvän tuotantosuunnitelman tekeminen pitää projektin kasassa, auttaa pysymään aikataulussa ja estää mahdollista ylityöstämistä.

Käytännön osuudessa käyn läpi hahmon suunnittelun, mallinnuksen ja animoinnin eri vaiheita ja etsin tapoja, joilla malli saadaan koneella helpommin animoitua. Pohdin myös ongelmakohtia, joissa lyhytanimaatiotuotannot saattavat vaikeutua tai hidastua sekä etsin mahdollisia tapoja suoraviivaistaa prosessia nopeammaksi, jolloin minimaalilla resursseilla toteutettu animaatio saa maksimaalisen hyödyn. Kokeilen myös erilaisia tekniikoita löytääkseni mahdollisia ajan säästämistapoja.

Kerron myös UV-mappauksesta ja teksturoinnista ja käyn läpi prosessissa ilmenneitä ongelmia ja niiden ratkaisuja. Käsittelen myös malleissa ja taustoissa käyttämiäni shadereita sekä kerron riggauksesta ja jälkikäsitteystä.

## 2 Yleisesti animaation teosta

Animaatio on tekniikka, jossa yksittäiset kuvat toistetaan peräkkäin kuva kovalta tarvittavan suurella nopeudella, jotta liikkeen vaikutelma syntyy eikä ihmissilmä ehdi havaita kuvien vaihtumista. Näin saadaan aikaan kokonainen liike. Animaatioita tehtiin pitkään piirtämällä. Nykyteknologia on kuitenkin mahdollistanut kolmiulotteisten tietokoneella tehtyjen animaatioiden tekemisen.

Hyvä animaatio on monen yksittäisen osan yhteenlaskettu summa, josta muodostuu toimiva kokonaisuus. Monet luulevat, että animaatio on vain kourallinen piirrettyjä kuvia tai animaatio on vain nopeasti liikuteltu 3D-hahmo. Animaation tekemisessä on monia prosesseja, jotka jäävät tavalliselle katsojalle pimentoon.

Animaation tekemiseen liittyy monia erilaisia tuotannon vaiheita. Yleensä animaation synty alkaa ideasta, jonka pohjalta tehdään mahdollinen tarinan yhteenveto. Tämä yhteenveto puolestaan siirretään käsikirjoittajalle. Käsikirjoituksen jälkeen yleensä aloitetaan kuvakäsikirjoituksen teko, jossa kuvilla määritetään tarinan kulku ja tunnelmat.

Vuonna 1981 Frank Thomas ja Ollie Johnston julkaisivat eräänlaiseksi animaattoreiden raamatuksi muodostuneen *The Illusion Of Life: Disney Animation* -kirjan, jossa on esitelty 12 animaation periaatetta. Kirja oli alun perin tehty käsin piirretylle animaatiolle, mutta sen periaatteet toimivat myös tietokoneanimaatioissa. (Thomas ja Johnston, 1995, Wikipedian 2015 mukaan)

### 2.1 Kehittelyvaihe

Kehittelyvaihe on ideoiden vapaata työstämistä, jonka päämääränä on saada valmis käsikirjoitus elokuvaa varten. Kehittelyvaiheessa tuotannossa tehdään myös sarjakuvaruutumaisia kuvakäsikirjoituksia, jotka ovat yksittäisiä käsin tai koneella piirrettyjä kuvia, joissa ei ole liikettä. Ne toimivat karkeana pohjapiirustuksena kohtauksien kululle, kuvakulmille ja tunnelmalle. Kuvakäsikirjoitukset koostetaan videoksi, jossa kohtaukset tulevat käsikirjoituksen mukaisesti putkeen. Kehittelyvaiheessa joskus myös lisätään karkeata ääninäyttelemistä kuvakäsikirjoitusten päälle, jolloin voidaan paremmin miettiä ajoituksia ja kestoja.



Kuvio 1. Hahmoluonnoksia Pixarin Up-elokuvasta.

## 2.2 Esituotanto

Esituotanto on alkutyö, jossa tehdään aikatauluja, esivalmisteluja ja luonnoksia. Eloku-  
van teossa esituotanto alkaa, kun on saatu ns. vihreää valoa tuottajilta. Esituotantovai-  
heissa viimeistellään tuotantoa varten esivalmisteluja, jotka siirtyvät toteutukseen, sekä  
suunnitellaan ja päätetään päähahmot ja niiden ulkomuodot.

Esituotantovaiheissa käsikirjoitus rikotaan yksittäisiksi kohtauksiksi. Kohtauksien sisällä  
määritetään vielä, mitä esineitä, hahmoja, tapahtumia taustoja ja efektejä kyseinen  
kohtaus sisältää. Yksittäisestä kohtauksesta ohjaaja tekee usein karkean kuvakäsikirjoi-  
tuksen kamerarajauksineen ja kuvakulmineen. Kuvakäsikirjoituksen synnyttyä ohjaaja  
tekee joko yksin tai animaattorin avustuksella layoutin, joka on suunnitelma mm. koh-  
tauksien kestoista, hahmojen liikesuunnista ja kameran liikkeistä. Vasta tämän jälkeen  
kohtaus siirtyy animaattorin työstettäväksi. (PIXAR 2015.)



Kohtauksien numerointi on tärkeää. Se ehkäisee sen, ettei kohtauksien koonnissa tapahdu sekaannuksia, jos esimerkiksi tulee lisäleikkauksia tai jokin kohtausta poistetaan. Kohtausten numerointi eroaa tavallisista elokuvista. Tavallisissa elokuvissa ja 3D-animaatioelokuvissa kohtauksen numerointi muuttuu aina, kun lokaatio muuttuu. Käsipiirretyissä animaatioissa saatetaan muuttaa numerointia jopa aina, kun leikkaus muuttuu. Animaatioelokuvissa tuotannon kasassa pysymiseksi on tärkeää, että numerointi pysyy johdonmukaisena. Jos kohtausten numeroimisen jälkeen tuotannossa päätetään lisätä kohtaus, se saatetaan ilmaista käyttämällä kirjainta esim. Kohtaus.07A. Jos vielä tarvitaan lisäystä, niin A kirjain vaihtuisi B jne. Yleensä kohtausten numeroinnin perään laitetaan vielä version numero esim. Kohtaus\_07\_B\_02, jossa 02 indikoi versiota, B lisättyä kohtaus ja 07 kohtauksen numeroa. (Yelostudio 2015.)

### 2.3 Värimaailman vaikutus

Nykyaikaisten elokuvien ja animaatioiden tuotannossa on yleistä, että kohtauksia rajataan toimimaan rajallisella väripaletilla. Rajalliset väripaletit auttavat värinkeinoin tuomaan haettua tunnelmaa enemmän aistittavaksi (Kuvio 2). Hyvän väriteeman valitsemiseksi tulee rajata värien lukumäärä muutamiin harkitusti valittuihin dominoiviin sävyihin. Useimmiten filmien tekijät käyttävät kolmen sävyn teemoja, joskus jopa vain yksi sävy on vallitsevana teemana. Väreillä on myös helppo erottaa hahmoja taustoihin antamalla niille kylläisemmät sävyt kuin taustoihin. (CINEMA SCHOK.)



Kuvio 2. Esimerkki Les triplettes de bellville -elokuvasta, jossa rajallisella paletilla kuvataan syksyä.

Elokuvilla kapean paletin luomiseksi yleensä käytetään värifiltteröityjä valoja, ja samaa tekniikkaa voidaan myös käyttää animaatioissa laittamalla kohtaukseen värillinen valo. Monokromaattisia teemoja välteltiin 60-luvulle asti, jota ennen vallitsi enemmänkin todentuntuisten ihonvärien kuvaus. (Wikipedia 2015 a.)



Kuvio 3. Värit rajattuna 6 värin palettiin.

Rajatun väripaletin käyttö on tärkeä elementti tunnelman luojana, mikä ohjailee katsojalle välittyvää haluttua tunnetta.

#### 2.4 Ääni animaatioissa

Ääni on erittäin tärkeässä asemassa animaatioiden ja elokuvien tunnelmien luomisessa (Wikibooks 2015). Jo mykkäfilmien aikaan elokuvateattereissa oli usein pianonsoittaja tai muusikoita soittamassa kankaalla pyörivän filmin päälle. Näin pystyttiin luomaan tunnelma, jota elokuvan ohjaaja oli halunnut välittää teoksellaan (Wikipedia 2015 b).

Erilaisilla ääniefekteillä saadaan korostettua liikkeitä tai kohtauksen tunnelman välittymistä katsojalle. Äänillä voidaan myös saada kuvan sisällyttämälle tunnelmalle päinvastainen vaikutus laittamalla esimerkiksi hauska musiikki väkivaltaiseen tai synkkään kohtaukseen, jolloin siitä tulee tragikoominen eikä liian vakavasti otettava.

Ääntä käytettäessä on tärkeä muistaa välillä olla pinnassa ja tuoda dramatiikkaa ja välillä jäädä kaukaisuuteen. Äänten pääasiallinen tarkoitus on luoda tunnelmaa animaatiolle, eikä tehdä animaatiota äänelle, jolloin siitä voi tulla katsojalle helposti tunne, että katsoo musiikkivideota.

## 2.5 Leikkauksen rytmitys

Tunnelman luomisessa leikkauksen rytmitys on yhtä tärkeä kuin liikkeen rytmi. Toiminnan täyhteisissä kohtauksissa on tavanomaista, että käytetään nopeita leikkauksia ja tiivistä kuvaa, jotta katsojalle tulisi hektisempi tunne. On myös hyvä muistaa antaa katsojan hengähtää, tai muutoin alati välkkyvä ja liikkeen täyttävä ruutu käy silmille ja aivoille raskaaksi. Saman tehokeinon liikkakäyttö johtaa myös monotonisuuteen, joten rytmissä on oltava vaihtelevuutta katsojan mielenkiinnon ylläpitämiseksi. (Advanced Video Camera and Editing 2015.)

## 2.6 Tuotanto

Tuotantovaiheessa alkaa varsinainen raaka työ, jossa mallinnetaan hahmot, esineet ja kohtauksien taustat. Tuotantovaiheessa mallintamisen jälkeen alkaa myös varsinaisten animaatioiden teko ja rytmin hiominen. Tuotantovaiheessa saatetaan myös tehdä kohtauksille karkeita ääninäyttelemisiä, jotka helpottavat animaattoreiden työtä, kun he etsivät tunnetiloja tai toimintoja hahmoille tai kohtaukselle. (PIXAR 2015.)

Tuotannon alussa alkaa layout-vaihe, joka toimii karkeana pohjana animaattoreille. Layout-vaiheessa käytetään usein edellä mainittuja karkeita ääninäytettyjä kohtauksia. Animaattorit saattavat animaation alkuvaiheissa toimia erittäin karkean mallin kanssa. Tuotannossa samaan aikaan mallintajat tekevät lopullisia hiottuja hahmoja, jotka tulevat korvaamaan karkeat versiot lopullisessa animaatiossa. Näihin hiottuihin malleihin taas vuorostaan teksturoijat tekevät väritykset ja viimeistelyt niissä käytettyihin pintoihin. Tuotannossa toimii myös valaisija, joka päättää, millä tavalla kohtauksissa on käytetty valoa. Nämä kaikki yhdessä muodostavat tuotannossa kuvan, joka menee vuorostaan jälkituotannon käsiteltäväksi. (PIXAR 2015)

## 2.7 Liikkeen rytmi

Liikkeen rytmiä voi pitää visuaalisena sävellyksenä, jossa pitää olla rytmi. Hyvässä animoinnissa on nousuja ja laskuja, jotka välittävät tunnelmaa rytmisesti. Animointiin on sisällyttävä kohtia, joissa jännitys on kovimmillaan ja animointi on kiivastempoisempaa, mutta myös kohtia, joissa katsoja pystyy henkäisemään. Jos animaatiosta puuttuu eri-

laisia rytmillisiä ajoituksia, siitä muodostuu katsojalle helposti monotonista ja tylsää. Usein aloittelevilla animaattoreilla on kynnyks luopua näkyvistä freimeistä. Animaattori pidättäytyy ajattelemasta animaatiota visuaalisesti rytmikkäänä sävellyksenä, jolloin syntyy usein puuduttavan hidastempoista animaatiota. (Digital Arts 2015.)

## 2.8 Animaation lainalaisuuksia

Animaation lainalaisuuksilla tarkoitetaan asioita, joilla animaatiossa parhaiten saadaan katsojalle välitettyä tapahtumia ja tunnetiloja. Näitä lainalaisuuksia (Twelve Basic Principles of Animation) Disney-animaattorit Ollie Johnston ja Frank Thomas käyvät läpi kirjassaan *The Illusion Of Life*. Heidän halustaan tehdä realistisempia animaatiota syntyi kyseinen kirja ja sen myötä yleiseksi käytännöksi muodostuneet lainalaisuudet. (Thomas ja Johnston, 1995,47-71.)

### 2.8.1 Litistymisen ja venymisen

Animaation tärkeimpiä asioita ovat litistymisen ja venymisen. Nämä tekevät liikkeisiin ja tapahtumiin uskottavuutta ja painovoiman tuntua. Litistymisen tai venymisen käyttö tuo ulkopuolisen voiman tuntua ja massaa objekteille tai hahmoille. Kun pallo tippuu maahan, se litistyy hiukan ja ylös pompatessaan venyy hiukan. Näin saadaan massan tuntu palloon. Animaatiossa venyminen ja litistymisen ovat antisipaation kanssa yhdessä käytettyinä yleisiä asioita animaatiossa, kun halutaan liioitellen ilmentää hahmon reaktiota asiaan. (Thomas ja Johnston, 1995,47-71.)



Kuvio 4. Litistymisen ja venymisen animaatiossa

### 2.8.2 Lioittelu

Animaatiossa lioittelu on metodi, jolla saadaan lisättyä asian tärkeyttä tai saadaan katsoja huomioimaan jokin asia. Animaatiossa yleensä korostetaan sitä tunnelmaa, mitä tekijä haluaa katsojalle välittää. Jos halutaan ilmentää hahmon tunnetiloja kävellessä, hahmo voi kävellä suurelaisesti. (Thomas ja Johnston, 1995,47-71.)

### 2.8.3 Lavastus

Tässä yhteydessä lavastuksella tarkoitetaan sitä, että kuvassa katsojan mielenkiinto siirretään liikkeen avulla haluttuun suuntaan tai kohtaan. Tämä on hyödyllistä tarinan-kerronnassa, koska katsojalla ei ole ennakkotietoa tarinan kulusta, katsojaa joudutaan johdattelemaan liikkeillä haluttua kohtaa tai tulosta kohti. (Thomas ja Johnston, 1995,47-71.)

Kuviossa 3 on Rio-elokuvasta (Rio, USA 2011) kohtaus, jossa linnun liikehdintä johdat-  
taa katsojan katseen kohti vuoristoa.



Kuvio 5. Kohtaus Rio-elokuvasta.

### 2.8.4 Antisipaatio

Animaatiossa antisipaatiolla on erittäin tärkeä osa ajoitusta. Sen avulla annetaan katsojalle tunne, että jotain on tapahtumassa. Antisipaatio myös auttaa liikkeiden toiminnan

korostumisessa. Animaation tyylistä riippuen erilaiset antisipaatiot ovat joko korostettuja tai viitteellisiä. Päivittäisissäkin askareissaan ihminen antisipoi (ennakoi) seuraavaa liikettä tai liikkeen pysähtymistä kehonkielellään. Kun ihminen hyppää, hän ei heti vain hyppää vaan myös ennakoi tulevaa ponnistusta liikkeellä. Myös ihmisen pysähtyessä paikalleen sama tapahtuu - keho antisipoi tulevaa pysähdystä. Liikkeiden antisipointi tuntuu niin arkipäiväiseltä, että se jää usein huomioon ottamatta, jolloin katsojalle tulee tunne, ettei animointi ole sujuvaa. (Thomas ja Johnston, 1995,47-71.)



Kuvio 6. Antisipaatio kuvattuna. (Animator ´s Survival Kit 2012)

## 2.9 Jälkituotanto

Jälkituotantovaiheella tarkoitetaan asioita, jotka tapahtuvat varsinaisen tuotannon jälkeen, kun kaikki kohtaukset ovat valmiina. Elokuva voi olla jälkituotantovaiheessa kauemmin kuin mitä itse elokuvan teko on mennyt. Tänä aikana elokuva leikataan, väri määritellään, ääniefektejä, musiikkia ja mahdollisia efektejä lisätään. Jälkituotannossa tapahtuva värimäärittely on usein avainasemassa elokuvan tunnelman luomisessa. Jälkituotannossa voidaan vielä karsia tai lisätä joidenkin avainvärien kylläisyyttä. Nykyaikaiset editointi- ja käsittelyohjelmat ovat mahdollistaneet sen, ettei enää tarvitse välttämättä turvautua kalliisiin ja pelkästään niiden tekemiseen erikoistuneisiin yrityksiin vaan esimerkiksi värimäärittelyt voidaan suorittaa tuotannon sisällä. (No Film School 2015.) Onnistuneen jälkituotannon takaamiseksi on jälkituotantokin suunniteltava huolellisesti aikataulujen ja etenemisvaiheiden suhteen.

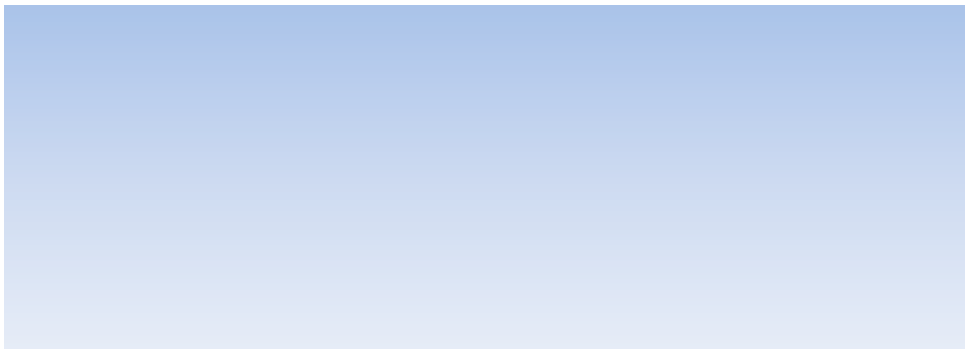
### 3 Moon and Sun -animaatio

Moon and Sun -animaation tilat ja taustat on mallinnettu surrealistisiksi, jotta ne tuovat animaatioon unenomaista tunnelmaa. Animaation päähahmo selvittää syitä limbossa elämiseensä ja pyrkii selvittämään, miten sieltä pääsee pois. Kohtausten edetessä Moonman aina saavuttaa auringon laskussa pakenevan hahmon, joka on myös vangittuna limboon. Animaation alkuosa keskittyy aavikolle, jossa hahmo seikkailee, kunnes jotain odottamatonta tapahtuu!

#### 3.1 Suunnittelu

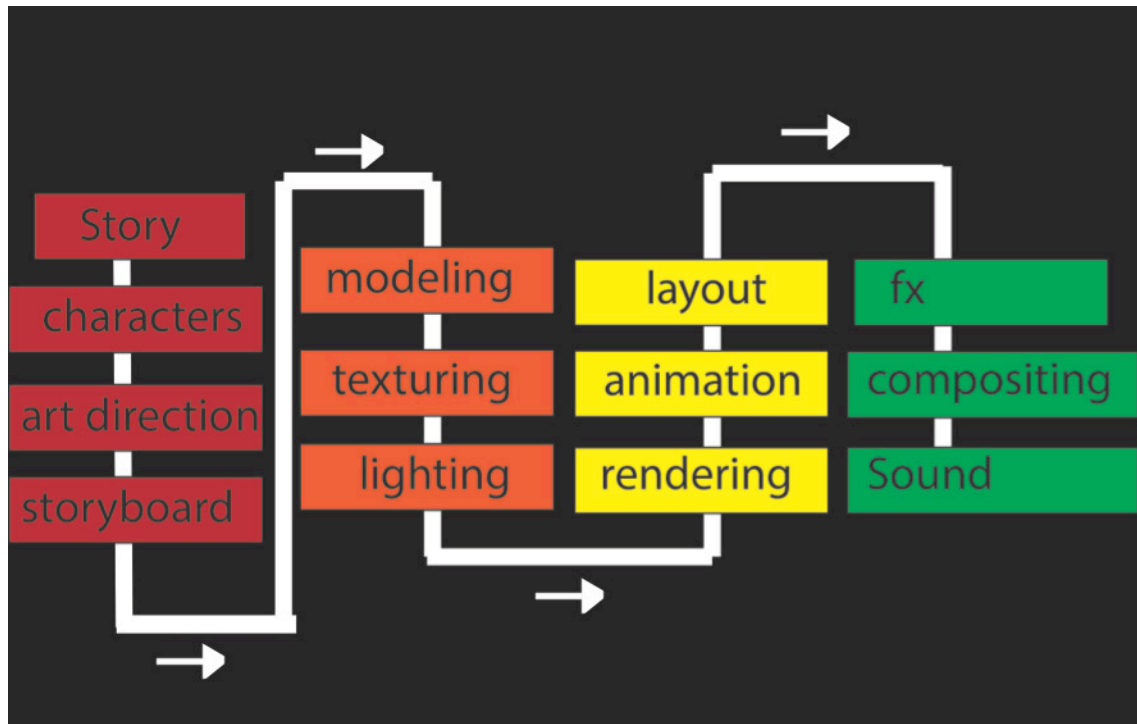
Aloitin suunnittelun käsikirjoituksen tekemisellä ja ottamalla lähtökohdaksi sen, että mahdollinen lyhytanimaatio on yhden ihmisen toteutettavissa 6 kk:n työpanoksella. Käsikirjoituksen suunnitteleminen osoittautuikin tässä kohdin haasteelliseksi, koska lyhyen ajan vuoksi pitää karsia hahmojen, kohtausten, tilojen, yhteiskeston ja asettien lukumäärää.

Ensimmäiseksi laadin karkean tuotantosuunnitelman siitä, kuinka paljon aikaa tulen käyttämään kuhunkin vaiheeseen (Kuvio 7).



Kuvio 7. Aikasuunnitelma

Tuotantosuunnitelman (Kuvio 8) valmistuttua siirryin käsikirjoituksen tekemiseen. Osoittautuikin haasteelliseksi luoda lyhytelokuva, joka on toteutettavissa yhden ihmisen resursseilla. Resurssien rajallinen määrä aiheuttikin sen, että lähes kaikesta piti karsia.



Kuvio 8. Tuotantosuunnitelma.

Tuotantosuunnitelmani poikkesi studioiden tavallisesti käyttämästä niin, että hahmot ja tilat olivat valmiina jo ennen animoinnin valmistumista. Tällöin pystyin laittamaan kohtauksen renderöitymään heti sen valmistuttua ja tekemään samalla animointia seuraavasta kohtauksesta.

### 3.2 Alustavat luonnokset ja värien miettiminen

Animaation hahmojen ja tunnelman pohjana käytin maalaustani (Kuvio 9). Halusin pitää hahmojen ulkomuodon mahdollisimman yksinkertaisena, jotta välttin mallintamasta ja animoimasta ylimääräisiä liikkuvia osia ja tekemästä kankaille riggauksia. Valitettavasti kovalevyn hajoamisen vuoksi tietokoneella tekemäni alustavat luonnokset tuhoutuivat.

Maalauksestani poiketen kohtaukset sijoittuvat suurimmaksi osaksi aavikolle, koska nurmikον renderöiminen olisi ollut turhan raskasta suorittaa hienosti. Taustojen pitäminen matalapolygonisena myös vähensi huomattavasti renderöimisaikoja. Kolmiulotteisten pintojen rajallinen käyttäminen taas vuorostaan vaatii, että joitakin taustan ele-



menttejä pitää tehdä jälkikäsitellyssä kaksiulotteisesti, jotta saadaan luotua illuusio horisontin maisemasta.

Viimeisenä vaiheena olevassa jälkikäsitellyssä yhdistetään erilliset osat kokonaisuudeksi.

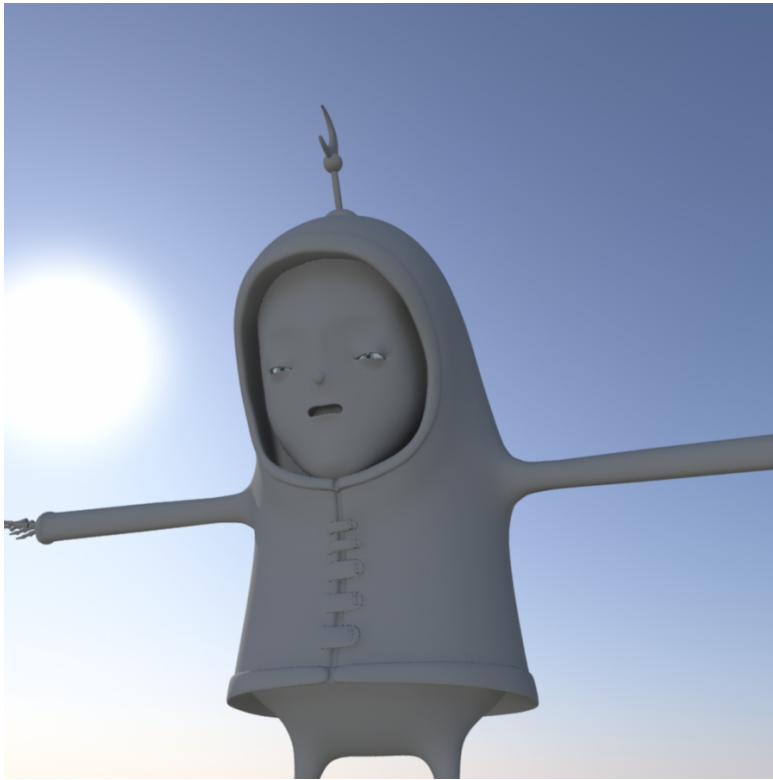


Kuvio 9. Alustava maalaus tunnelman luomiseksi.

Maalaamassani kuvassa on surrealistinen tunnelma, jonka halusin välittää katsojalle. Tämä korostui kaikkia hahmoja luodessa ja myös käsikirjoitusta miettiessä.

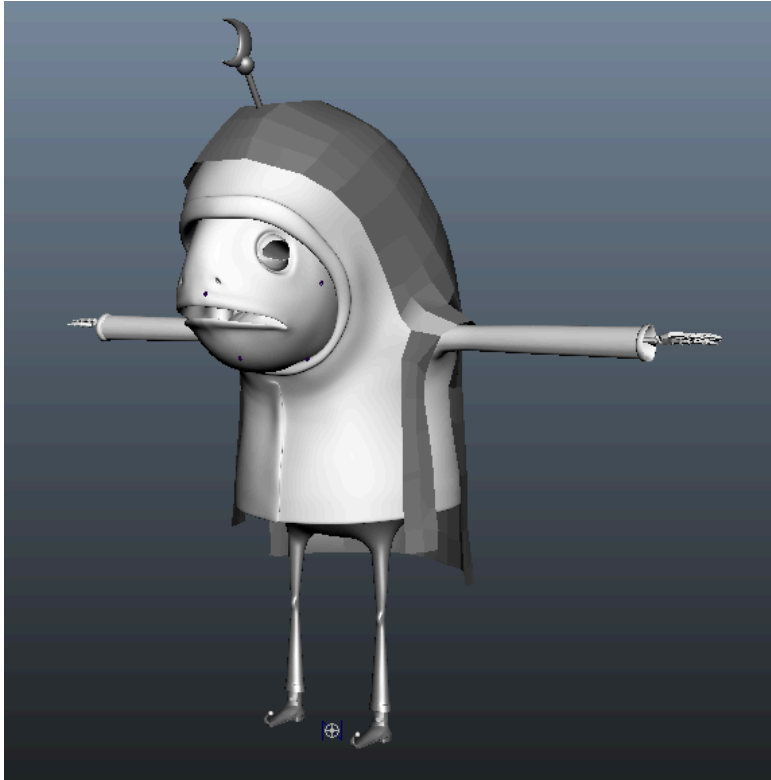
### 3.3 Hahmojen ja asettien luonti

Elokuvuassani on kaksi päähahmoa. Niiden symbolistisille tarkoitusperille osoittautui haasteelliseksi löytää sopiva kultainen keskitie, joka olisi riittävästi yksinkertaistettu mutta silti hahmoihin kohdistuvan mielenkiinnon säilyttävä.



Kuvio 10. Päähahmo 1: ensimmäinen versio.

Tein ensimmäiselle hahmolle ensin ihmismäiset kasvot, mutta ne osoittautuivat tunnelmaltaan liian kankeiksi. Mallinsin kasvot uudestaan tuomaan hahmoon enemmän surrealismia ja hauskuutta (Kuvio 10).



Kuvio 11. Päähahmo 1: valmis versio.

Valmiin version ihmismäisyyden poisto toi lisää haettua surrealismia hahmoon. Hahmossa pyrin myös pitämään yksinkertaisen primitiivisen siluettimuodon, joka sallii rennomman animointitavan (Kuvio 11).

### 3.4 Hahmojen mallinnus

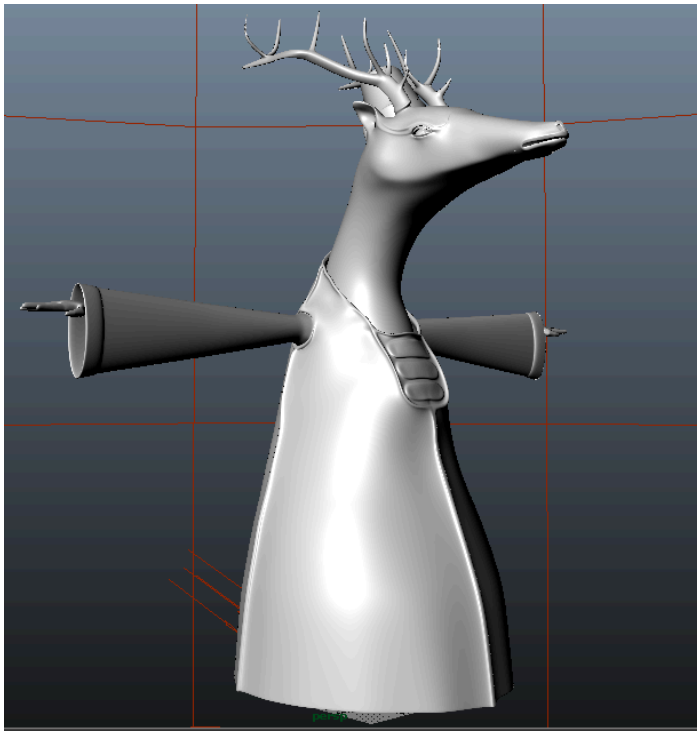
Skulptauksella tarkoitetaan kolmiulotteisen pinnan ns. veistämistä. Siihen tarkoitettut ohjelmat ovat nopeita ja ne sisältävät tehokkaita työkaluja.

Ensimmäiseksi mallinsin Mayassa karkean mallin hahmosta, joka toimi jatkokehittelyn pohjana. Tämän mallin vein Mudboxsiin, jossa oli nopea ja helppo hakea ja hioa mallille erilaista muotokieltä.

Kyseisen mallinnustavan hyötynä näin nopeutuneen hahmonluomisprosessin. Luonnokset eivät välttämättä aina välity kolmiulotteisena niin hyvin kuin itse kaksiulotteisessa luonnoksessa. Muotokieltä hahmolle etsiessäni huomasin, että nopein tapa etsiä muotokieltä oli tehdä ensin korkea polygoninen versiomalli Mudboxissa skulptaamalla

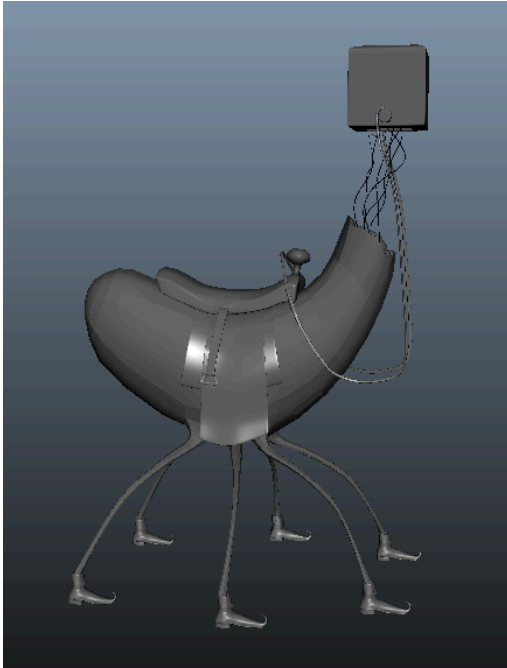
/veistämällä. Mudboxissa pystyin nopeasti muuttamaan erilaisilla työkaluilla kasvojen piirteitä ja kokoja.

Uuden hahmon mallintamiseen käytin menetelmää, jossa ensin karkeasta mallista skulptasin Mudboxissa high poly-version, jonka sitten toin re-topottavaksi Mayaan. Si-  
ten pystyin nopeasti etsimään piirteitä ja muotoja uusille kasvoille ja kokeilemaan eri-  
laisia variaatioita.



Kuvio 12. Sun deer -hahmo.

Sun deer -hahmo (Kuvio 12) on toteutettu samalla tavalla kuin ensimmäinenkin, ts. ensin karkea Maya-malli, joka on viety Mudboxiin nopeaa skulptausta varten ja sen jälkeen tuotu takaisin Mayaan retopology:aa varten.



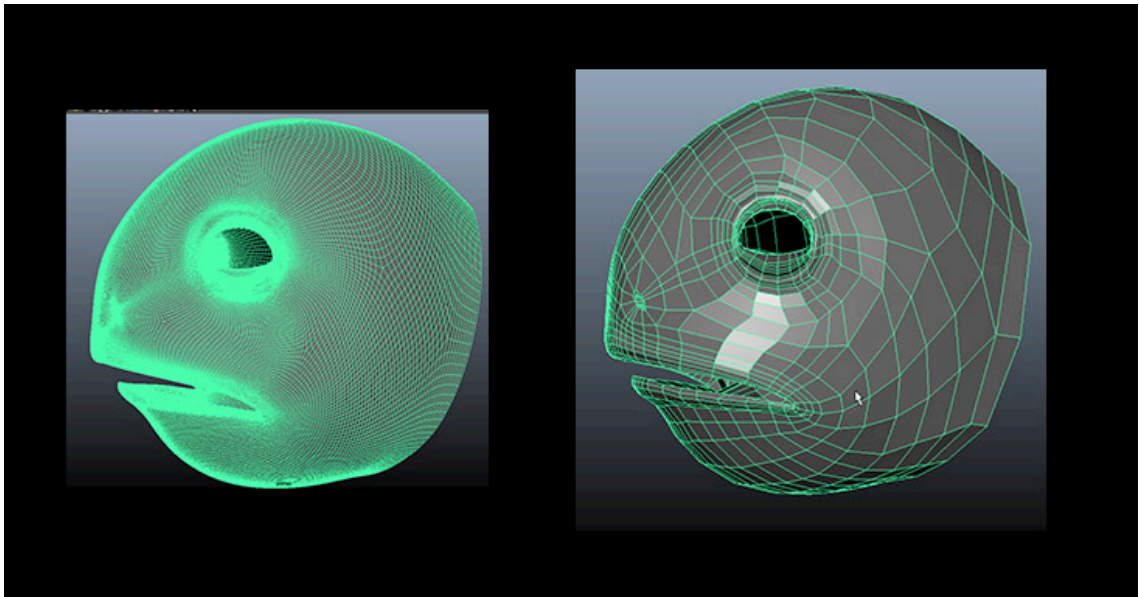
Kuvio 13. Glass spider -hahmo.

Glass spider (Kuvio 13) on myös kulkupeli, joka oli alkuperäisessä maalauksessani. Hämähäkki-hevonen on toteutettu samalla tavalla kuin edellisetkin mallinnukset.

### 3.5 Re-topology

Re-topologiyllä pyritään tekemään animoitavista hahmoista kevyempiä tietokoneen käsiteltäväksi, jolloin animaattori pystyy työskentelemään niiden kanssa. Prosessissa vähennetään hahmoissa olevien polygonien määrää, mikä tekee siitä koneelle kevyemmin prosessoitavaa.

Kun tulin siihen tulokseen, että Mudbox-veistetty malli on valmis, siirsin sen takaisin Mayan puolelle. Siellä tein mallin topologian uusiksi, mikä vähensi mallin verteksien määrää radikaalisti, mikä taas puolestaan vaikuttaa siihen, että mallia on miellyttävämpi animoida, kun kone jaksaa sulavasti laskea reaaliajassa kuvaa näytöllä.

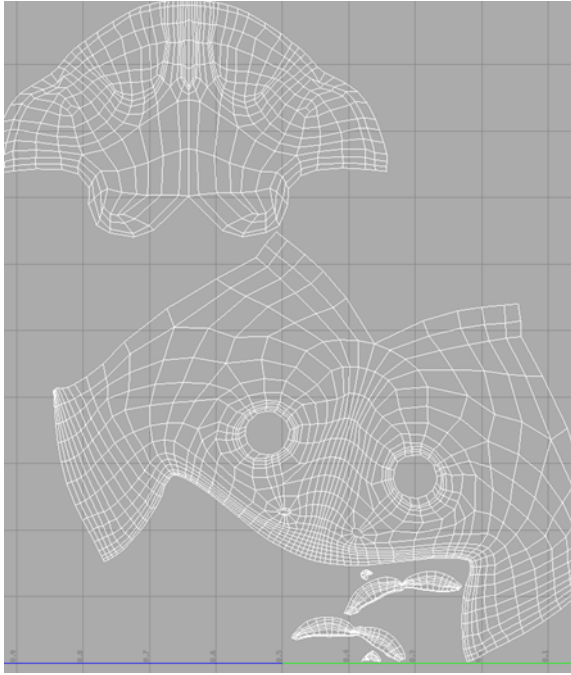


Kuvio 14. Moonman hahmon Mudbox sculptattu malli ja re-topologisoitu malli.

### 3.6 Pintojen käsittelyt

UV:eiden tekeminen sallii kuvan laittamisen objektin pinnalle. Tätä kuvaa kutsutaan UV-tekstuuri kartaksi, joka on tavallinen kuva. Prosesissa kuvan pikselit määritellään tietyille vertekseille polygon mallissa. Renderöinnissä UV-mapin koordinaatit kertovat koneelle, miten kyseinen objekti väritetään kolmiulotteisessa tilassa. UV-mappausprosessissa kirjaimet U ja V tarkoittavat akseleita 2D-tekstuurissa, koska x,y ja z akselit ovat jo käytössä ilmentämässä 3D-objektin akseleita.

UV-mapeissa malli avataan teksturoimista varten, jolloin jossain kohtaa on oltava sauma. Näitä saumoja määritetään yleensä prosessia tehtäessä esimerkiksi kasvoissa päälakeen ja niskaan. Tällöin pinta purkautuu päälakeen ja niskaan saumoista auki. Teksturoidessa nämä saumat saattavat tulla näkyviin, eli tämän takia niitä määritetään ennalta sellaisiin paikkoihin, jotka eivät näy suoraan katsojalle (Kuvio 15).



Kuvio 15. Moonman UV-map

Tekstuurien ja normaalikarttojen toiminnan kannalta pakollinen vaihe on UV-mappaus. UV-mappien tekoon käytin Headus UV Layout Prota, joka on Mayan UV-työkaluihin verrattuna huomattavasti helppo- ja nopeakäyttöisempi. Importoin ja UV-mappasin mallit ohjelmassa, jonka jälkeen toin UV-mapatut mallit takaisin Mayaan.

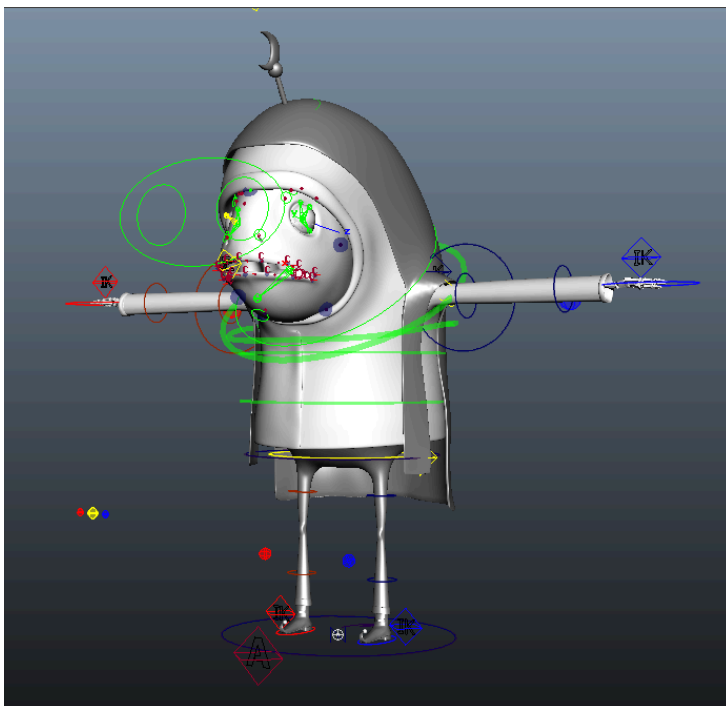
Tekstuurien pohjana käytin valokuvista koottuja tekstuureita, jotka olivat lähinnä erilaisia mattoja. Tekstuureiden lähteenä käytin *textures.com* -sivustoa, jossa on ilmaiseen käyttöön suunnattuja yhteisön tekemiä tekstuureja.

Lisädetailin luomiseen käytin normaalikarttoja, jotka skulptasin mallin päälle Mudboxissa. Normaalikartat asetin materiaalien Bump-kanavaan Tangent-space-normal -asetuksilla. Hahmojen kasvoissa käytin Mila-materiaalia, jonne voi asettaa erillisiä sub-surface-scatter -layereitä, jotka tuovat paksuudesta ja valosta riippuvaa hajontaa väriin. Väriin lisähajonta tuo sopivasti lisää pehmeyttä ja lämpöä.

### 3.7 Riggaus

Animaatioissa riggauksella tarkoitetaan asioita, jotka liikuttavat mallin eri osia halutulla tavalla. Näille malliin vaikuttaville asioille, jotka yleensä ovat niveliä, tehdään kontrolliobjekteja, joihin animaattori voi sitten animoidessaan laittaa tarvittavat keyframet.

Riggauksessa käytin monia eri asioita, jotka ohjailevat hahmon liikkeitä. Pohjimmaisena runkona käytin Jaro Lehtosen Metropolia Amk:ssa luomaa scalerigiä vaikuttamaan käsiin, jalkoihin ja selkään.



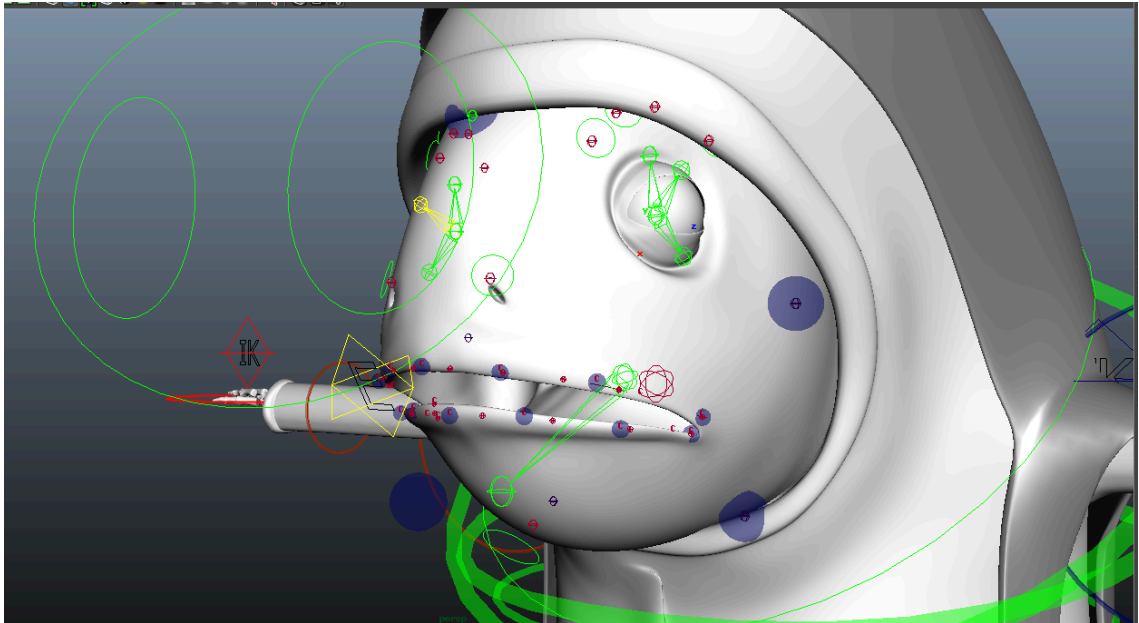
Kuvio 16. Moonman-rigi kokonaisuudessaan.

Scalerig nopeutti hahmon tekoprosessia huomattavasti, kun ei tarvinnut täysin kokonaan tehdä erilaisia ominaisuuksia sisältävää rigiä. Kasvoille rakensin oman rigin, joka koostui nivelistä ja drivenkeyllä tehdyistä animoinneista.

Drivenkeyllä voidaan määrittää valituille nivelille ennalta tehty animaatio. Mallissani käytin silmäluomien automatisointiin drivenkeytä, jolla sai luomet auki ja kiinni. Samanlaisista drivenkey-periaatetta käytetään myös scalerigissä mm. sormien koukistamisessa.



Aim constraintsilla saadaan tietty objekti seuraamaan haluttua kohdetta. Tässä tapauksessa silmä on aim constraintattu silmää kontrolloivaan kontrolliobjektiin. Tällä tavalla silmät saadaan seuraamaan haluttua objektiä.

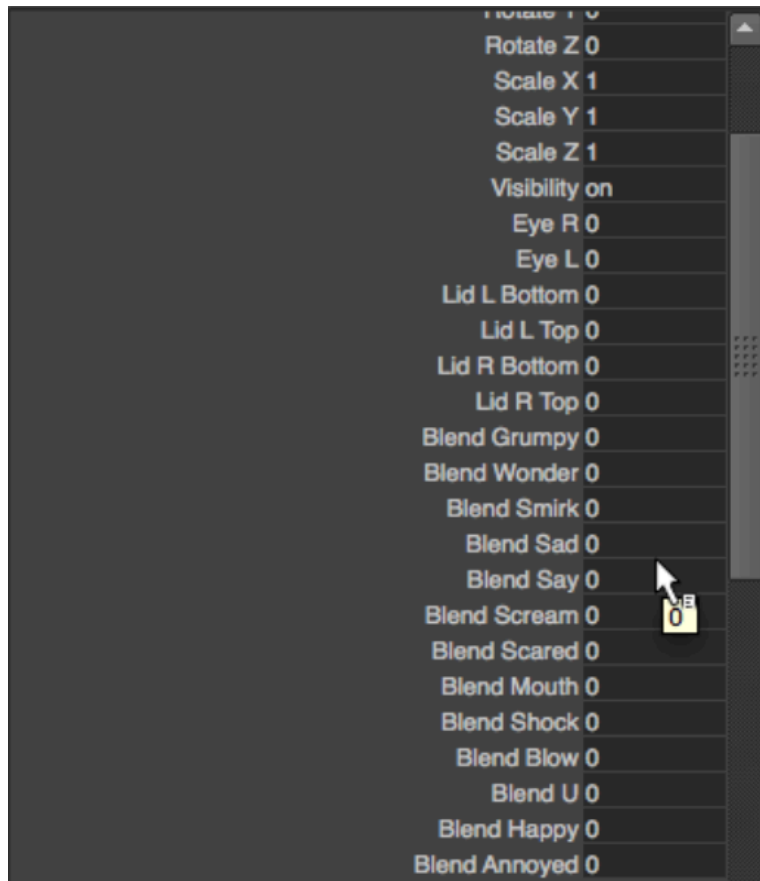


Kuvio 17. Kasvorigi.

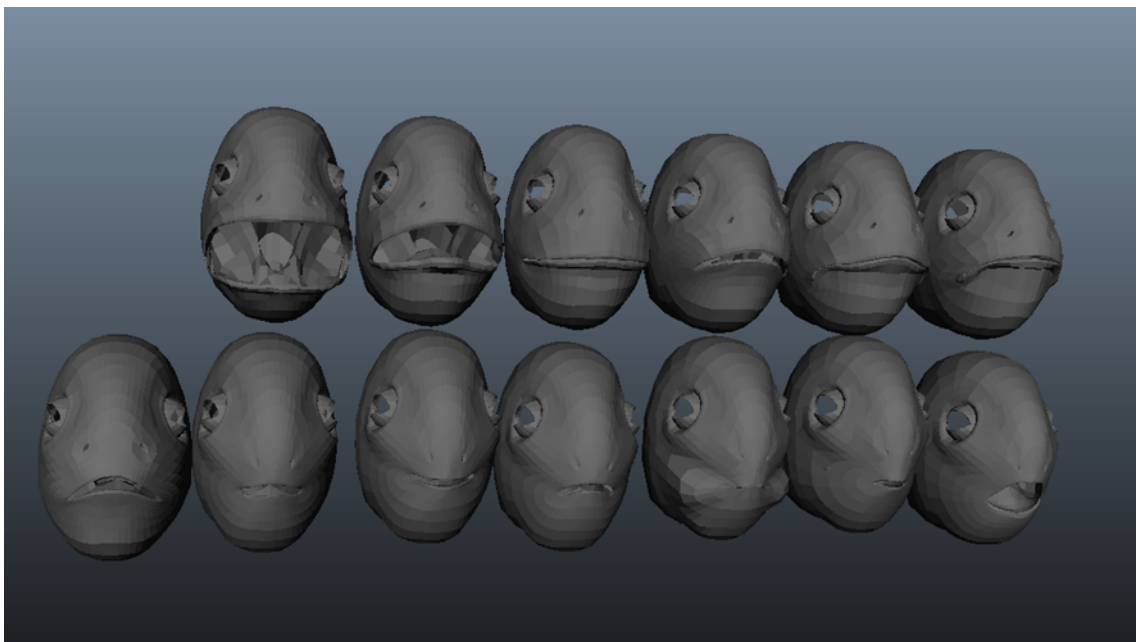
### 3.8 Kasvorigi

Edellä mainittujen lisäksi kasvorigissä on huulissa käytetty Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijan Harri Kultalan tekemää ribbon scriptiä, jossa kasvon muotojen mukaan tehty nurbs planelle skripti tekee automaattisesti jointit ja clusterit. Tämän scriptin etuna oli mahdollisuus jakaa clusterien vaikutusta nivelien välillä. Nämä scriptin tekemät nivelet taas puolestaan on skinnattu normaalisti kasvoihin. Kasvoissa on myös normaaleja niveliä liikuttamassa hahmon otsan kulmia ja leukaa.

Kasvorigiin tein myös silmän mastercontrollin alle erillaisia attribuutteja, jotka kontrolloivat blendshapeja ja silmäluomien drivenkeytä. Näin ollen pystyn helposti valmitsemaan ja sekoittelemaan erilaisia ilmeitä attribuuttien avulla.



Kuvio 18. Erilaisia attribuutteja, jotka ohjailevat kasvojen toimintoja.



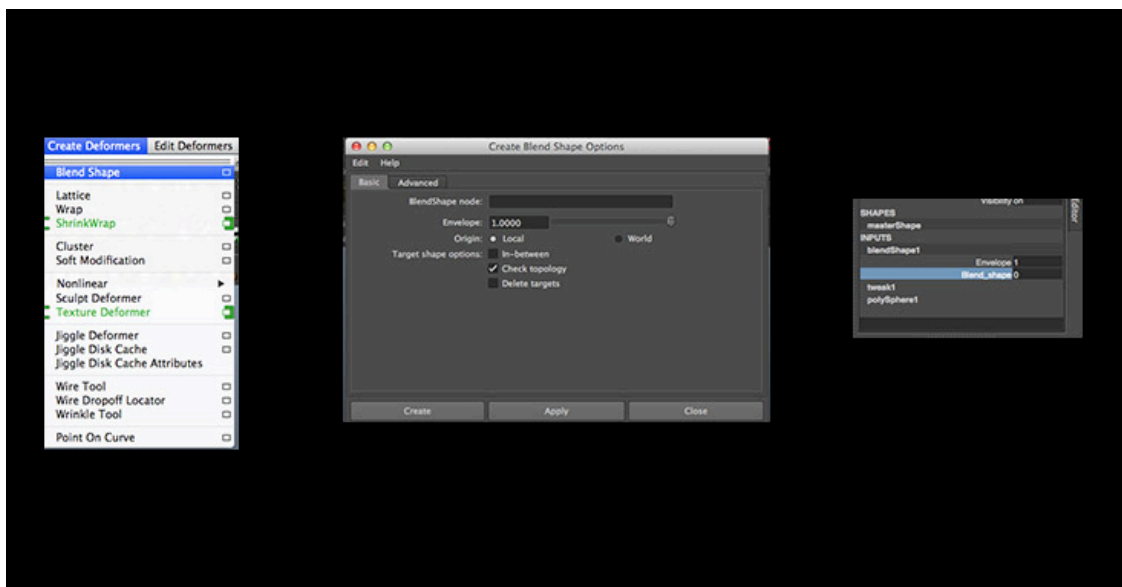
Kuvio 19. Erilaisia blendshapeilmeitä.

### 3.9 Blendshape

Blendshapet auttavat saamaan mallista ilmeitä tai muotoja, johon perusrigi ei pysty. Blendshapien tekoon kehittelin tavan, jossa vein mallin Mudboxiin. Mudboxissa muokkasin hahmon kasvoja niin, että sain tehtyä uuden ilmeen. Tein jokaisen ilmeen Mudboxissa eri layerille, jotka olivat geometrian pohjatason päälle tehtyjä muokkauksia. Nämä layerit sitten exporttasin takaisin Mayaan, jossa linkitin sen blendshape atribuuttien alle.

Blendshapea tehtäessä blendshapet tulevat hierarkiassa skin clusterin yläpuolelle automaattisesti, joten kasvorigillä ei tässä tapauksessa ollut enää vaikutusta malliin. Kasvorigin toiminnan takaisin saamiseksi blendshape pitää siirtää hierarkiassa skinclusterin alle, jolloin kasvorigi vaikuttaa taas mallin deformaatioon. Kyseinen hierarkia muutettiin valitsemalla malli ja menemällä all inputs -valikkoon, jossa näkee kaikki malliin vaikuttavat asiat. Tämän jälkeen blendshape siirretään vain listan hierarkiassa skinclusterin alle.

Blendshapen teko on melko yksinkertaista. Ensin valitaan objekti, jonka haluaa vaikuttavan toiseen ja sen jälkeen createdeformers -valikon alta blendshape. Blendshapen toimivuuden kannalta vaatimuksena on, että kummatkin objektit ovat verteksimäärältään samat (Kuvio 20).



Kuvio 20. Blendshapien tekeminen.

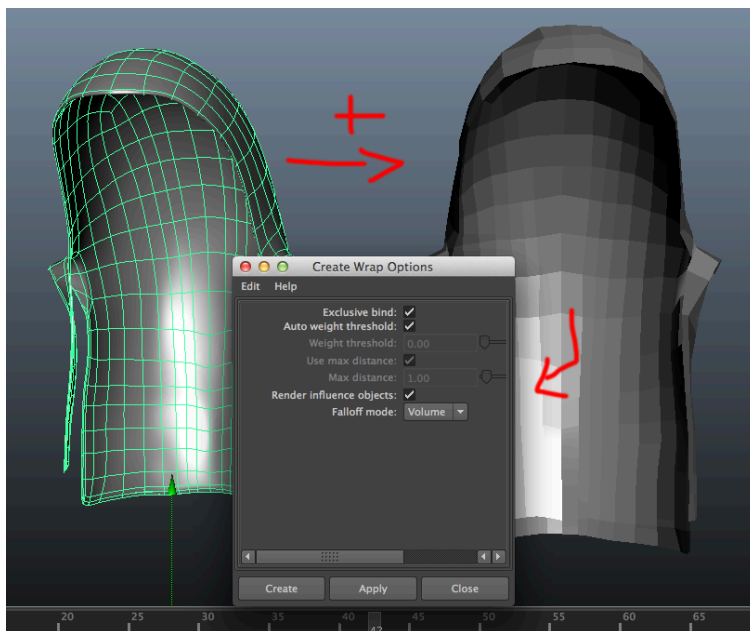
### 3.10 Ncloth

Hahmolle tein erillisen viitan, jossa oli Ncloth-fysiikkasimulaatio, joka ohjasi viitan deformaatiota. Simulaatio on tehty low poly-versioon, joka on wrap deformerilla liitetty hi poly-versioon. Kyseinen toimintatapa antaa nopeamman tavan tarkastella simulaatiota ja vähentää kankaan läpimenoja itsestään, jos kankaassa itsessään on paksuutta.

Osoittautui kuitenkin, että vaatesimulaatiot sisälsivät yllättävän paljon pieniä virheitä. Ne pakottivat siirtymään normaaleilla jointeilla animoituun kankaaseen. Esimerkiksi Ncloth saattoi osittain pysyä point constraintilla paikoillaan, mutta jossain vaiheessa se siirtyi objektin sisälle, jonka kanssa sen piti törmätä ja pysyä pinnalla. Myös vaatteen itsensä kanssa törmäämisen kanssa syntyi ongelmia. Kangas jäi värisemään nopeaa vauhtia niistä kohdista, joihin point constraintit oli asetettu vertekseille.

#### 3.10.1 Wrap deformer

Wrap deformerilla saadaan suoritettua deformaatio toisesta objektista toiseen, jolloin voidaan ohjata esimerkiksi suuremmalla verteksimäärällä olevaa pienemmällä.



Kuvio 21. Wrap deformerin laitto.

Wrap deformer luodaan valitsemalla ensin hi poly-versio, sitten low poly, minkä jälkeen valitaan create deformers ja wrap.

## **4 Kohtaus 1\_05**

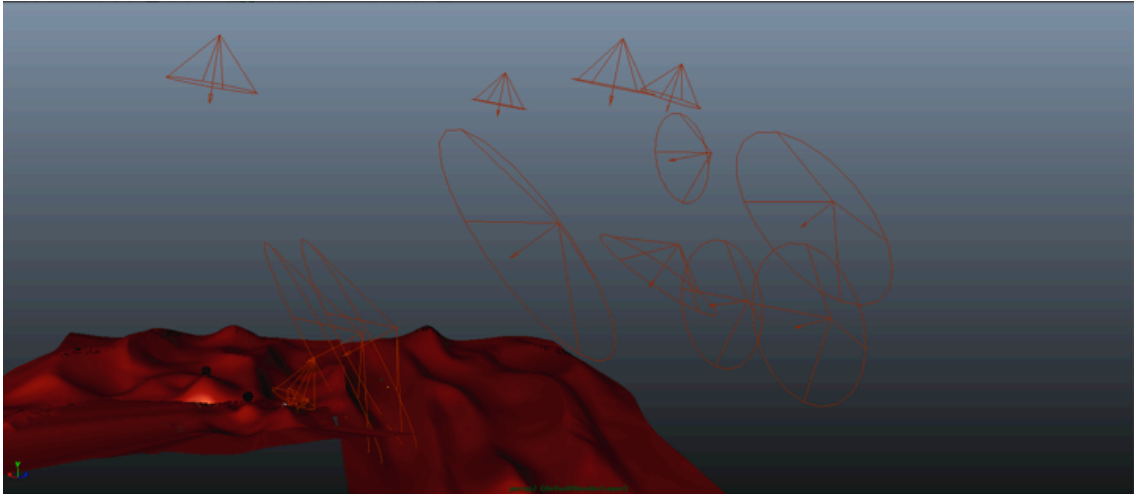
### 4.1 Referenssihahmot

Hahmojen referoinnilla tarkoitetaan sitä, ettei kohtauksessa käytettävä hahmo ole ns. alkuperäinen eikä sitä siksi voida muokata. Koska kohtaus referensoi toista tiedostoa, jossa hahmo on, animoija ei voi vahingossa muokata hahmoa. Hahmoa voidaan myös päivittää. Jos hahmoa ei referensoitaisi, ja sitä haluttaisiin päivittää, jouduttaisiin kohtauksessa koko hahmon animaatiot exportata ja tuoda uudelle hahmolle. Tällöin voi syntyä tilanne, jossa menee huomattavan paljon aikaa erilaisien animaatioiden kopiointiin, koska Mayan Atom animaatio export ei valitettavasti aina toimi täydellisesti.

Referenssihahmojen käytön hyöty on suuri, sillä hahmoja voidaan päivittää melkein kaikilta osiltaan eikä hahmon ei tarvitse olla täysin valmiina, jotta voidaan aloittaa animointi. Kaikki hahmot siis ovat referensoituja, jolloin tekstuuriin ja bugien korjaus on mahdollista.

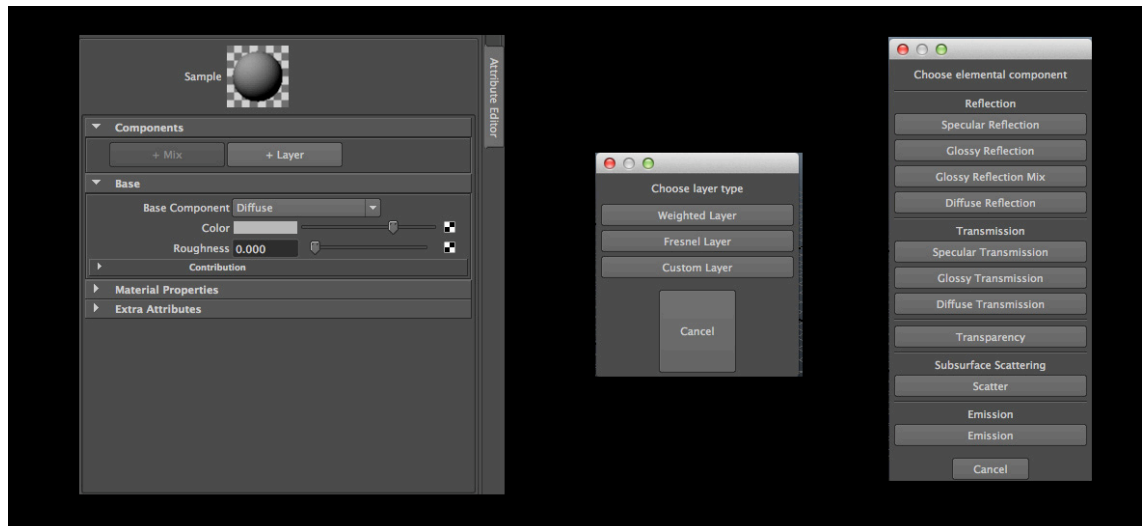
### 4.2 Valaistus ja materiaalit

Kohtauksen valaistuksessa on käytetty mental ray area light-, spotlight- ja ambient light -yhdistelmää, jolla olen saavuttanut tarvitsemäni yön ja auringonlaskun sekoituksen. Osa valoista on asetettu häviämään tietyn etäisyyden matkalla, jolloin saavutin sopivan väriliukuman. Erillaisia eri väreillä varustetuja spotlight-valoja on aseteltu ympäriinsä tuomaan surrealistista värivaikutelmaa ja elävöittämään värimaailmaa (Kuvio 22).

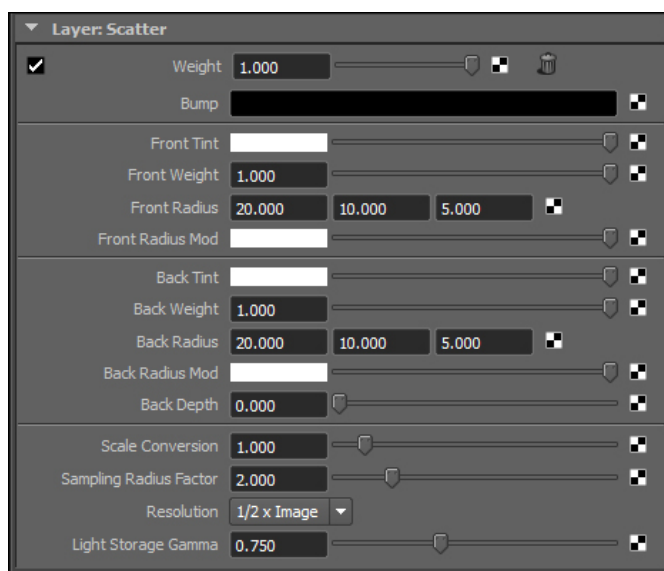


Kuvio 22. Valaistusesimerkki.

Mila-materiaalia on käytetty kohtauksessa samasta syystä kuin mallissakin. Se tuo lisälämpöä scatter-ominaisuudellaan aavikkoon. Scatter-ominaisuus tuo maaston reunoihin lämpöä ja tuo sitä pois normaalista 3D-elementin kylmyydestä. Mila-materiaalissa on helppo tehdä sub surface scatter -ominaisuus. Scatter-ominaisuuksien säätö on tehty helpoksi myös scatter-nodessa. Siitä löytyy helpot kontrollit jokaiselle valon aaltopituudelle, joilla pystyy määrittelemään pinnan käyttäytymistä suhteessa valoon. Koska specular- ja glossinessmapit tehdään siinä layereinä, antaa se laajemmat säätömahdollisuudet. Mila-materiaalissa voi valita layerin weighted, fresnel tai custom. Kaikille näille layereille voi määrittää, miten ne toimivat materiaalina (Kuvio 23). Kaiken edellä mainitun lisäksi se myös renderöi nopeammin kuin tavallinen Mayan fastskin shader.



Kuvio 23. Mila-materiaalin ominaisuuksia.

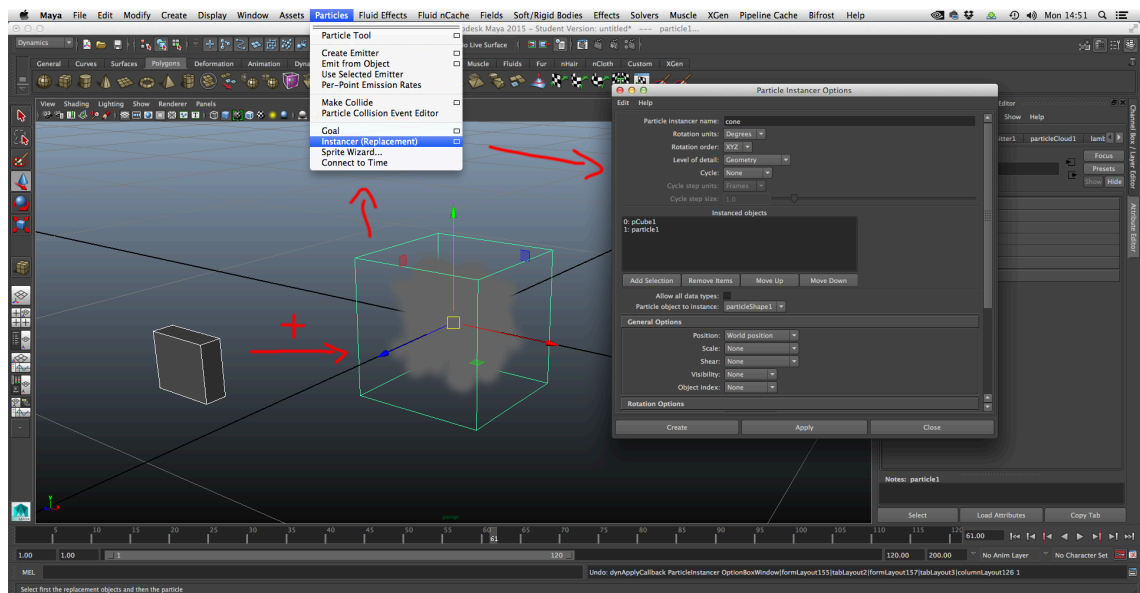


Kuvio 24. Mila weighted scatter layer.

Mila-materiaalien tekstuurina on käytetty hiekkatekstuuria, jonka eri scatter-tasoilla on erisävyinen kuva. Esimerkiksi päällimmäisellä tasolla normaali tekstuuri ja alemmalla tekstuuri on muutettu punertavammaksi, jolloin kohdissa, jossa scatter-efekti näkyy selkeämmin, tulevat lämpimämmän näköiset reunat objektin paksuuden mukaan (Kuvio 24).

### 4.3 Particle instance -kivet

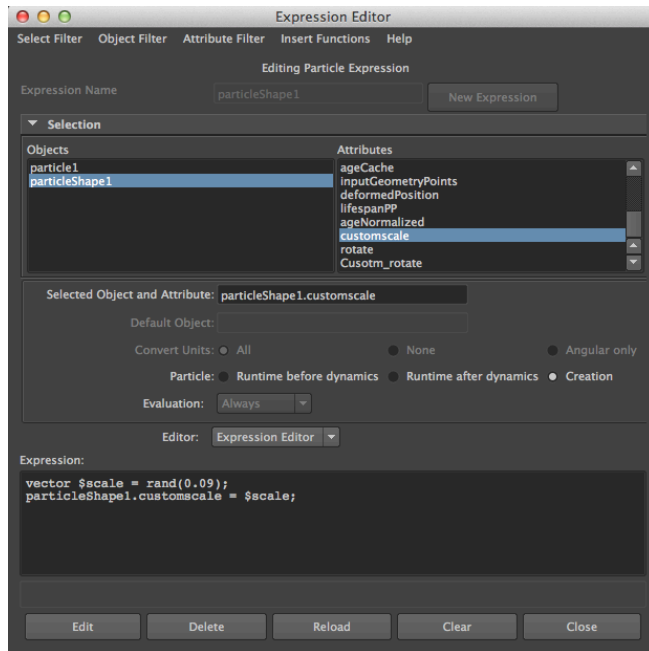
Kohtausta varten tein myös partikkeli-instansoituvat kivet, jossa aavikon pinta toimi surface emitterinä. Tässä tapauksessa valittu pinta toimii partikkeleita synnyttävänä pintana, joka tuo partikkeleina pinnalle ennalta valittuja muotoja. Ennalta voidaan määrittää, kuinka monta partikkelia/kiveä pinnalle muodostuu, animoimalla emitterin partikkeleita sekunnissa atribuutti. Tällöin tietyn ajan pinnalle ilmestyy satunnaisiin kohtiin uusia kiviä. Tämä pitää suorittaa ennen varsinaisen animaation alkua, jotta haluttu määrä kiviä ehtii muodostua pinnoille. Vaihtoehtoisesti tavoitellun tuloksen synnyttä voidaan tehdä partikkeleista cache, jolloin ne eivät enää ole simulaatiota. Tällä tavalla sain luotua lisää yksityiskohtia muuten tasaiselle aavikonpinnalle enkä joutunut asettelemaan satoja kiviä yksitellen.



Kuvio 25. Partikkeli-instancerin teko.

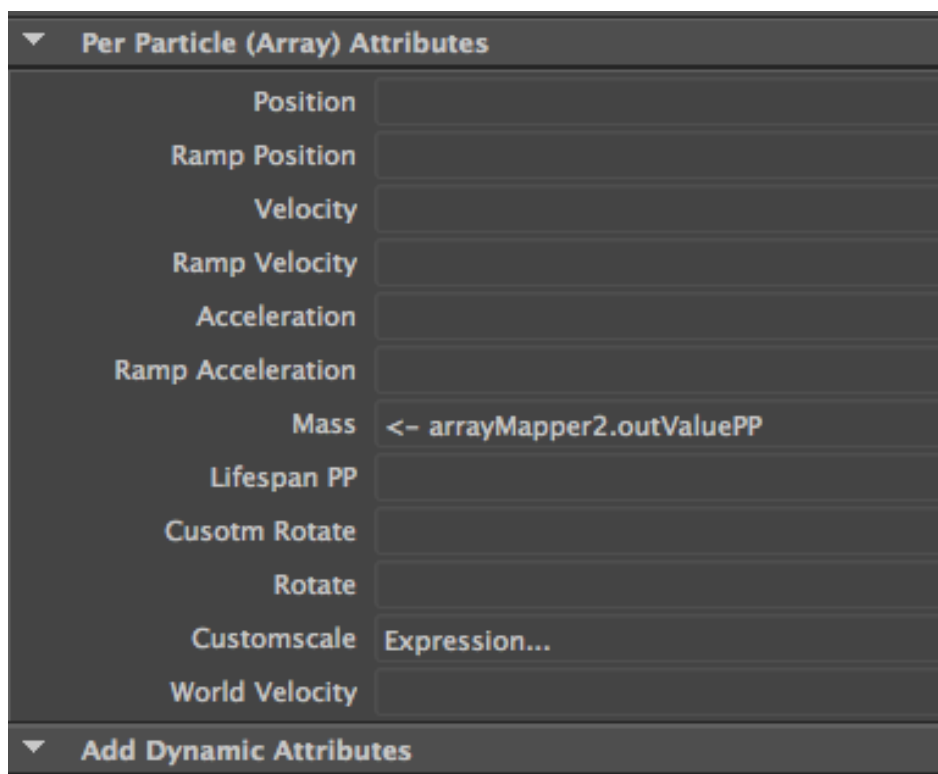
Partikkeli-instancerissa voi määrittää erilaisia muotoja, jotka tulevat satunnaisesti emitteristä.





Kuvio 26. Customskaala ekspressio

Emitterille tein customskaala ekspression, joka määritteli haluttujen arvojen mukaan kivien skaalaa. Kyseinen ekspressio toimii PP array attributeissa, johon se piti luoda add custom attribute -toiminnolla.



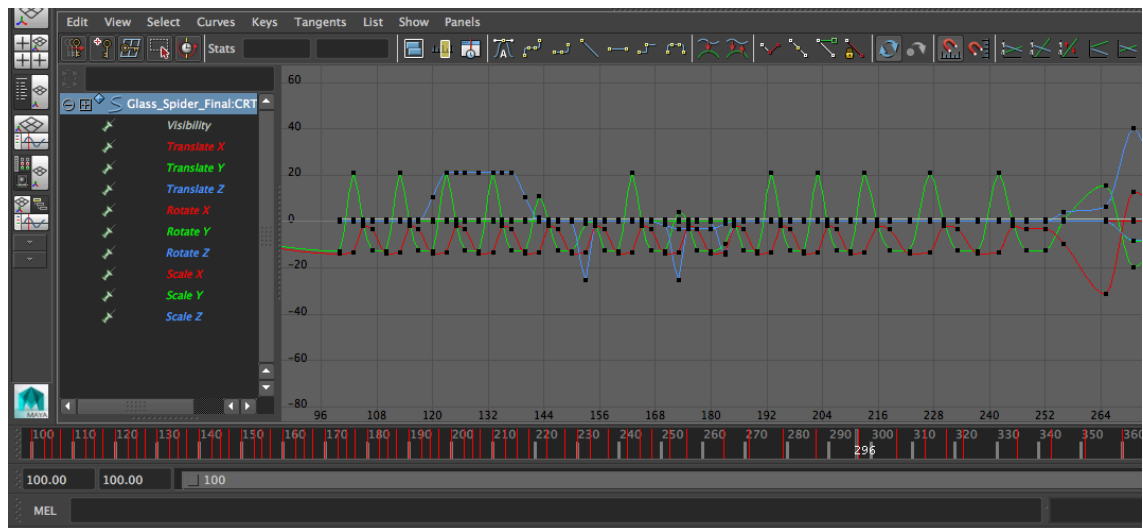
Kuvio 27. PP-array attributit

PP-attribuuteissa voi määritellä erilaisia toimintoja halutuille asioille partikkeli emitterin sisällä. Näihin asioihin voi tehdä omia ekspressioita tai käyttää gradient rampia määrittelemään vaikutuksen aikaa tai voimakkuutta.

## 5 Animointi

Kaiken animoinnin perustana toimiva layout helpottaa rytmien ja kuvakulmien etsimistä leikkauksille. Layoutia tehdessäni käytin jossain kohtauksien alussa kuutiota hahmon tilalla etsiessäni rytmiä kamera-ajolle. Kuutiota käytin vain siksi, että se on koneelle prosessoriystävällinen. Ehkä tämä oli myös nopeampi tapa etsiä tapahtumalle erilaisia kuvakulmia ja nopeuksia.

Layout-rytmien löydyttyä siirryin tekemään karkeaa pose to pose -animaatiota, joka rytmien löytyessä muovaantui sulavammaksi ja lopulliseksi. Lopuksi säädin animaatiota muokkaamalla animaation käyriä graph-editorissa.



Kuvio 28. Animaatio curvet Mayassa

Mayassa tapahtuva käyrien muokkaus antaa lisää pelivaraa liikkeen nopeuteen ja sen sulavuuteen muuttelemalla käyriä jotta saadaan haettu tulos. Käyriä muuttelemalla saadaan liikkeelle epälineaarinen nopeus, jolloin esimerkiksi saadaan liike alkamaan hitaasti ja päättymään nopeasti.

Käytin myös apunani Mayassa olevia animaatiolayereita, jotka sallivat lisäliikkeen tekemisen jo olemassa olevan animaation päälle alkuperäistä muuttamatta. Tällöin pystyin tekemään ratsastamisen pohjaliikehdinnän, jonka päälle lisäsin maaston mukaan tapahtuvia liikkeitä sekä luonnetta tuovia liikkeitä.

## 6 Jälkituotanto

Jälkituotannon aloitin määrittelemällä värejä. Värien määrittelyyn käytin After Effectissä color finesse 3pluginia. Värienmäärittelyssä käytin hyväksi depthmappia, jolloin sain tehtyä erisävyyisen etualan taka-alaan verrattuna. Lisäksi värien määrittelyllä toin kohtaukseen enemmän yön tuntua.

Seuraavana vaiheena lisäsin Ambient Occlusion layerin tuomaan ekstrasitovuutta varjojen osalta kohtauksessa. Ambient Occlusion etsii ambientvalon avulla mahdollisia varjokohtia kohtauksessa, jolloin saadaan syvempi kontrasti kuvaan. (Wikipedia 2015 d.)

Kohtauksessa on myös käytetty syväterävyyslayeria, joka mittaa etäisyyksiä kameran näkevässä kuvassa määrätyn etäisyyden välillä. Syväterävyyslayer tekee harmaasävykuvan, jolla pystytään määrittelemään epäterävyys etäisyyksien mukaan. Tämä vaihe on yksi kriittisemmistä vaiheista kuvan uskottavuuden kannalta.

Motion-vektorit ohjaavat jälkituotannossa tehtävää Motion bluria. Mayasta motion-vektorien ulos ottaminen antaa tarkemman Motion blurin verrattuna esim. After Effectsin omaan force Motion blurin.

Jotta sain After Effectsissä lisätyt 2D-elementit vastaamaan Mayan kameran liikettä, After Effectissä oli kameran liike tuotava Mayasta After Effectsin omaan kameraan. Tällöin pystyin liittämään 2D-elementtejä liikkumaan 3D-tilassa kohtauksen mukaisesti.

Kun kameran liike oli tuotu After Effectsiin, pystyin lisäämään sinne lisäelementtejä esim. savua ja pölyä. Lisäpölyefektien luomiseen käytin trapcoden-particular-2 -pluginia After Effectsissä. Sen lisäksi käytin erilaisia matte-videoita pölystä ja pössähdyksistä.

Kohtauksessa on myös matte-maalaushorisontti, joka on toteutettu Photoshopissa ja lisätty jälkeinpäin After Effectsissä. Myös 2D-pilviä on lisätty kohtaukseen eri 3D-syvyyksissä, jolloin taivaaseen sain hieman eloa paralaksin avulla.

## 7 Pohdinta ja yhteenveto

Opinnäytetyössäni osoittautui erittäin haasteelliseksi tuotantosuunnitelman sovittaminen yhden ihmisen tuotantolinjaksi, mutta onneksi pienillä muutoksilla sain sitä tehostettua. Tehostusta tapahtui tekemällä mm. mallit ja kohtaukset täysin valmiiksi. Kun kohtaus oli valmiiksi animoitu, laitoin sen renderöitymään ja pystyin aloittamaan toisen kohtauksen animoimisen.

Mallinnusketju, jossa Mayaassa mallinnetaan karkea malli ja haetaan veistämällä Mudboxissa lopullista ulkomuotoa, osoittautui nopeaksi. Tällöin pystyin nopeasti etsimään malleille erilaisia muotokieliä ja variaatioita.

Joissakin tapauksissa, joissa hahmolla ei ole paljoa ilmehdintää, voi olla nopeampaa tehdä vain blendshapeja kuin käyttää aikaansa kasvorigin hiomiseen. Tässä kohdassa astuisi kuvaan tarkka käsikirjotus. Siinä selviäisi, tuleeko hahmolle dialogia tai millaisia tunteita hahmon tulisi ilmentää. Käsikirjoitus saattaisikin ohjata kasvorigiin käytetyn ajan tuotantoa paremmin palvelemaan muuhun työhön.

Myös Nclothien toimivuus osoittautui kynnykseksi. Siihen kului aikaa hukkaan yrittäessäni saada simulaatioita toimimaan oikein. Vaatesimulaatioiden epävarman toimivuuden vuoksi poistin simulaatiot ja päädyin tekemään vaatteille animaatiot käsin tavallisia niveliä hyväksikäyttäen.

Projektia tehdessäni opin erilaisia tekniikoita, joita voin hyödyntää työelämässäni sekä tulevaisuudessa omissa projekteissani. Erilaisten tekniikoiden ja työtapojen etsintä tulee auttamaan aikatauluttamaan projekteja realistisiksi ja siten helpottaa pysymään aikatauluissa. Tekemäni animaatioprojekti auttaa minua jatkossa hinnoittelemaan työni projektin vaativan ajan mukaan.

Projekti vastasi asettamiani tavoitteita oppimisen suhteen. Opin paljon uusia tekniikoita ja lisäksi opin tehostamaan vanhoja työtapojani (esim. eri ohjelmiin perehtyminen, ongelmatilanteiden selvittäminen ja ratkaiseminen). Tavoitettani saada projekti 6 kk:ssa valmiiksi en ihan saavuttanut.

## Lähteet

Advanced Video Camera and Editing 2015. Pacing and Rhythm (verkkojulkaisu)

<http://cuvideoedit.com/pacing-and-rhythm.php/> Luettu 23.4.2015

CINEMA SHOCK 2015 (verkkodokumentti)

<http://cinemashock.org/tag/color-grading/> Luettu 21.8.2015

Digital Arts 2015. The 12 Rules of Animation (verkkodokumentti)

<http://www.digitalartsonline.co.uk/features/illustration/12-rules-of-animation/> Luettu 17.8.2015

No Film School 2015. ROYGBIV (verkkodokumentti)

<http://nofilmschool.com/2014/09/pixar-supercut-will-remind-you-how-important-color-storytelling/> Luettu 6.9.2015

PIXAR 2015. PIXAR ´s Animation Process (verkkodokumentti)

<http://pixar-animation.weebly.com/pixars-animation-process.html/> Luettu 17.5.2015

Wikibooks 2015. Movie Making Manual/Sound Design (verkkodokumentti)

[https://en.wikibooks.org/wiki/Movie\\_Making\\_Manual/Sound\\_Design/](https://en.wikibooks.org/wiki/Movie_Making_Manual/Sound_Design/) Luettu 1.4.2015

Wikipedia 2015 a. Colour grading (verkkodokumentti)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_grading/](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_grading/) Luettu 1.10.2015

Wikipedia 2015 b. Silent film (verkkodokumentti)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Silent\\_film/](https://en.wikipedia.org/wiki/Silent_film/) Luettu 14.4.2015

Wikipedia 2015 c. 12 Basic Principles of Animation (verkkodokumentti)

[https://en.wikipedia.org/wiki/12\\_basic\\_principles\\_of\\_animation/](https://en.wikipedia.org/wiki/12_basic_principles_of_animation/) Luettu 11.4.2015

Wikipedia 2015 d. Ambient occlusion (verkkodokumentti)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Ambient\\_occlusion/](https://en.wikipedia.org/wiki/Ambient_occlusion/) Luettu 7.5.2015

Williams Richard 2012. The Animator ´s Survival Kit. USA: Faber and Faber, Inc.

Yelo 2015. Project Naming Conventions for Animation (verkkójulkaisu)

[http://blog.yelostudio.com/2009/articles/project\\_naming\\_conventions\\_for\\_animation/](http://blog.yelostudio.com/2009/articles/project_naming_conventions_for_animation/) Luettu

1.10.2015

## **Animaatio (DVD)**

Liite 1- Animaatio (DVD)