

Veikka Somerma

# Matte-maalaukset ja kameraprojisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

16.4.2013

Tekijät Otsikko	Veikka Somerma Matte-maalaukset ja kameraprojisointi
Sivumäärä Aika	47 sivua + 1 liite 16.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	digitaalinen media
Ohjaaja	yliopettaja Harri Airaksinen
<p>Matte-maalaukset ovat eri menetelmin valmistettuja kuvia maisemista tai lavasteita. Niitä käytetään elokuvateollisuudessa kuvattaessa otoksia, jotka saattaisivat olla muuten liian kalliita tai luonteensa puolesta mahdottomia toteuttaa. Insinööriyön tarkoitus oli tutkia matte-maalauksen ja kameraprojektion luomista, käyttömahdollisuuksia ja niiden vahvuuksia ja heikkouksia.</p> <p>Insinööriyöprojektissa valmistettiin onnistuneesti vakuuttava matte-maalaukset ja sen pohjalta realistinen animaatio. Matte-maalaukset toteutettiin kuvankäsittelyohjelmassa, minkä jälkeen sitä mallina käyttäen luotiin 3D-ohjelmassa maalausta vastaava kolmiulotteinen maisema. Tehty 2D-matte-maalaukset projisoitiin 3D-grafiikan päälle. Tämä mahdollisti kameraliikkeen tekemisen maalauksen ympäristössä. Kameraliikkeen animaatio renderöitiin ulos 3D-ohjelmasta, ja lopputuloksena syntyi realistiselta näyttävä animaatio.</p> <p>Projektissa selvisi, että matte-maalaukset sopivat parhaiten kaukaisten kappaleiden kuvaamiseen. Kameraprojisointi ei toimi hyvin suurissa kameraliikkeissä, mutta sopii hyvin käytettäväksi kohtauksiin, jossa esiintyvä parallaxi on pieni. Matte-maalauksen toteuttaminen on kuitenkin paljon nopeampaa kuin maisemien luominen pelkästään käyttämällä 3D-grafiikkaa. Tästä syystä niitä käytetään paljon elokuvien erikoistehosteina.</p>	
Avainsanat	matte-maalaukset, kameraprojisointi

Author Title	Veikka Somerma Matte-painting and cameraprojections
Number of Pages Date	47 pages + 1 appendix 16 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructor	Harri Airaksinen, Principal Lecturer
<p>Matte-paintings are images of landscapes or movie sets generated using various methods. They are used in the film industry when shooting for footage that might be too expensive or impossible to accomplish because of its nature. The purpose of this thesis was to study the usability, strengths and weaknesses of matte-paintings and camera-projections.</p> <p>In the thesis a successful matte-painting was created and then used to create a realistic animation. The matte-painting was created in a graphics editing program, after which it was used as a guide for modeling a resembling 3D landscape. The 2D image was then projected on top of the 3D objects. This enabled the creation of camera movements within the environment of the matte-painting. The animation of the camera movement was rendered out of the 3D program resulting in a realistic video material resembling real footage.</p> <p>In the thesis it became evident that matte-paintings are best suited for describing distant objects. Camera-projections are not suitable for large camera movements, but work well when generating footage, where the occurring parallax is small. Composing matte-paintings is faster than creating landscapes using solely 3D-graphics, which explains its large usage in the movie industry.</p>	
Keywords	matte-painting, cameraprojection

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Matte-maalausten historia ja tyypit	2
2.1	Matte-maalausten käyttötarkoitukset	2
2.2	Perinteiset matte-maalaukset	3
2.3	Digitaalinen matte-maalaukset	7
2.4	Digitaalisen matte-maalauksen työnkulku	10
3	Matte-maalauksen konseptointi ja esivalmistelu	16
3.1	Konseptointi ja luonnostelu	17
3.2	Kamera ja teksturointi	22
4	Maalauksen työstö ja kameraprojisointi	28
4.1	Maalaaminen ja kappaleiden 3D-mallinnus	30
4.2	Korjaustoimenpiteet	33
4.3	Animoinnin renderöinti ja videoeditointi	38
4.4	Projektin tulokset ja analyysi	39
4.5	Matte-tekniikoiden tulevaisuus	42
5	Yhteenveto	44
	Lähteet	46
	Liitteet	
	Liite 1. Kuvasarja lopullisesta animaatiosta	

## 1 Johdanto

Elokuvateollisuus on aina pyrkinyt valmistamaan yhä vaikuttavampia ja uskottavampia elokuvia. On rajansa sille, mitä kaikkea voidaan kuvata tavallisilla kameroilla; osa materiaalista täytyy usein tehdä muilla tavoin. Eräs elokuvateollisuuden erikoistehosteiden osa ovat matte-maalaukset, joita on käytetty elokuvissa jo yli sadan vuoden ajan.

Insinööriyössä perehdytään matte-maalauksien tekniikoihin ja historiaan ja toteutetaan projekti, jossa pyritään valmistamaan onnistuneesti vakuuttava matte-maalaukset ja sen pohjalta 3D-malli. Kolmiulotteisen grafiikan päälle heijastettavien kuvien avulla on tarkoitus tehdä todentuntuinen kameraliike. Tarkoituksena on tutkia matte-maalauksien toteutuksen työkulkua ja niihin liittyvien tekniikoiden mahdollisuuksia.

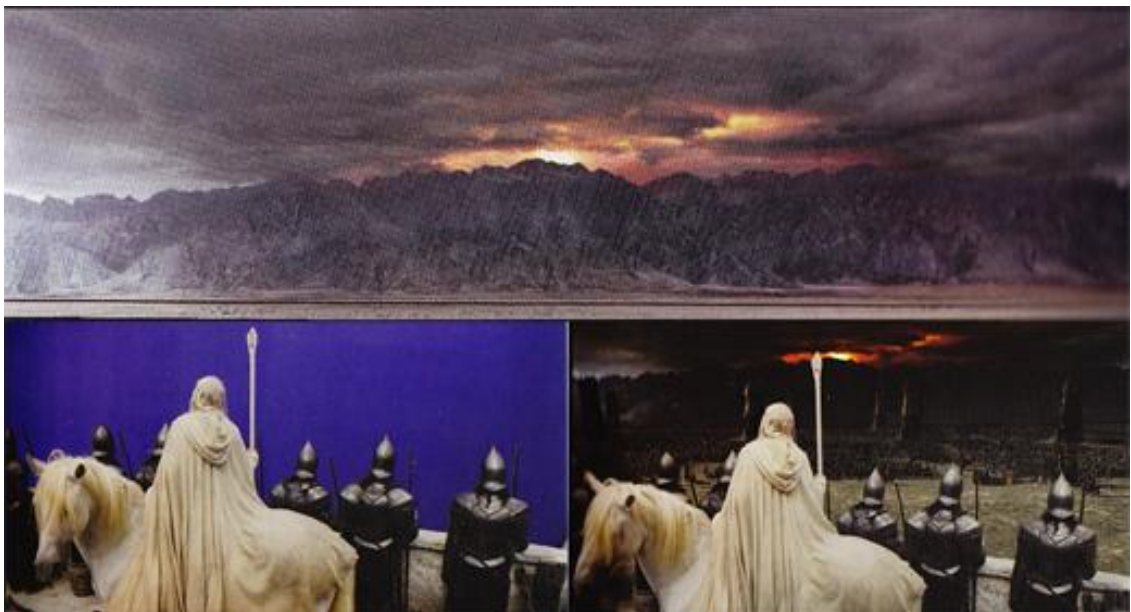
Matte-maalauksilla tarkoitetaan nykypäivänä kuvia, jotka on toteutettu yhdistelemällä erilaisia digitaalisia medioita yhdeksi kaksiulotteiseksi kokonaisuudeksi. On yleistä, että niiden toteuttamiseen käytetään esimerkiksi valokuvia, 3D-elementtejä ja artistin itse maalaamia pintoja. Näitä käytetään elokuvien taustoilla muodostamaan yhdessä elokuvan kanssa saumaton kokonaisuus. Matte-maalaukset onnistuvat, jos se toimii elokuvassa niin hyvin, ettei katsoja edes huomaa sen olemassaoloa. Lähes kaikki nykyään julkaistavista suuren budjetin elokuvista sisältävät matte-maalauksia. Vaikka elokuva ei aihepiirinsä vuoksi tarvitsisikaan digitaalisesti valmistettua grafiikkaa, voidaan sillä usein esimerkiksi tehdä kohtauksissa esiintyvistä rakennuksista suurempia.

## 2 Matte-maalauksen historia ja tyypit

### 2.1 Matte-maalauksen käyttötarkoitukset

Matte-maalaukset ovat kehittyneet todellisesta tarpeesta. Nykypäivän elokuvateollisuudella on käytettävissään satojen miljoonien eurojen budjetit, mutta siltikään ei ole aina viisasta kuvata kaikkia elokuvan kohtauksia paikanpäällä. Koko kuvauskaluston ja -henkilökunnan siirtäminen esimerkiksi kokonaan toiseen maahan vain muutaman otoksen tähden ei ole taloudellisesti viisasta. Joissakin tapauksissa – esimerkiksi fantasia- tai sci-fi-elokuvien osalta – haluttuja maisemia ei välttämättä ole edes olemassa. Tällaisissa tapauksissa on hyvä turvautua matte-maalauksiin, jotka toimivat lavasteiden jatkoina ja säästävät tuotannon vaatimaa rahaa. On yleistä, että kuvattua materiaalia yhdistetään matte-maalauksiin ja muihin erikoistehosteisiin; näin saavutetaan tarpeeksi uskottava lopputulos vakuuttamaan yleisö sen todellisuudesta.

Kuvassa 1 voidaan nähdä, kuinka bluescreenin edessä kuvattu kuvamateriaali on yhdistetty yläreunassa näkyvään matte-maalaukseen. Kuvan oikeassa alakulmassa on valmis video, johon eri erikoistehosteet on yhdistetty.



Kuva 1. Esimerkki matte-maalauksen mahdollisuuksista [1, s. 525–526].

Vanhoille, perinteisin menetelmin toteutetuille matte-maalauksille on tyypillistä, että ne on maalattu melko karkeasti ja ilmeikkäästi. Sama pätee jossain määrin myös nykyään tehtävien digitaalisten maalausten osalta. Vaikka läheltä tarkasteltaessa saattaa huomata, että maalaus ei ole tarkka kopio todellisuudesta, se onnistuu yleensä hämäämään elokuvan katselijaa. Matte-maalauksen vaatima tarkkuus vaihtelee riippuen sen merkityksestä otokselle. Maalauksen alueiden, joiden on tarkoitus toimia huomion keskipisteinä, on syytä sisältää enemmän informaatiota kuin muiden alueiden. Informaation määrää 2D-kuvassa voidaan pienentää, kun objektit siirtyvät kauemmaksi katsojasta, ja silti saada objektit näyttämään vakuuttavilta. Esimerkiksi kuvassa 2 maassa lojuvat lehdet on mallinnettu 3D-objekteina, sillä ne eivät näyttäisi vakuuttavilta pelkkinä 2D-kuvina. 3D-objektit sekoitetaan pikkuhiljaa kaksiulotteisiin kuviin, ja takalalle jäävät alueet, joihin katsoja ei kiinnitä huomiota, toteutetaan pelkästään kuvilla. [2.]

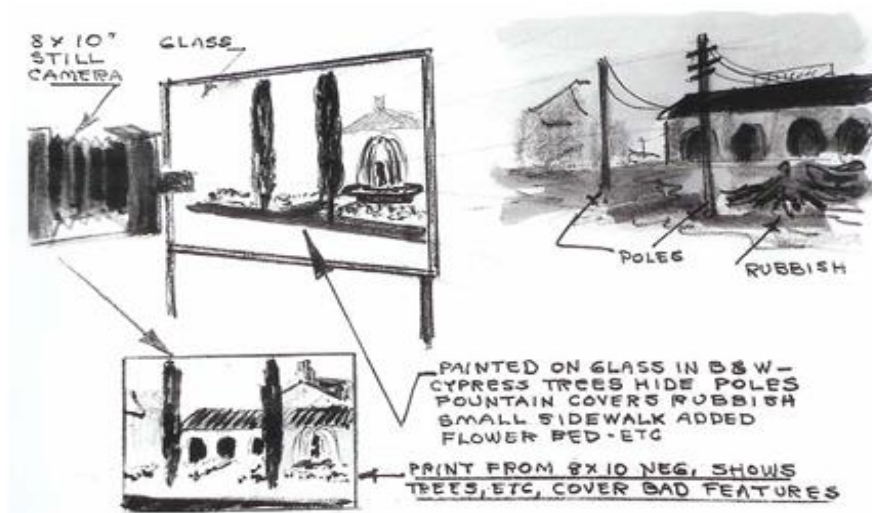


Kuva 2. Eri tekniikoin toteutettuja kappaleita elokuvassa Ice Age [2].

## 2.2 Perinteiset matte-maalaukset

Matte-maalauksen juuret ovat valokuvauksessa. Yleisesti matte-maalauksen isän ajatellaan olevan argentiinalainen elokuvaohjaaja Norman Dawn. Vuonna 1884 syntynyt Dawn oli kiinnostunut valokuvauksesta ja illuusioista. Näihin aikoihin myös

kehiteltiin ensimmäisiä liikkuvia kuvia. Vuonna 1905 21-vuotias Dawn sai työtehtäväkseen kuvata erään rakennuksen. Rakennuksen edessä pilaamassa otosta oli kuitenkin valopylväs. Dawn sai vihjeeksi, että vaivalloisen kuvan editoimisen sijaan hänen kannattaisi kokeilla asettaa lasilevy kameran ja rakennuksen väliin ja maalata pinnalle puu peittämään häiritsevä valopylväs. Kuvassa 3 vasemmalla näkyvällä kameralla kuvataan taustalla olevaa maisemaa. Väliin on asetettu lasi, jonka pinnalle haluttuihin kohtiin on maalattu korjauksia. Näin lopullisessa valokuvassa ei olisi valopylvästä, vaan maalattu puu. [3, s. 32.] Vaikka still-valokuvaajat olivat käyttäneet tätä tekniikkaa jo vuosia, Dawnin uskotaan olevan ensimmäinen, joka käytti sitä liikkuvaan kuvaan (elokuva California Missions, 1907) [4, s. 244].



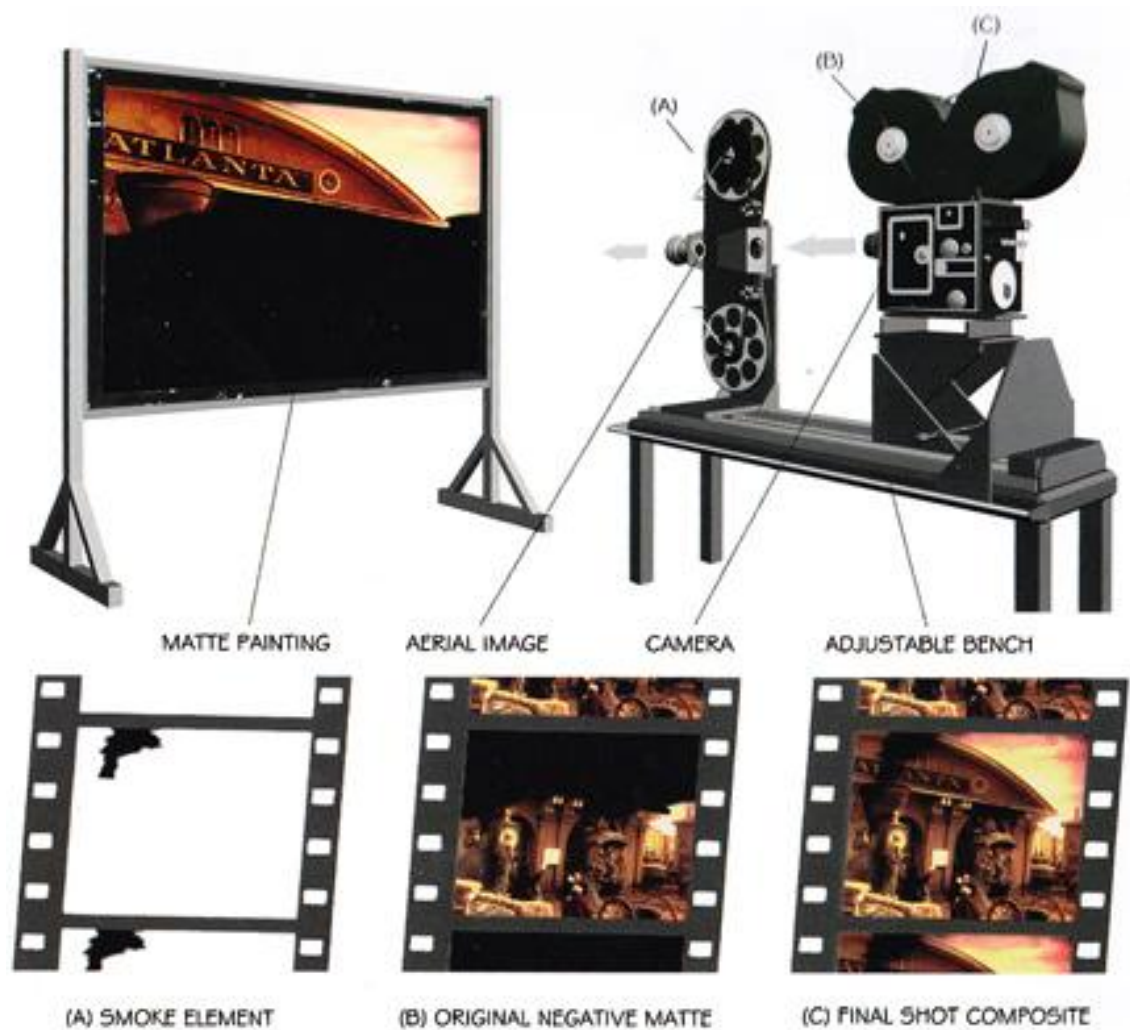
Kuva 3. Dawnin piirtämä kuva lasiotoksesta [3, s. 33].

Norman Dawn kehitti elokuvaansa *Story of the Andes* (1911) uuden menetelmän, jota kutsutaan alkuperäisen negatiivin matte-maalaukseksi (engl. original negative matte painting). Kuten aikaisemmassa tekniikassa tässäkin käytettiin kameran ja kohteen väliin asetettua lasilevyä. Se kuitenkin maalattiin osaksi mustalla värillä, jonka läpi ei päässyt valoa. Näin kuvatussa elokuvassa ei näkynyt muuta kuin alue, jota ei ollut peitetty mustaksi maalatulla lasilla. Tämän jälkeen samalle filmille kuvattiin matte-maalattu osa, tällä kertaa peittäen jo kuvattu videomateriaali näkyvistä. Lopputuloksena saatiin elokuva, jonka jokainen kohta oli valotettu vain kerran, mutta matte-maalauksen ja oikea kuvamateriaali yhdistyivät saumattomasti. Tämän tekniikan etuna oli, että artisti sai enemmän aikaa käyttöönsä. Aikaisempi tekniikka vaati kaiken toteuttamista kerralla paikan päällä eikä ollut kovin anteeksiantavainen virheiden suhteen. Suurena etuna oli



myös se, että koska kumpikin materiaali kuvattiin kerralla alkuperäiselle negatiiville, sen laatu oli erinomainen. [4, s. 246–248.]

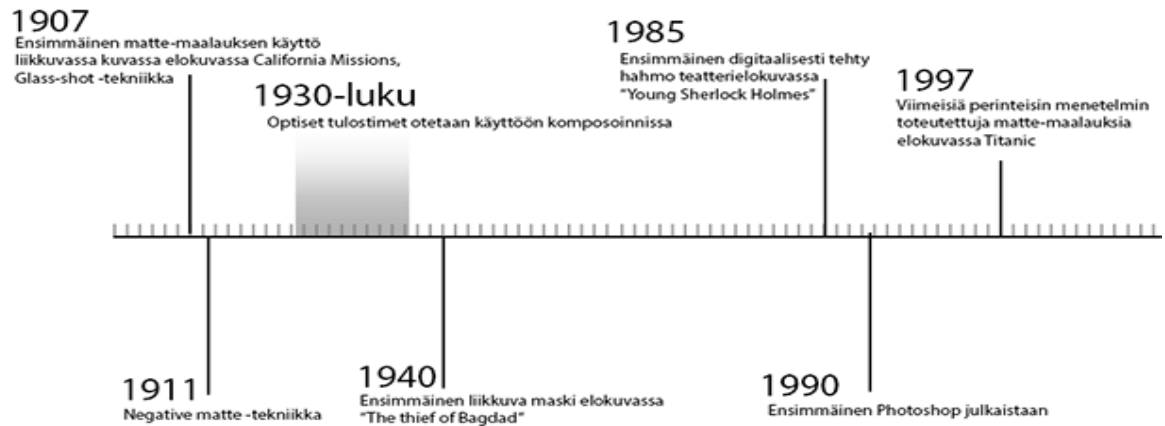
1930-luvulla elokuvien koostamiseen tulivat avuksi optiset tulostimet. Niitä oli käytetty jo 1920-luvulta alkaen tekemään pyyhkimis- ja hajoamisefektejä filmille, mutta nyt niille keksittiin uusi käyttötarkoitus. Optisella tulostimella projisoitiin suoraan kameraa kohti jo aikaisemmin valmistettua materiaalia ja näin saatiin aikaan monesta filmistä tehty komposiitti. Tämä yhdistettynä aikaisemmin käytettyihin lasimaalauksiin ja pienoismalleihin sai aikaan aikaisempaa parempia komposiitteja. [3, s. 64–65.] Kuvassa 4 voidaan nähdä toimintaperiaate, jolla optiset tulostimet yhdistettiin matte-maalauksiin. Kameran sisällä on aikaisemmin kuvattu videomateriaali negative-matte-tekniikalla. Samalle filmille kuvataan taustalla näkyvä matte-maalauksen ja optisen tulostimen kameraan ampuma videomateriaali savusta.



Kuva 4. Matte-maalauksen ja optisen tulostimen käyttö [1 s. 88].

Vuonna 1940 julkaistussa elokuvassa *The thief of Bagdad* käytettiin ensimmäisen kerran blue- ja greenscreeneihin verrattavaa teknologiaa. Sen avulla saatiin toteutettua ensimmäisiä matte-otoksia, joissa kuvaa rajaavan maskin täytyi liikkua (engl. travelling matte). [3, s. 72–74.] Koostamiskniikoiden ja filmien kehittyminen mahdollisti materiaalien paremman yhteensopivuuden ja filmille tallentuvien häiriöiden vähentämisen. Varsinaiset matte-maalaustekniikat pysyivät samanlaisia aina 1980-luvun alkuun asti, jolloin digitaaliset keinot alkoivat liittyä osaksi valmistusprosessia. Vuonna 1982 otettiin ensimmäisiä askelia kohti digitaalista elokuvantekoa, kun *Star Trek 2* -elokuvassa valmistettiin digitaalisia 2D-kuvia, jotka käärittiin 3D-objektien päälle. Vuonna 1985 digitaalinen editointi oli suuressa käytössä elokuvassa *Young Sherlock Holmes*. Perinteisin menetelmin toteutettu maalaus skannattiin tietokoneelle ja animoitiin digitaalisesti. Tapaus oli ensimmäinen, jossa digitaalisesti tehty hahmo oli mukana teatterielokuvassa. Kuvassa 5 voidaan nähdä matte-maalaukseen liittyviä

tärkeitä tapahtumia asetettuna aikajanelle. Norman Dawnin 1900-luvun alkupuolella kehittämät menetelmät olivat laajasti käytössä, ennen kuin digitaaliset menetelmät kehittyivät 1990-luvun alussa. [3, s. 64, 213.]



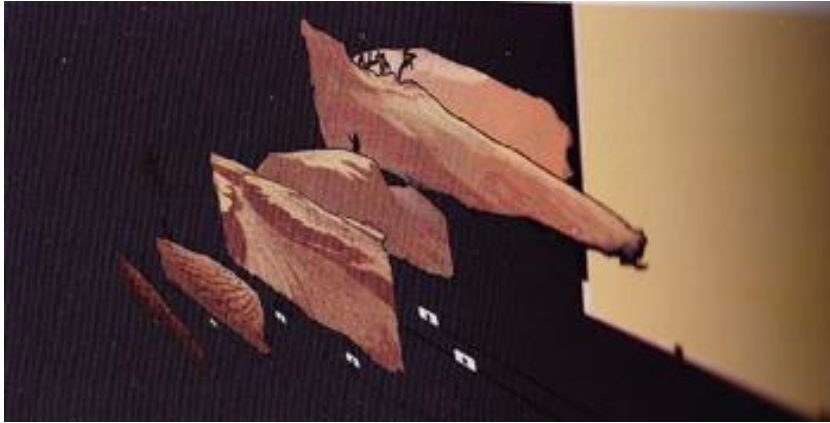
Kuva 5. Aikajana matte-maalaukseen liittyvistä tapahtumista [3, s. 19, 64–65, 72–74, 222; 4, s. 244, 246–248].

Digitaalinen kuvankäsittely ja filmieditointi tulivat laajaan käyttöön kuitenkin vasta 1990-luvun alussa, kun julkaistiin ensimmäinen Adobe Photoshop -ohjelma. Muun muassa erikoistehosteiden uranuurtaja Industrial Light & Magic alkoi käyttää ohjelmistoa ja Mac-tietokoneita vuonna 1991. Vuonna 1997 julkaistu *Titanic*-elokuva sisälsi vielä perinteisin menetelmin toteutettuja matte-maalauksia. [3, s.19, 221–222.]

### 2.3 Digitaalinen matte-maalauks

Nykyään kaikki matte-maalaukset toteutetaan digitaalisesti. Maalauksien toteutuksessa on käytössä lukuisia eri tekniikoita, ja niiden luokittelu on hankalaa. Usein matte-maalaukset toteutetaan kaksikulotteisina kuvina, vaikka tämä onkin nykyään siirtymässä yhtä enemmän yhdistelmäksi sekä kaksi- että kolmiulotteisia materiaaleja. Matte-artisti kokoaa kuvankäsittelyohjelmassa valokuvista ja muista 2D-kappaleista todentuntuisen kuvan ja maalaa myös itse tarvittavia alueita. Nykyaikaiset matte-maalaukset alkavat aina kaksikulotteisen kuvan kokoamisella. Tarkempaa olisi sanoa, että itse 2D-kuvaa kutsutaan matte-maalaukseksi; tätä maalausta voidaan sitten hyödyntää eri käyttötarkoituksiin.

Kuvankäsittelyohjelmassa toteutettujen matte-maalauksien eri tasoja (engl. layer) on mahdollista käyttää simuloimaan etäisyyttä ja parallaksia. Tämä tapahtuu liikuttamalla niitä tasoja, jotka ovat kauempana kamerasta vähemmän, kuin lähellä kameraa olevia objekteja. Näin saadaan tulos, jossa näyttäisi siltä kuin kamera liikkuisi. [1, s. 474.] Kuva 6 selventää tätä kolmiulotteisesti.

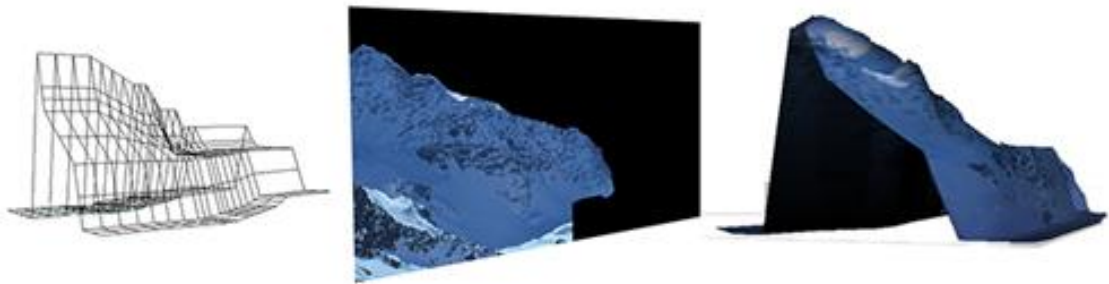


Kuva 6. Kaksiulotteisilla pinnoilla tehtävä animaatio [1, s. 474].

Kuvassa maiseman osia on asetettu tasoina peräkkäin. Tätä tekniikkaa on mahdollista käyttää kuvaamaan lähinnä kamera-ajoja, eikä se ole nykyään enää laajasti käytössä sen joustamattomuuden vuoksi.

## 2,5D-matte-maalaus

Maalattuja kaksiulotteisia kuvia on mahdollista saada näyttämään kolmiulotteisilta projisoimalla kuvat 3D-grafiikan päälle (engl. camera mapping). Tätä tekniikkaa käsitellään tässä insinööriyössä tarkemmin myöhemmin. Matte-artisti luo maalauksen perusteella 3D-ohjelmalla kolmiulotteisia kappaleita, jotka vastaavat muotonsa ja sijaintinsa puolesta maalauksen kappaleita. Projisoimalla näiden kappaleiden päälle grafiikkaa saadaan aikaan realistinen parallaksi. Tätä tekniikkaa kutsutaan usein 2,5D:ksi. Näin toteutetut animaatiot eivät kuitenkaan ole täysin kolmiulotteisia, mikä käy ilmi laajojen kameraliikkeiden aikana. Jos halutussa animaatiossa on laajoja kameraliikkeitä, se voidaan joutua toteuttamaan yhdistelemällä vielä muita tekniikoita matte-maalauksien lisäksi. [4, s. 263.] Kuva 7 selventää tätä toimintaperiaatetta. Vasemmalla näkyvän 3D-mallin päälle ammutaan kuvan keskellä näkyvä tekstuuri. Lopputuloksena saadaan kuvassa oikealla näkyvä malli.



Kuva 7. 2,5D:n toimintaperiaate.

Kameraprojisointi on levinnyt laajaan käyttöön matte-maalauksen luomisessa. Sen vahvuutena on, että käytettävä 3D-grafiikka on yksinkertaista ja kaksiulotteinen maalattu kuva sisältää kaiken tarvittavan informaation näyttävän maiseman luomiseksi. Tekniikassa on kuitenkin myös jonkin verran heikkouksia. Työnkulku vaatii paljon pohdiskelua ja etukäteen tehtyä suunnittelutyötä. Tämän vuoksi myöhemmin tehtävät suuret muutokset aiheuttavat ongelmia. [5, s. 28.] Ongelmia saattaa myös ilmetä, jos kohtauksessa on tarkoitus tehdä laajoja kameraliikkeitä. Niitä toteutettaessa saatetaan tarvita toinen maalaus paikkaamaan kohtia, jotka eivät toimi halutulla tavalla. Monia maalauksia käytettäessä niiden liitoskohdissa voi esiintyä ongelmia, kuten näkyviä rajoja. [5, s. 28.]

## Eri tekniikoiden yhdistelmät

Usein nykyisissä elokuvaotoksissa ei käytetä enää vain yhtä tekniikkaa, vaan ne ovat yhdistelmiä monista eri erikoistehosteista. Kohtauksissa käytetään usein esimerkiksi kuvattua materiaalia, maalattuja ja valokuvista muokattuja elementtejä, 3D-malleja, animoituja hahmoja sekä tietokoneella toteutettuja sää- ja valoeffektejä. [4, s. 263.]

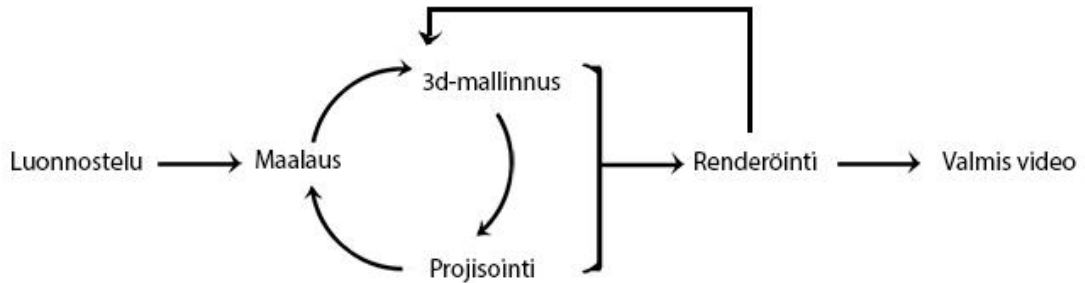
Kameraprojisoititekniikat soveltuvat hyvin kaukaisten kohteiden ja maisemien kuvaamiseen, mutta eivät toimi yhtä hyvin kappaleiden kanssa, jotka ovat lähellä kameraa. Tästä syystä on erittäin yleistä käyttää esimerkiksi etualalla kuvattua videomateriaalia yhdistettynä 3D-ohjelmissa luotuihin kappaleisiin samalla, kun otoksen tausta on valmistettu matte-maalaustekniikoilla. On yleistä, että matte-maalauksia yhdistetään green- ja bluescreenien edessä kuvattuihin videomateriaaleihin. Näiden tekniikoiden tarkoituksena on kuvata videomateriaalia käyttäen tapahtuman taustalla sellaista väriä, joka antaa myöhemmin mahdollisuuden erottaa ohjelmallisesti etu- ja taka-alan toisistaan. [6, s. 97.] Aidon kuvattun videomateriaalin yhdistäminen digitaalisesti koottuun materiaaliin on usein tärkeää, sillä sen rooli on yleensä olla huomion keskipisteenä. Pienikin kuvattu videomateriaali auttaa tuomaan uskottavuutta ja todentuntua koko otokseen.

Eri digitaalisten materiaalien yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi kutsutaan digitaalisesti komposoinniksi. Video- ja elokuvatuotannossa koostamisen tarkoituksena on yleensä saada videosta aidon ja uskottavan näköinen. [1, s. 2.] Tämän toteuttamiseen käytetään yleensä komposointiohjelmia kuten esimerkiksi jo alan melkein pä standardiksi muodostunutta NUKEn (<http://www.thefoundry.co.uk/>). Muita komposointiohjelmia ovat muun muassa Adoben After Effects, Blender ja eyeon Fusion. Koostamisohjelmat sisältävät tarvittavat työkalut materiaalien editoimiseen ja yhdistämiseen.

### 2.4 Digitaalisen matte-maalauksen työnkulku

Matte-maalauksen tekeminen on erittäin vaativaa, ja sen työstöprosessissa on monia vaiheita. Tämän vuoksi on syytä edetä järjestelmällisesti, sillä virheiden korjaaminen vie aikaa ja hätiköimisen seurauksena tulee usein tehtyä turhaa työtä. Tässä insinööriyössä esitettävä työnkulku ei välttämättä sovellu kaikkiin projekteihin, mutta se

pyrkii kuvaamaan työtapaa, jonka avulla voidaan minimoida turhaa työtä ja saavuttaa optimaalinen lopputulos. Kuvassa 8 voidaan nähdä esimerkki siitä, miten kameraprojisoidun matte-maalauksen toteuttaminen saattaisi edetä.



Kuva 8. Matte-maalauksen projisoinnin eteneminen [7; 8].

Luonnosteluvaiheen jälkeen on todennäköistä, että varsinkin kokemattomammat matte-artistit joutuvat siirtymään ohjelmien ja työvaiheiden välillä saavuttaakseen halutun lopputuloksen. Renderöintivaiheessa saattaa paljastua uusia ongelmia, joiden vuoksi voi joutua tekemään vielä lisää työtä.

### Konseptointi

Matte-maalauksen toteuttaminen alkaa yleensä niin kutsutun konseptitaiteen tekemisellä. Konseptitaiteen tarkoituksena on esitellä maalaukseen liittyviä ideoita ja ajatuksia konkreettisella tasolla sekä selventää toteutettavaa kohtausta. Konseptitaide jätetään yleensä melko viimeistelemättömälle tasolle, sillä sitä ei tulla käyttämään valmiissa otoksessa. Sen toteuttaminen alhaisella tasolla pitää artistin avoimena uusille ajatuksille ja ratkaisuille ja mahdollistaa nopean työskentelyn.

Konseptitaiteen avuksi valmistetaan usein pohja (engl. plate.) Pohjan tarkoitus on toimia perustana rakennettavalle matte-maalaukselle, ja sen luonne vaihtelee maalauksen tarkoituksiperästä ja siihen liittyvän projektin tilanteesta riippuen. Joskus maalaukset aloitetaan nopeasti tehdyn luonnoksen – tai mahdollisuuksien salliessa esimerkiksi jo kuvatun videomateriaalin – päälle. Pohja auttaa matte-artistia kokonaisuuden rakentamisessa ja tarjoaa paljon työtä nopeuttavaa informaatiota muun muassa värin, perspektiivin ja valon suhteen. [7.] Jos matte-maalauksen pohjana toimii aikaisemmin kuvattu video, kannattaa sen pohjaksi valita videosta niin sanotusti paras

kuvaruutu (engl. frame). Tämä on se ruutu, joka näyttää mahdollisimman paljon kaikista pinnoista, jotka maalauksessa tulee olla. Näin tehtäessä varmistetaan, että tekstuuri asettuu paikalleen mahdollisimman hyvin ja venymiset saadaan minimoitua. Tämä ruutu on usein animaation keskellä. [6, s. 586.]

On hyödyllistä, jos lopullisen animaation kameraliikkeistä ollaan jo tässä vaiheessa selvillä. Näin säästetään turhaa työtä, kun maalauksesta voidaan toteuttaa vain ne alueet, jotka ovat relevantteja animaation kannalta. [7.]

### 3D-mallinnus ja kameraliike

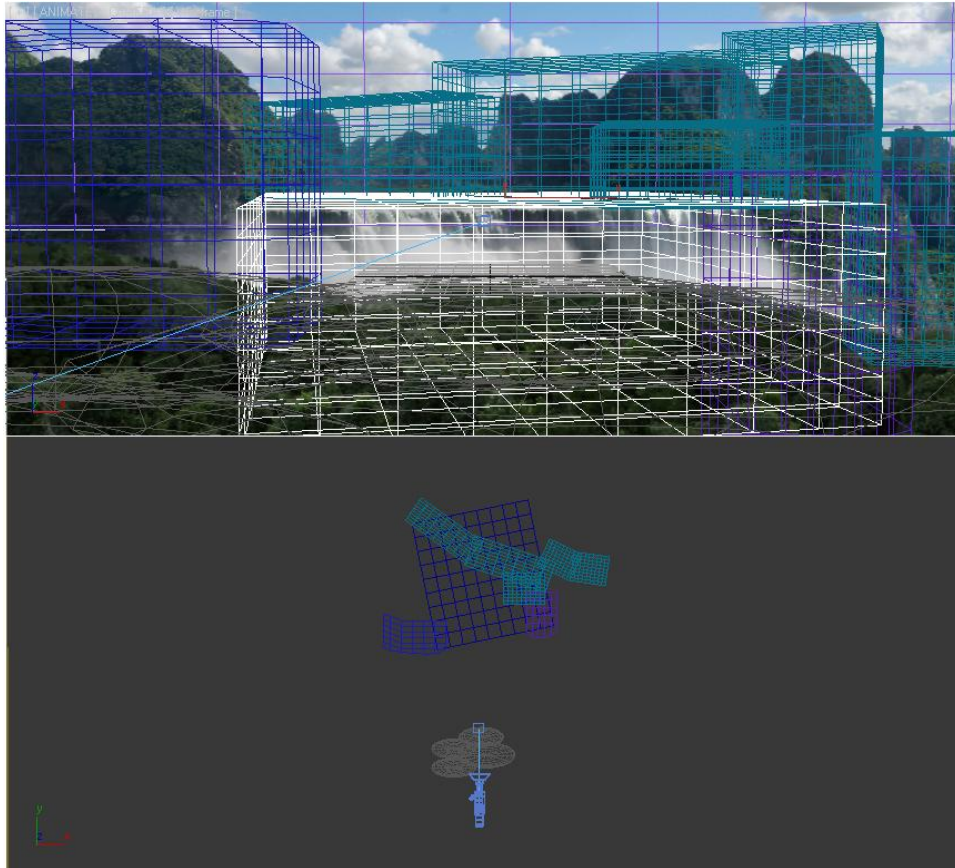
Konseptitaiteen avulla tehtävän alustavan animaation tarkoituksena on luoda karkea kameraliike. Animaation luomisessa ajatuksena on rakentaa 3D-ohjelmalla malli, joka suhteiltaan muistuttaa matte-maalausta, jonka kappaleet on asetettu kolmiulotteiseen maailmaan. 3D-ohjelmissa grafiikan projisointi tehdään käyttämällä kameroita. [8.]

3D-ohjelman työalueelle asetettu kamera tulee olemaan se piste, josta maalauksen grafiikka heijastetaan 3D-kappaleiden päälle (engl. camera mapping). Tarkoituksena on luoda kappaleita, joiden pinnalle valmistettu maalaus projisoidaan. Kappaleiden vaatima tarkkuus vaihtelee riippuen niiden sijainnista. Lähempänä kameraa olevat kappaleet vaativat usein suurempaa polygonimäärää ja tarkempaa mallinnusta kuin kaukana olevat kappaleet. Teknisistä syistä johtuen polygonimäärää ei kuitenkaan kannata jättää liian alhaiseksi, sillä se voi saada aikaan vääristymiä, kun tekstuuri ei asetu kappaleen pinnalle oikein. Suuremmat polygonimäärät mahdollistavat samalla myös kappaleiden tarkemman muotoilun. Mitä tarkemmin kappaleet saadaan kuvaamaan maalausta, sitä uskottavampi kolmiulotteinen tunnelma on mahdollista saavuttaa. Jos itse maalauksessa on käytetty 3D-ohjelmalla renderöityjä kappaleita, voidaan samoja kappaleita käyttää myös maalauksen heijastuspintoina, jolloin saadaan perspektiivin suhteen optimaalisin tulos. [8.]

Käsitlemättömiä kaksikulotteisia tasoja (engl. plane) kannattaa lähinnä käyttää kuvaamaan kappaleita, jotka ovat kaukana kamerasta. Tällaisia ovat keski- ja taka-alan kappaleet. Lähempänä oleviin kappaleisiin vaikuttaa niin suuri parallaksi, että yksinkertainen pinta ei riitä kuvaamaan niiden tarkkuutta. [8.] Kuvassa 9 nähdään, kuinka kolmiulotteisia kappaleita on asetettu 3D-ohjelmaan vastaamaan maiseman kappaleita. Kuvan alaosassa nähdään asetetut kappaleet ylhäältä kuvattuna. Kaikki



kuvassa näkyvät kappaleet ovat niin lähellä kameraa, että niiden kuvaamiseen tarvitaan tasoa monimuotoisempia kappaleita. Taustalla näkyvä taivas on niin kaukana, että se on mahdollista toteuttaa käyttämällä pelkkää kaksikulotteista tasoa.



Kuva 9. 3D-ohjelmaan asetettuja kappaleita.

Jokaiselle 3D-kappaleelle luodaan oma materiaali, jossa käytetään tekstuurina siihen sopivaa matte-maalauksesta leikattua osaa. Maalauksesta tehdään kuvatiedosto, joka on koko maalauksen kokoinen, mutta siinä näkyy ainoastaan halutun kohdan tekstuuri. [8.]

Verrattuna tavallisiin 3D-malleihin, jotka voivat koostua miljoonista polygoneista, matte-maalauksien vaatimat kappaleet ovat erittäin pieniä; on tavallista, että kappaleet liikkuvat enintään sadoissa polygoneissa. Alhaisen polygonimäärän vuoksi maalaus on nopea renderöidä ulos 3D-ohjelmasta. Kaikki informaatio muun muassa valosta, varjosta ja tekstuurista on maalattu käsin itse matte-maalaukseen. Myös tästä syystä renderöinti on erittäin nopeaa, sillä 3D-ohjelmien sisäänrakennetut valon ja varjon simuloinnit ovat erittäin raskaita ja käytettäessä pidentävät renderöintiäikää

huomattavasti. Ne soveltuvat hyvin muuhun käyttöön, mutta eivät ole tarpeen työskenneltäessä matte-maalauksien kanssa. [8.]

#### Lopullisen matte-maalauksen luonti

Varsinaisen matte-maalauksen työstäminen on aikaa vievä prosessi, sillä maalauksen on tarkoitus olla niin uskottava kuin mahdollista, jotta se saataisiin näyttämään realistiselta lopullisessa kohtauksessa. Maalauksen kuvakoko vaikuttaa siihen, millaisia ratkaisuja maalauksen toteutuksessa voi käyttää. Pienemmissä kuvako'oissa on mahdollista maalata enemmän käsin, kun puolestaan esimerkiksi 2k-resoluutiolla on syytä käyttää enemmän valokuvareferenssejä tai ohjelmia kuten Vue (<http://www.e-onsoftware.com/>), jota käytetään 3D-maisemien ja -kasvien luomiseen. Maalaus kannattaa tehdä noin kaksi kertaa suuremmaksi kuin lopullisen käyttökohteen kuvakoko. Jos lopullisen videon kuvakoon on tarkoitus olla esimerkiksi 2k (2048 × 1080 pikseliä), on maalaus syytä maalata ainakin 4k:n (4096 × 2160 pikseliä) kokoiseksi. [7.]

Matte-maalauksen pääkäyttökohde elokuvissa on niin kutsuttu establishing shot (laaja yleiskuva) [7]. Tämä otos näytetään yleensä kohtauksen alussa, ja sen tarkoitus on esitellä ympäristöä ja kertoa tarinaa. Establishing shot -otokset kestävät yleensä noin kolmesta neljään sekuntia. Tämä on pidempi aika, kuin mitä useimmat erikoistehosteet saavat osakseen, ja otoksen pituuden vuoksi maalauksen täytyy olla erittäin uskottava. Jos kuva ei ole vakuuttava, muutkaan kohtauksen hyvin toteutetut elementit eivät yleensä kykene pelastamaan tilannetta. [4, s. 254; 7.] Tästä syystä on erittäin tärkeää, että näiden muuttaman sekunnin aikana katsojan huomio saadaan kiinnitettyä otoksen kannalta oleellisiin kohtiin. Joka maalauksessa on yleensä kohta, joka on tarkoitettu huomion keskipisteeksi (engl. focal point). Se on yleensä kohtauksen se paikka, johon katsojan halutaan kääntävän katseensa. On syytä välttää luomasta kohtia, jotka saattaisivat toimia toissijaisina huomion kaappaajina. [7.]

Maalausta tehtäessä on suositeltavaa käyttää niin paljon valokuvareferenssejä kuin mahdollista. Ne säästävät aikaa ja auttavat saamaan maalauksesta realistisen näköisen. Valokuvia valittaessa on pidettävä huolta siitä, että kuvissa on samanlaisia piirteitä, kuin mitä on suunniteltu lopulliseen matte-maalaukseen. Työ helpottuu huomattavasti, jos pohjalle on mahdollista saada valokuva, johon voi perustaa esimerkiksi valaistuksen tai perspektiivin. Onnistunutta ja tarkoituksenmukaista maalausta on kuitenkin harvoin mahdollista tehdä pelkästään valokuvia käyttämällä.

Usein nämä valokuvat vaativat editoimisen lisäksi myös paljon maalaamista, jotta tuloksesta saataisiin uskottava. Kuvat, joissa on tuttuja elementtejä mielletään helposti todentuntuiseksi. Jos kuvassa on asioita, joita katsoja on tottunut näkemään, ne näyttävät helpommin realistisilta. Tätä on mahdollista käyttää hyväksi muun muassa tilanteissa, joissa asioiden koko halutaan välittää selvästi katsojalle. Jos esimerkiksi kuvaan halutaan luoda erittäin suuria sci-fi-tyylisiä rakennuksia, voidaan niiden uskottavuuteen vaikuttaa asettamalla viereen tavallisia rakennuksia. Katsojalla on hyvä mielikuva siitä, minkä kokoisia nämä rakennukset ovat. Näin ollen hän ymmärtää tulkita viereisen melkein epäluonnollisen rakennuksen koon oikein ja uskoo sen helpommin osaksi todellista maailmaa. [7.]

Maalausta työstettäessä kannattaa koko kuvaan keskittyä yhtäaikaisesti ja pitää huolta siitä, että koko kuvan laatu nousee tasaisesti. Jos artisti tekee kuvan alueita yksi kerrallaan ja vie ne heti lopulliselle tasolle, on mahdollista, että aika loppuu kesken. [7.] Tämän lisäksi kuvan laatu usein kärsii. Jos kappaleita työstetään yksittäin luonnosteluvaiheesta lopulliseen muotoonsa, on todennäköistä, etteivät eri alueet lopussa näytä yhteensopivilta.

### 3 Matte-maalauksen konseptointi ja esivalmistelu

Insinööriyöprojektin tarkoitus oli selvittää, kuinka matte-maalaukset toteutetaan käytännössä ja millaisia ongelmia sen toteutuksessa mahdollisesti esiintyisi. Lopputuloksessa pyrittiin saamaan aikaan niin ammattimainen matte-maalaukset kuin mahdollista sekä pelkkänä kaksiulotteisena kuvana että myös 3D-objekteille projisoituna kameraliikeanimaationa. Käyttämällä aikaisemmin opittuja taitoja ja tässä insinööriyössä esitettyjä tekniikoita pyrittiin mahdollisimman todentuntuiseen lopputulokseen. Ennen projektin toteutusta aikaisempaa kokemusta kameraprojisoinnista ei ollut. On syytä mainita, että matte-maalaukset ja kameraprojisointi ovat vain yksi alan tapa toteuttaa tämänkaltaista materiaalia. Uskottavimman tuloksen saa usein yhdistämällä eri ohjelmia ja tekniikoita. Suurissa elokuvaprojekteissa tämä saattaisi tarkoittaa esimerkiksi seuraavien materiaalien käyttöä:

- greenscreenin edessä kuvattu videomateriaali
- kameraprojisoinnin avulla toteutettu matte-maalaukset
- 3D-objektit
- muut jälkikäsitellyssä lisättävät erikoistehosteet.

Tässä insinööriyössä keskitytään pelkästään kaksiulotteisen maalauksen toteutukseen ja sen projisoimiseen 3D-grafiikan päälle.

Projektin toteutuksessa käytössä oli seuraavat välineet:

- Adobe Photoshop Creative Suite 6 -ohjelma kaksiulotteisen grafiikan toteutukseen
- Autodesk 3ds Max 13,0 SP1 Student edition -ohjelma 3D-mallinnukseen ja kameraprojisointiin
- Wacom Intuos 4 M -kokoinen piirtopöytä

- Adobe Premiere Pro Creative Suite 5 -ohjelma videoeditointiin
- Adobe After Effects Creative Suite 5 -ohjelma erikoistehosteisiin.

### 3.1 Konseptointi ja luonnostelu

Projektissa haluttiin toteuttaa matte-maalauksia, joka toimii sekä kaksiulotteisena että 3D-objekteille projisoituna versiona. Tästä syystä luonnosteluvaiheessa pääajatuksena oli, että maalaus tulisi toteuttaa tavalla, jolla syvyysvaikutelma saataisiin maksimoitua. Kuvalle asetettiin seuraavanlaisia vaatimuksia:

- Kuvassa täytyy olla suuria etäisyyksiä.
  - Koska projektissa haluttiin toteuttaa animaatio, jossa syvyysvaikutelma käy selvästi ilmi, tuli pitää huolta siitä, että maalauksen kappaleiden välillä olisi tarpeeksi suuria etäisyyksiä.
- Kuvassa täytyy olla mahdollisuus atmosfääriefekteille.
  - Erilaiset atmosfääriefektit lisäävät kuvan syvyysvaikutelmaa ja saavat aikaan dramaattisuutta ja eloa. Esimerkiksi pienet liikkeet pilvissä saavat kuvan helposti vaikuttamaan todelliselta.
- Kuvassa ei saa olla objekteja, jotka vaatisivat animaation tekemistä 3D-ohjelmassa.
  - Projekti on rajattu käsittelemään matte-maalauksia lähinnä 2D-kuvana ja projisoituna grafiikkana. Sellaisia kohteita kuin esimerkiksi vesiputouksia olisi vaikea toteuttaa käyttämällä pelkkää 2D-kuvaa vaan ne vaatisivat animointia 3D-ohjelmalla näyttääkseen realistisilta.
- Kuvassa täytyy olla kohtalaisen yksinkertaisia kappaleita.
  - Jotta animaatiosta saataisiin mahdollisimman realistinen, 3D-kappaleet täytyi mallintaa mahdollisimman tarkasti maalauksen kappaleiden

mukaisiksi. Tästä syystä maalauksen tulisi sisältää kohtalaisen yksinkertaisia asioita. Maalausta voisi muuttaa monimutkaisemmaksi vielä myöhemmin, jos kävisi ilmi, että sen mallinnus on helppoa.

- Ulkoasuun täytyy löytyä valokuvareferenssejä.
  - Maalauksen ulkoasu täytyi valita niin, että internetistä oli mahdollista löytää sen perspektiiviin ja yleiseen luonteeseen sopivia referenssejä. Maalauksen teeman voisi toki valita myös niin, että kuvat saisi otettua itse. Tämä on optimaalista, sillä näin voi olla varma, että kuvat ovat juuri sellaisia, kuin maalaus vaatii. Projektissa haluttiin kuitenkin toteuttaa matte-maalaus, johon ei ollut mahdollista ottaa omia valokuvareferenssejä. Tästä syystä projektissa turvauduttiin internetistä löytyviin kuvamateriaaleihin.

#### Konseptitaide

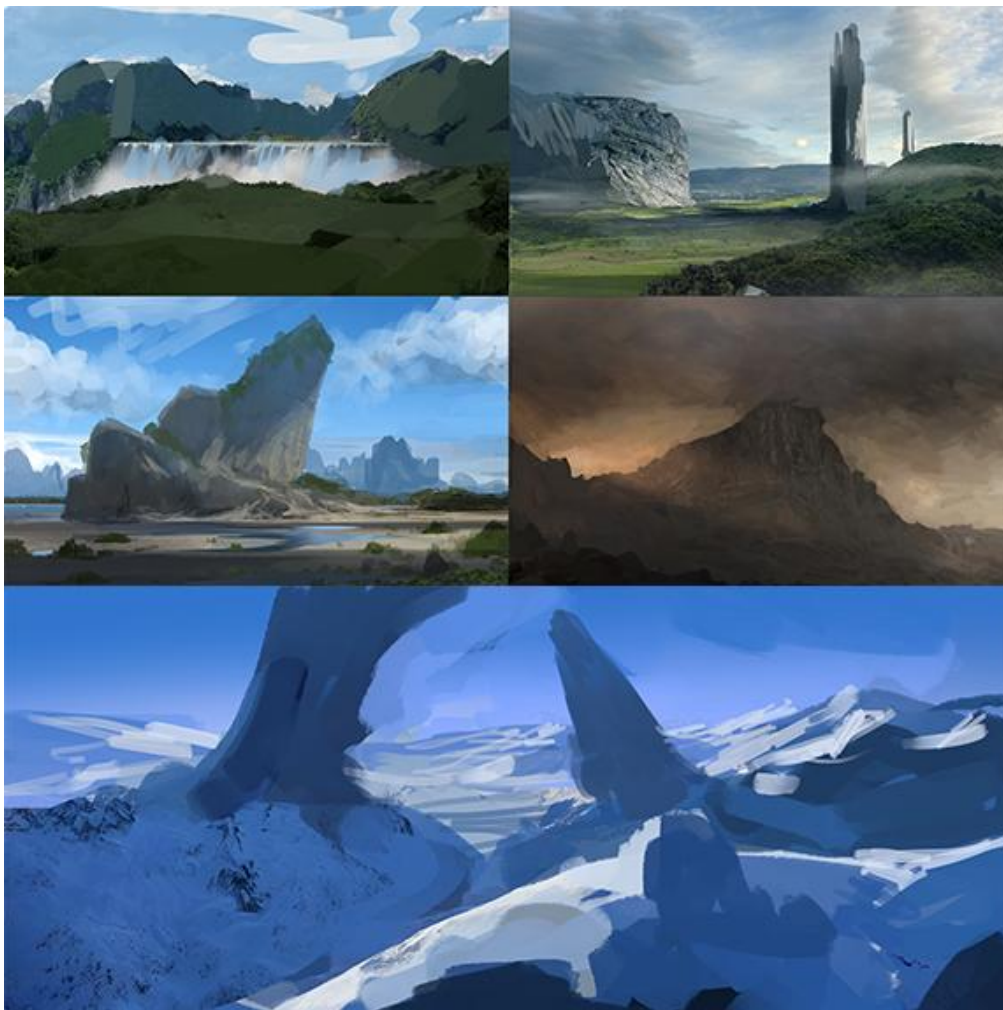
Maalausta lähdettiin luonnostelevaan ilman selvää kuvaa sen teemasta. Tarkoituksena oli luoda laajalinssinen elokuvamainen maalaus, joka esittelisi ympäröivän maiseman. Kokonaisuuksien maalaamisen kannalta on aina suotavaa aloittaa luonnostelu tekemällä pieniä – usein noin postimerkin kokoisia – hahmotelmia kuvasta (engl. thumbnailing). Tämä tekniikka mahdollistaa artistin keskittymisen kuvan onnistumisen kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin, kuten massaan, valoon ja perspektiiviin. Kuvassa 10 näkyy muutamia aikaisessa työskentelyvaiheessa tehtyjä luonnoksia. Kuvat on maalattu Adobe Photoshopissa käyttämällä piirtopöytää. Kuvassa alhaalla vasemmalla näkyvä suurempi luonnos on yksi lopullisen version valmistelussa käytetty kuva.



Kuva 10. Ensimmäisiä luonnoksia matte-maalauksen ulkoasusta.

Konseptikuvissa pyrittiin pitämään perspektiivit kohtalaisen lähellä ulkoasua, mikä saavutetaan elokuvateollisuuden käyttämällä kameralinsseillä. Kuvien tarkoituksena oli tutkia, mitkä sommitelut toimisivat parhaiten, jotta haluttu tunnelma saataisiin esille ja maalauksesta saataisiin mielenkiintoisen näköinen. Kuvissa käytettiin vain neljää harmaansävyä, sillä se on riittävä määrä sommittelun ja perspektiivin tutkimiseksi. Näin tehtäessä ei vielä tarvitse uhrata ajatusta maalauksen väreille. Jokaisen luonnoksen vaatima aika vaihteli noin minuutista viiteen minuuttiin. Tämä prosessin vaihe on tärkeä, jos ei ole vielä kovin selvää kuvaa siitä, millainen sommitelma maalauksessa tulisi olla.

Soveltuvien hahmotelmien löydettyä siirryttiin jalostamaan ideoita hieman pidemmälle. Luonnoksista valittiin muutama versio, joiden perusteella luotiin tutkielmia keskittymällä väreihin ja kehittämällä ideoita. Ne voidaan nähdä kuvassa 11. Kuvassa alimpana nähdään valittu versio.



Kuva 11. Eri ideaversioita. Lopullinen valittu kuva on alimpana.

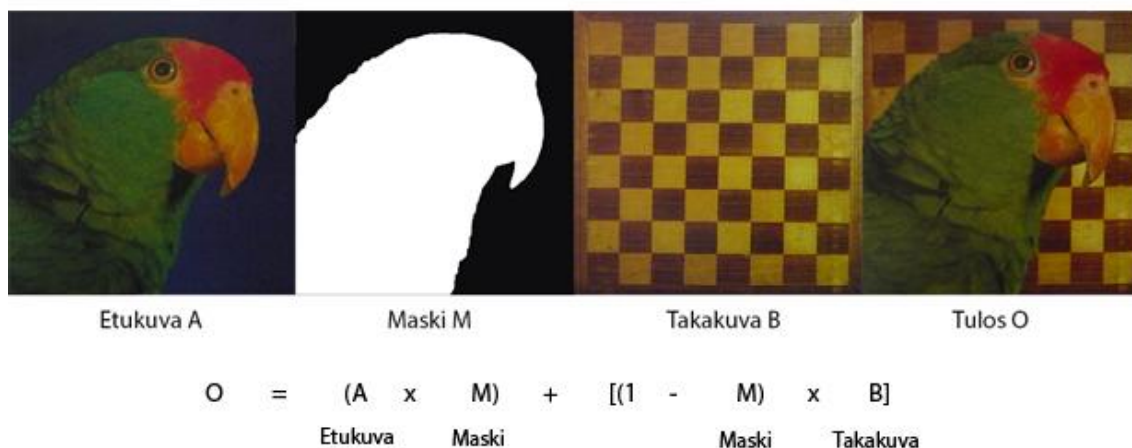
Väriluonnoksen tekemiseen käytettiin muutamia tunteja. Tarkoituksena oli tehdä maalaus niin tarkaksi, että sitä olisi mahdollista käyttää kameraliikkeen mallina. Luonnoksen pohjalle asetettiin muutamia vuoristomaisemien kuvia, joiden avulla lähdettiin rakentamaan aikaisempien konseptien perusteella lopullista luonnosta. Vuoret pyrittiin maalaamaan kaikki omille layereilleen, jotta niiden käyttäminen animaatiossa olisi myöhemmin helppoa. Tärkeintä oli pitää huolta siitä, että maalauksen sommittelu toimisi kokonaisuutena ja että valo ja värit näyttäisivät realistisilta.

Kun luonnoksen ulkoasuun oltiin tyytyväisiä, irrotettiin jokaisen kappaleen layerit omiksi tiedostoikseen. Jokaiselle kuvatiedostolle luotiin myös maski. Se on kuva, jonka avulla osa kuvasta saadaan asetettua näkymättömiin. Maskeihin usein liitetään myös matte-termi ja tästä termistä matte-maalaukset ovatkin saaneet nimensä [1, s. 154].



Epäselyyden välttämiseksi niitä kutsutaan tässä insinööriyössä kuitenkin maskeiksi, ja matte-termi varataan ainoastaan matte-maalauksille. Maskit ovat tavallisia kuvia, mutta poikkeavat käyttötarkoitukseltaan. Ne ovat yleensä yhden värikanavan harmaasävykuvia, joiden pikseleiden tummuusarvot kertovat, kuinka suuri läpinäkyvyys kyseisen kohdan tulisi saada osakseen. Valkoisella värillä merkitty alue näytetään, ja mustalla merkityt alueet muuttuvat näkymättömiksi. Myös mustan ja valkoisen väliarvot toimivat; keskiharmaalla merkitty alue on puoliksi läpinäkyvä. Maskit voidaan liittää osaksi tavallista kuvatiedostoa neljänneksi kanavaksi. (R-, G- ja B-kanavien lisäksi). Näin tehtäessä kuvan mukana kulkeutuu läpinäkyvyyssinformaatio. Liitettäessä osaksi kuvatiedostoa tätä maskia kutsutaan usein alfakanavaksi (engl. alpha channel). [1, s. 154–155.]

Alfakanavan avulla voidaan yhdistää monia kuvia keskenään. Eräs usein käytetty yhdistämisoperaatio on niin kutsuttu Keymix, jossa kaksi kuvaa yhdistetään toisiinsa. [1, s. 156]. Kuvassa 12 nähdään, kuinka operaatio toimii. Vasemmalla näkyvä papukaija yhdistetään ruutukuviiseen taustaan, joka näkyy kuvassa toisena oikealta. Mustavalkoinen kuva kertoo operaatiolle, mikä osa papukaijasta pitäisi näyttää ja mikä jättää pois. Yhdistetty kuva näkyy oikealla.



Kuva 12. Kaksi kuvaa yhdistetään toisiinsa käyttämällä maskia [1, s.150, 155, 156].

Kun projektin kuvia käytettiin projisioituina tekstuureina, kappaleiden ympärille jäi kuitenkin näkyviin ohut valkoinen reuna. Tämä johtui siitä, että tekstuurin ja alfakanavan välistä vuoti läpi kuvan aluetta, jossa ei ollut lainkaan väriä. Ongelma

ratkaistiin käyttämällä internetistä löydettyä AlphaUtility Photoshop -toimintopakettia (<http://docs.unity3d.com/Documentation/Images/manual/AlphaUtility.atn.zip>). Kuvassa 13. nähdään kasvit, jotka halutaan saada näkyviin alfakanavan avulla. Oikealla näkyviin kasveihin on käytetty AlphaUtility-paketin dilate-toimintoa, joka kopioi layerin lukuisia kertoja siirtäen hieman jokaista layeria. Kun alfa-kanava tehdään ensimmäisen kuvan muotoiseksi käyttämällä tekstuurina kuitenkin oikeanpuolimmaista kuvaa, päästään eroon alfakanavan alta vuotavasta väristä.



Kuva 13. AlphaUtility-toimintopaketin vaikutus [9].

Lopuksi nämä tiedostot tallennettiin TIFF-päätteisinä. Varsinainen tekstuuri ja alfakanava voidaan myös irrottaa omiksi tiedostoikseen, mutta projektissa päädyttiin käyttämään TIFF-tiedostoja, jotka mahdollistavat alfa-kanavan ja tekstuurin liittämisen samaan tiedostoon.

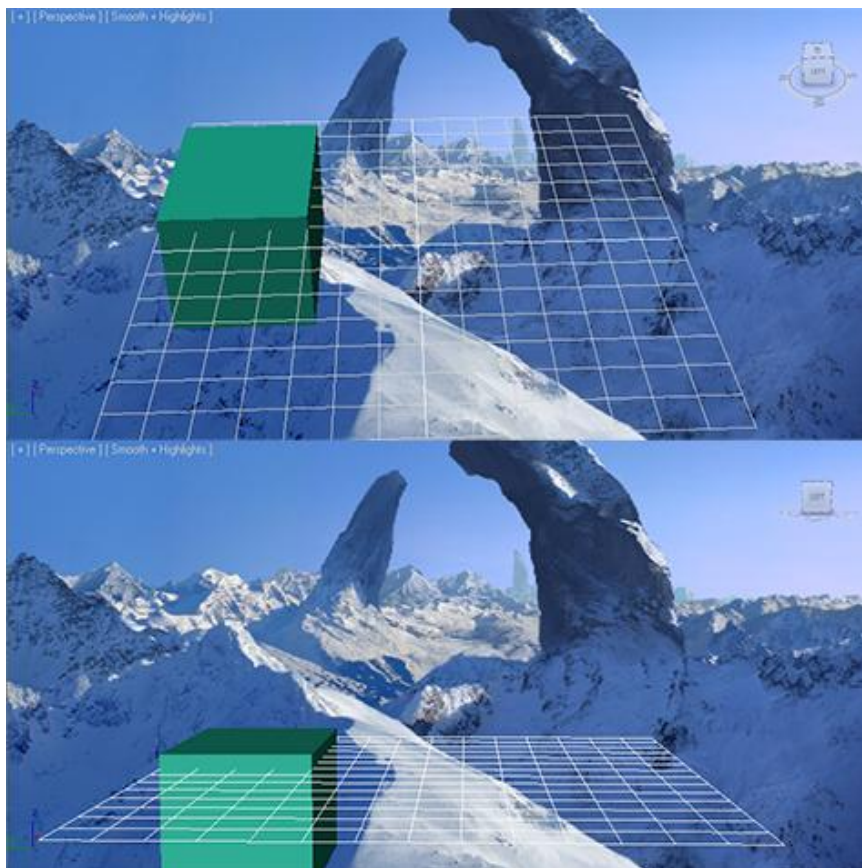
Konseptointivaiheeseen aikaa kului yhteensä noin 10 tuntia.

### 3.2 Kamera ja teksturointi

Kameraprojektiota toteutettaessa 3D-ohjelmaan luodaan kamera, josta tekstuuri heijastetaan mallinnettujen kappaleiden päälle. Tämä kamera simuloi oikeaa kameraa, ja sille voidaan asettaa haluttu linssikoko. Animaatiosta haluttiin tehdä laajakuvamainen elokuvaotos. Tällä perusteella linssikooksi valittiin 35 mm, jolla laajakulmainen otos saavutetaan mutta vältetään suuremmilta vääristymiltä kuvan reunoilla. Linssikoko on erittäin merkityksellinen, sillä se vaikuttaa siihen, millainen perspektiivi kuvaan muodostuu. Tästä syntyi hieman ongelmia, sillä luodun maalauksen kuvitteellisen linssikoon ja kameran linssikoon täytyy olla sama, jotta animaatiotilanteessa syvyysvaikutelma näyttää realistiselta. Maalaus täytyi toteuttaa siis niin, että se

näyttäisi samalla linssikoolla kuvatulta. Tämä on helppoa, jos maalauksen pohjana käytetään kuvaa, jonka linssikoko on tiedossa; optimaalisessa tilanteessa tämä kuva on otettu suoraan videosta, johon matte-maalausta tehdään. Kaikki nykyaikaiset digitaalikamerat tallentavat linssikoon kuvanottohetkellä kuvan metatietoihin, josta se on helppo saada myöhemminkin selville. Koska projektin maalaus koottiin eri kuvareferensseistä, joissa ei ollut tallennettua metatietoa, perspektiiviä jouduttiin arvioimaan silmämääräisesti.

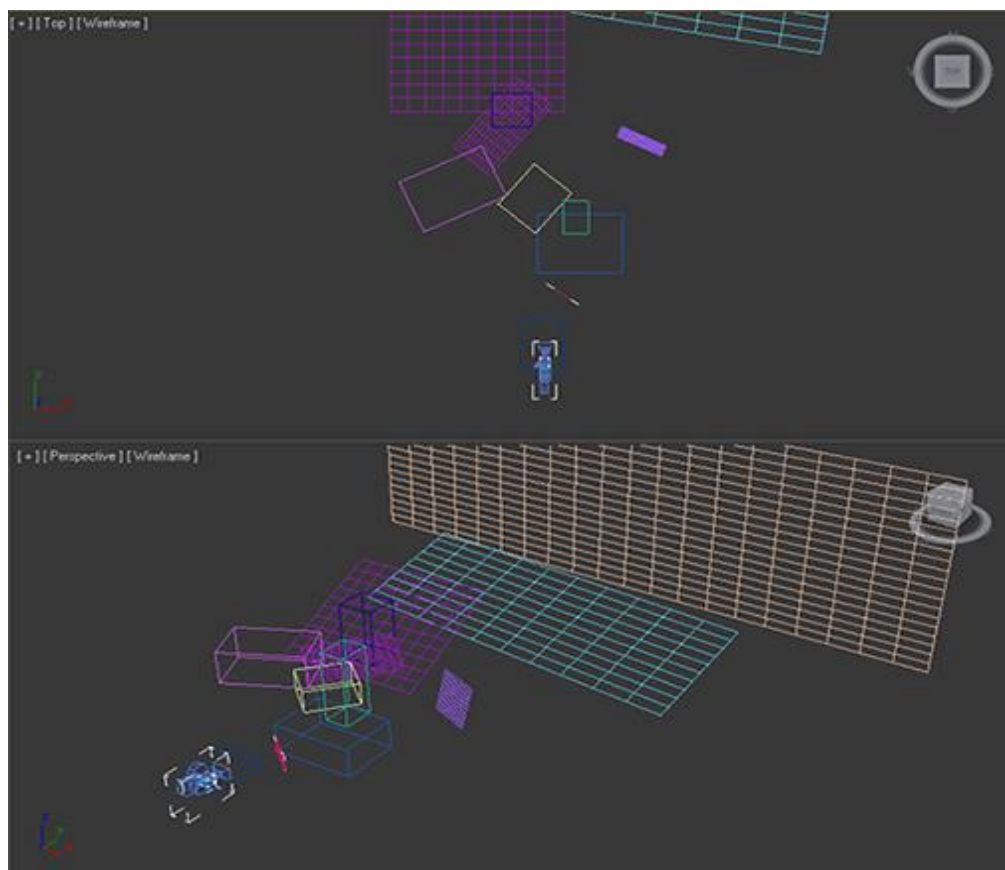
Ennen projisoinnin ja 3D-mallien luomista kameran taustakuvaksi asetettiin kuva matte-maalauksesta. Tämän taustakuvan avulla kameran asento on helppo saada vastaamaan matte-maalauksen perspektiiviä, ja kappaleet saadaan asetettua oikein. Tämä voidaan nähdä kuvassa 14. Kuvan yläosassa nähdään, kuinka kameran näkymä on väärässä perspektiivissä maiseman perspektiivin suhteen. Alemmassa kuvassa kameran asentoa on käännetty niin, että ruudukko ja laatikko vastaavat maiseman näkymää. On tärkeää, ettei projisointikameraa liikuteta enää sen jälkeen, kun se on asetettu kohdalleen. [8, lecture 1.] Jos kamera liikkuu, lopputuloksena on kameraprojisointi, joka ei näytä realistiselta, sillä maalatut kappaleet vääristyvät sijaintinsa ja perspektiivinsä suhteen.



Kuva 14. Kameran asettaminen taustakuvan avulla.

Kameran asettamisen jälkeen työalueelle luotiin 3D-kappaleita suhteessa, jonka koettiin vastaavan maalatun kuvan ulkoasua. Etäisyyksien tarkka arvioiminen on tärkeää, sillä muuten kappaleelle asetettava maalattu tekstuuri tuntuu olevan eri etäisyyden päässä kamerasta, kuin kyseisen objektin liike osoittaa. Koska matte-maalauks on koottu lukuisista valokuvista eikä kappaleiden välisistä etäisyyksistä ole oikeaa tietoa, ne täytyy arvioida silmämääräisesti. Lopullista animaatiota rakennettaessa kappaleet tulee mallintaa tarkemmin, mutta tätä esianimointia valmisteltaessa se ei ollut vielä kriittistä.

Kappaleiden muotoina käytettiin lähinnä laatikoita ja tasoja, kuten voi nähdä kuvassa 15.



Kuva 15. Yksinkertaisia 3D-kappaleita, jotka vastaavat maalauksen kappaleita.

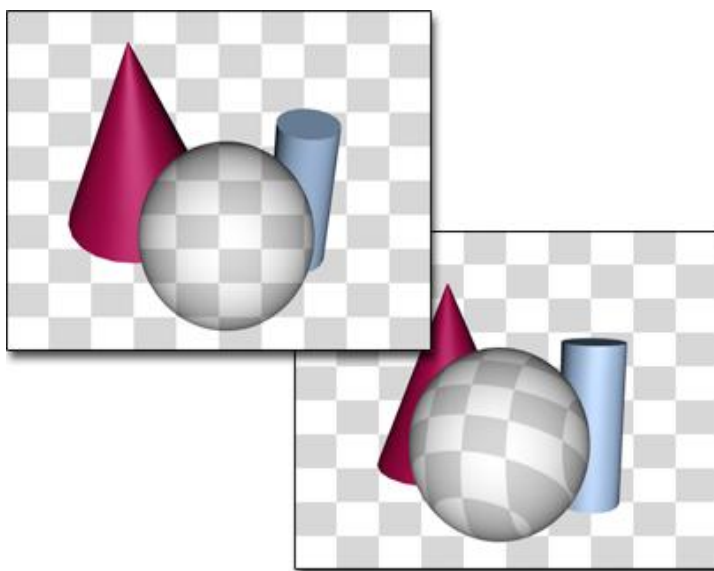
Kuvassa vasemmalla alhaalla voidaan nähdä kamera, joka osoittaa kappaleiden suuntaan. Kauempana kamerasta olevat kappaleet ovat maalauksen taaimmaisia objekteja.

### 3D-kappaleiden teksturointi

Jokaiselle kappaleelle luotiin oma teksturi 3DS Maxin materiaaleditorissa. Tekstuurin pohjana toimi 3DS Maxin perusmateriaali, jossa käytettiin diffuse map- ja opacity map -ominaisuuksia. Diffuse map -valinnassa materiaalille voidaan antaa kuva, jota käytetään materiaalin tekstuurina. Opacity map puolestaan kertoo ohjelmalle, mitkä kappaleet maalauksesta tulisi jättää näyttämättä. Koska kuvatiedostoissa oli itsessään sisällä informaatio sekä tekstuurista että alfakanavasta, voitiin samaa kuvaa käyttää kummassakin valinnassa.

Materiaalin liittämisen jälkeen jokaiselle kappaleelle annettiin camera map -modifier, joka muuttaa tekstuurin asettumista kappaleen päälle. Tämän vaikutusta voidaan tarkastella kuvassa 16. Vasemmassa kuvassa nähdään, kuinka camera map -modifier saa tekstuurin laskeutumaan taustakuvan mukaisesti pyöreän pallon päälle riippumatta sen pinnanmuodoista. Oikeassa kuvassa nähdään, kuinka ilman camera map -modifieria tekstuuri seuraa kappaleen pinnanmuotoja. Kameraprojisointi toimii siis kuten tavallinen videoprojektori, joka heijastaa kuvan seinälle.

Tämän projisoinnin tarkkuus riippuu siitä, kuinka suuresta polygonimäärästä kappale rakentuu. Kappaleiden mallintaminen aloitettiin pienistä polygonimäärästä, joita lisättiin tasaisesti, kunnes löydettiin riittävä tarkkuus, jotta tekstuuri asettui alkuperäisen maalauksen mukaisesti. Tämä yleensä tarkoitti noin 100:aa polygonia kappaletta kohti.



Kuva 16. Camera map -modifierin vaikutus kappaleen tekstuuriin [10].

3DS Maxin kanssa työskenneltäessä ilmeni joitakin ongelmakohtia. Muun muassa tekstuuriin näyttämiseen kuvaruudulla vaikuttavat ominaisuudet vaativat yleensä kerran niiden pois päältä kytkemisen, jotta haluttu tekstuuri saatiin näkyviin. Nämä ongelmat hidastivat työtä huomattavasti. Tämä kuitenkin nopeutui loppua kohden, kun kokemus ohjelman käyttämisestä karttui.

3D-mallien luomisen ja materiaalien rakentamisen jälkeen siirryttiin luomaan kameraliikettä. Projektissa haluttiin luoda kameraliike, joka toisi esiin maalauksen kolmiulotteisen tunnelman. Lopuksi päädyttiin melko suoraviivaiseen kamera-ajoon

pienellä sivuttaisella liikkeellä. Projektissa kokeiltiin myös monimutkaisempia kameraliikkeitä, mutta laajat kameraliikkeet maiseman sisällä vaatisivat enemmän 3D-grafiikan hyödyntämistä. Ajatuksena oli myös luoda erittäin elokuvamainen kameranousu kallioiden takaa ennen varsinaisen matte-maalauksen näkymistä, mutta tämä ajatus hylättiin myöhemmin. Toteutus olisi vaatinut mahdollisesti täysin 3D:llä toteutettuja kallioita näyttääkseen hyvältä.

Kameraliikkeestä riippuu, kuinka paljon maalaamista täytyy tehdä, jotta saataisiin koko kohtauksen täyttävä matte-maalauks. Kameran liikkuessa se saattaa paljastaa alueita, jotka alkuperäisessä maalauksessa jäävät maalauksen muiden kappaleiden taakse. Mitä enemmän animaatiota kuvaava kamera liikkuu projisoivaan kameraan nähden, sitä enemmän kuvassa tapahtuu vääristymiä ja maalaamattomien alueiden paljastumista. Myös nämä alueet on maalattava, jottei lopullisessa animaatiossa paljastuisi kohtia, joissa ei ole tekstuuria. Matte-maalauksen kanssa työskenneltäessä töiden varhainen hyväksyttäminen on eduksi, sillä maalauksen työstäminen voi viedä kauan ja kameraliikkeen myöhäiset muutokset aiheuttavat turhaa työtä. Tästä syystä animaation toteuttaminen konseptitaiteella on suositeltavaa. Jos ensimmäinen animaatio tehtäisiin lopullisella matte-maalauksella, on todennäköistä, että osaa maalauksesta ei tarvitsisi käyttää lainkaan ja jotkin alueet puolestaan saattaisivat vaatia lisää työtä. Jos mahdollista, kannattaa projisointikamera pitää mahdollisimman keskellä animaatiota kuvaavan kameran liikerataa, sillä tämä pitää vääristymät mahdollisimman pieninä. [8.]

3D-objektien luominen, materiaalien projisointi ja kameraliikkeen animointi veivät yhteensä ehkä noin kolme tuntia ilman aikaisempaa kokemusta. Tämän lisäksi kului vielä ylimääräinen tunti eri kameraliikkeitä kokeiltaessa.

## 4 Maalauksen työstö ja kameraprojisointi

Varsinaisen matte-maalauksen työstämisen oletettiin vievän suurimman osan projektin ajasta. Maalauksessa pyrittiin pitämään kiinni tehdyistä luonnoksista, mutta valmiin kuvamateriaalin puuttuessa jouduttiin tekemään hieman muutoksia kuvan luonteeseen. Luonnoksia tehtäessä oli kuvan perspektiivi ja valaistus jo päätetty. Tämän vuoksi maalaukseen sopivien kuvien etsiminen oli haastavaa, ja alkuperäisen luonnoksen sommittelu vaati muutamia myönnytyksiä. Optimaalista olisi ollut, jos tarvittavat valokuvat olisi ollut mahdollista kuvata itse. Näin valokuvareferenssit olisivat olleet juuri sellaisia, kuin projekti vaati. Referenssivalokuvia käytettiin seuraavilta sivustoilta:

- [www.cgtextures.com](http://www.cgtextures.com) on sivusto, johon rekisteröitymällä saa vapaaseen käyttöön kirjaston, joka on täynnä lukuisia valokuvareferenssejä. Ilmaistilillä saa päivittäin ladata 15 megatavun verran kuvatiedostoja omaan käyttöön. Kuvat ovat vapaasti käytettävissä jopa kaupallisiin tarkoituksiin.
- [www.deviantart.com](http://www.deviantart.com)-sivusto on yleinen taidesivusto, jossa käyttäjät voivat esitellä omia töitään. Sivustolle on muodostunut myös osio, jossa jaetaan niin kutsuttuja stock-kuvia muiden käyttöön. Riippuen kuvan tarjoajasta niiden käyttöön saattaa liittyä rajoituksia, mutta suurinta osaa saa käyttää vapaasti. Projektissa käytettiin seuraavien käyttäjien kuvia:
  - <http://alzirrswanheartstock.deviantart.com/>
  - <http://mimose-stock.deviantart.com/>

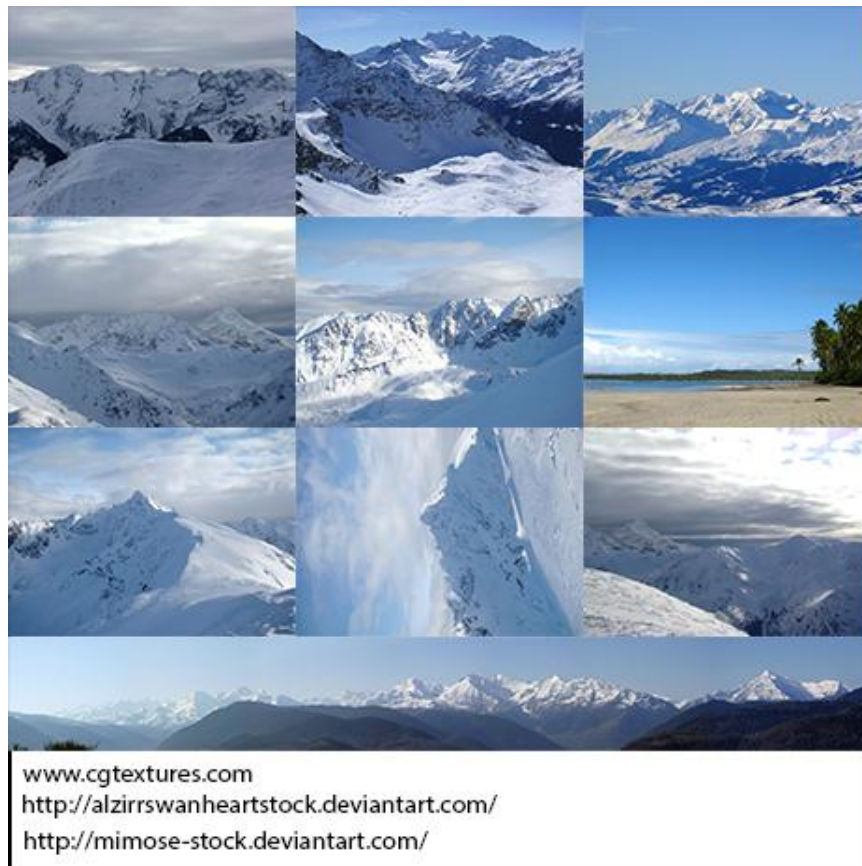
Referenssikuvia valittaessa keskityttiin muutamiin ominaisuuksiin, joiden tuli olla kohdallaan, jotta kuvaa oli mahdollista käyttää maalauksen osana:

- Valaistus. Jotta lopputulos näyttäisi katsojan silmään uskottavalta, tulee valaistuksen olla yhtenäinen. Pienillä eroilla ei ole suurta merkitystä, sillä kuva on näkyvissä vain muutamien sekuntien ajan, mutta yleisen tunnelman tulisi olla kohdallaan. Valaistusta on mahdollista myös korjata käsin, mutta projektissa pyrittiin välttämään tällaisia tilanteita, sillä mahdolliset virheet saavat kuvan näyttämään helposti epärealistiselta.



- Perspektiivi. Valittu kameran sijainti aiheuttaa sen, että kaikkia valokuvia valittaessa täytyy kiinnittää suurta huomiota niiden kuvakulmaan. Kuvien muita ominaisuuksia on mahdollista muokata, mutta perspektiiviä on erittäin hankala korjata uskottavasti, jos se ei sovi muuhun kuvamateriaaliin.
- Kuvan tarkkuus ja koko. Vaikka valaistus ja perspektiivi olisivatkin kohdallaan, voi kuvan skaala olla sopimaton. Objektien liikkeessä kauemmaksi kamerasta ne pienenevät ja niiden tarkkuus pienenee. Kuvan täytyy olla muokattavissa sopimaan sille tarkoitettuun sijaintiin.
- Tekstuuri ja muoto. Koska kuvasta on tarkoitus tulla yhtenäinen, tulee kaikkien sen objektien tuntua siltä, kuin ne olisivat yhtä kokonaisuutta. Vaikka väritasapainoa ja tummuutta on mahdollista käsitellä, ei kuvien perimmäisen tekstuurin muokkaaminen ole helppoa. Alppimaiseman vuoria saattaa olla vaikea sovittaa aavikkomaiseman kallioiden kanssa.

Kuvassa 17 voidaan nähdä maalauksen toteuttamiseen käytettyjä valokuvia.



Kuva 17. Maalauksessa käytettyjä referenssikuvia.

Kaikkia valokuvia ei valittu heti projektin alkuvaiheessa, vaan kuvia etsittiin sitä mukaa kuin tarvetta ilmeni. Samaa kuvaa saatettiin käyttää useassa kohdassa. Näin tehtäessä tulee tosin olla varovainen, ettei katsoja huomaa maalauksessa toistuvia kappaleita.

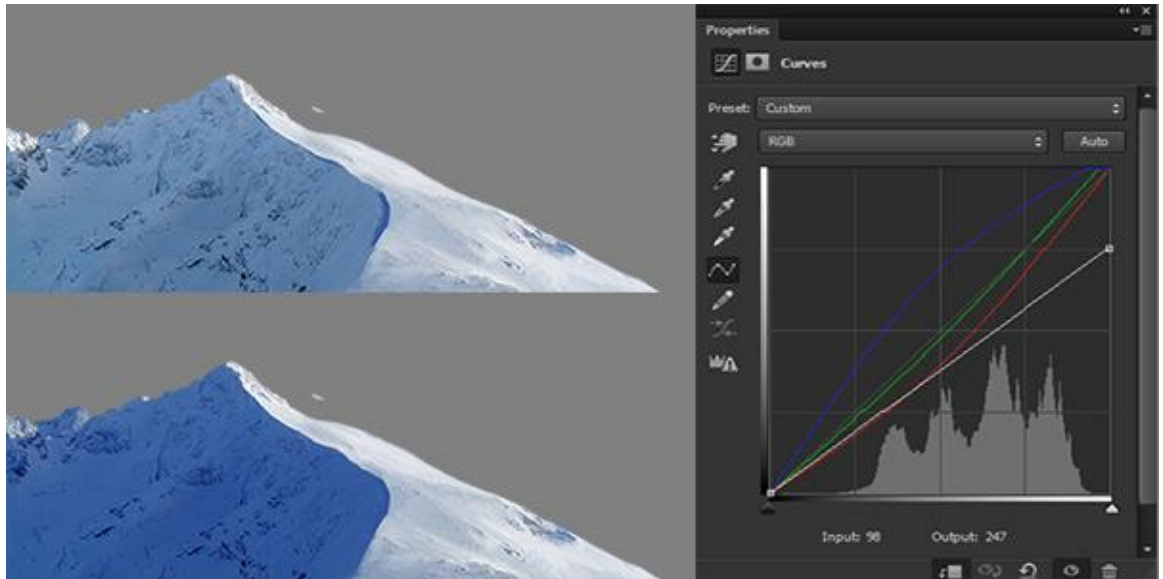
#### 4.1 Maalaaminen ja kappaleiden 3D-mallinnus

Koska maalauksen tekeminen on pitkä ja elävä prosessi, pyrittiin maalaaminen ja kuvien käsitteleminen tekemään niin, että informaatiota menetettäisiin mahdollisimman vähän. Jotta tämä saavutettiin, käytettiin maalauksen toteuttamisessa paljon layereita ja maskeja. Lopullisessa maalauksessa oli 95 layeria, joista 43:lle oli asetettu käyttöön maski, joka rajasi layerin vaikutusalueita. Photoshopin maskeilla on mahdollista luoda layerkohtaisia alfakanavia, joiden avulla voidaan piilottaa osia niitä varsinaisesti poistamatta. Tämä osoittautui erittäin hyödylliseksi, sillä maalauksen edetessä saattoi käydä ilmi, että jostain kappaleesta tarvittiin näkyviin enemmän tekstuuria, kuin alun perin oli ajateltu. Jos aikaisempi tekstuuri olisi toteutettu pyyhkimällä siitä osia pois,

jouduttaisiin mahdollisesti piirtämään puuttuvat alueet nyt käsin tai aloittamaan kappaleen työstäminen kokonaan alusta. Maskeja käyttämällä saatettiin kuitenkin vain editoida alfakanavaa.

Kuvasta pyrittiin työstämään mahdollisimman realistisen näköinen. Tämä vaati sen, että oikean maailman tapahtumat välittyisivät sellaisenaan myös matte-maalaukseen. Tämän vuoksi maalausvaiheessa kiinnitettiin erityistä huomiota sellaisiin ominaisuuksiin kuin koko- ja välierot, tarkkuus ja kohteiden tummuusarvot. Perspektiivin ja etäisyyksien vuoksi kaikkien kappaleiden tuli pienentyä tasaisesti niiden siirtyessä kauemmas kamerasta. Kappaleiden siirtyessä kauemmaksi niiden ulkonäköön alkaa vaikuttaa myös ilma. Ilmassa olevien hiukkasten sekä valon taipumisen vuoksi saturaatioarvot yleensä laskevat kappaleiden ollessa kaukana. Tämän lisäksi niiden väri lähestyy kyseisen hetken taivaan väriä ja muuttuu vaaleammaksi. Nämä ominaisuudet korostuivat paljon projektissa toteutetussa kuvassa.

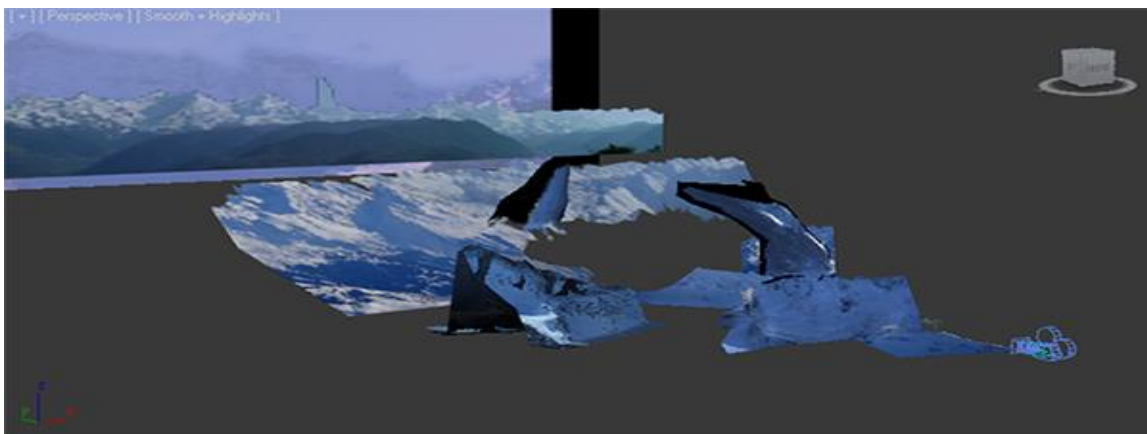
Suurinta osaa referenssivalokuvista käsiteltiin Photoshopin kaarityökalulla. Kaaria on mahdollista käyttää suoraan layerkohtaisesti Photoshopin Images/Adjustments –pudotusvalikosta, mutta on parasta käyttää niin kutsuttuja muokkauslayereita (engl. adjustment layer), jotta informaatiota ei menetetä. Adjustment layerit käyttäytyvät kuten tavalliset Photoshopin layerit, mutta sisältävät muokkaustoimenpiteitä. Kaarityökalu tarjoaa histogrammin kuvan pikseleiden tummuusarvoista ja mahdollisuuden muokata kuvan värejä eri kurvien avulla. Kuvassa 18 voi nähdä, miten vuoren varjojen väritasapainoa on muutettu. Kaarieditorin x-akseli kuvaa kuvan tummuuksia vasemman reunan mustasta oikean reunan valkoiseen. Vuorensinämän sinisiä arvoja on selvästi korostettu, samalla kun punaista ja vihreää on vähennetty. Valkoista kaarta muokattaessa kaikki värikanavat (RGB) muuttuvat samanaikaisesti. Ylhäällä vasemmalla oleva kuva vuoresta on alkuperäinen versio. Sen alla on kuva vuoresta, jota on käsitelty kaarityökalulla. Lopullisessa matte-maalauksessa oli käytössä 20 adjustment layeriä, joista suuri osa oli kaarityökaluja. Niiden lisäksi käytössä oli jonkin verran saturaatioon vaikuttavia layereita.



Kuva 18. Photoshop-ohjelman kaariyökalu.

Maalauksen työstämiseen kului aikaa noin 30 tuntia. Maalaus- ja editointiprosessien lisäksi paljon aikaa vei soveltuvien referenssikuvien etsiminen. Tuli myös varmistaa, että kaikkia löydettyjä kuvia oli lupa käyttää.

Maalauksen rakentamisen jälkeen aikaisemmat materiaalitekstuurit korvattiin nyt paremmin maalatuilla versioilla ja heijastettiin grafiikan päälle. Kuvasta 19 voidaan nähdä sivusta kuvattuna, kuinka tekstuurit laskeutuvat 3D-objektien päälle. Kuvan oikeassa alakulmassa nähdään kamera, jonka pisteestä tekstuurit heijastetaan. Projisoivan kameran pisteestä kuvattuna lopputulos näyttäisi samalta, kuin kuvankäsittelyohjelmassa luotu kaksiulotteinen matte-maalaus.



Kuva 19. 3D-kappaleiden päälle heijastettu tekstuuri.

Tässä vaiheessa 3D-objektit muokattiin myös vastaamaan paremmin maalauksen vuorien muotoja. Kauas jääneet objektit oli mahdollista jättää tasaisiksi pinnoiksi, mutta lähempänä kameraa olleet kappaleet muokattiin tarkasti sopimaan maalaukseen. Tämä tehtiin siirtelemällä käsin 3D-objektien polygoneja ja lisäämällä niitä tarpeen vaatiessa. Kun tekstuuri asetetaan materiaalina kappaleeseen, on mahdollista, että se sijaitsee hieman väärässä kohdassa. Tämä saattaa johtua siitä, että kappaleen polygonimäärä on liian pieni. Polygonimäärän valinnalle ei ole mitään nyrkkisääntöä, vaan on parasta lisätä polygoneja tasaisesti ja katsoa, missä vaiheessa tekstuuri tuntuu asettuvan luonnollisesti paikalleen. [7; 8.] Jotta polygonimäärä saatiin pidettyä mahdollisimman pienenä, kappaleista poistettiin niitä pintoja, joiden päälle ei laskeutunut lainkaan tekstuuria. Käsin mallintamisen lisäksi joillekin vuorensinämille lisättiin hieman pinnanvaihtelua käyttämällä tesselate- ja noise-toimintoja. Tesselate kasvattaa kappaleen polygonilukumäärää, ja noise-toiminnolla voidaan kappaleen pintoja siirtää ohjelmallisesti eri suuntiin. Näin saatiin aikaiseksi pieniä muutoksia kappaleen pinnanmuotoihin, mikä simuloi hyvin kallionseinämää.

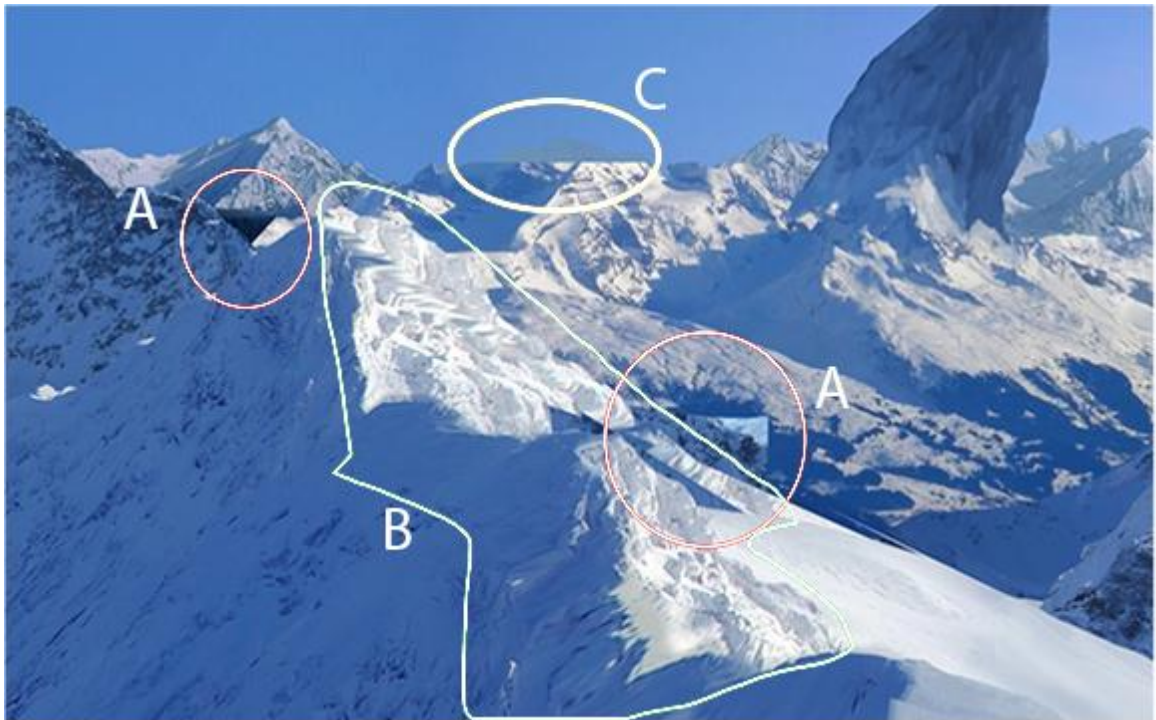
Mallinnusprosessi vei aikaa yhteensä noin viisi tuntia.

#### 4.2 Korjaustoimenpiteet

Animaation ensimmäisen renderöinnin jälkeen maalauksesta paljastui ongelmia. Muutamit vuoret oli asetettu väärälle etäisyydelle suhteessa kuvaavaan kameraan. Muun maiseman toimiessa kohtalaisen luonnollisesti nämä vuoret näyttivät

tekstuurinsa ja tummuutensa puolesta olevan lähellä kameraa mutta käyttäytyivät sijaintinsa takia kuten kaukana olevat kalliot. Tästä seurasi luonnon vaikutelma. Asia oli helppo korjata siirtämällä projisoitavaa 3D-kappaletta lähemmäs kameraa.

Tämän lisäksi kuvassa 20 voidaan nähdä muita ilmenneitä ongelmia. Kuvassa kirjaimella A merkityiltä alueilta puuttuu maalattua materiaalia. Kameran liikkuesssa kappaleiden takaa on paljastunut alueita, joita ei näkynyt alkuperäisessä maalauksessa, ja ne täytyy korjata muokkaamalla alkuperäistä matte-maalauksessa Photoshopissa. Ongelmakohtat oli helppo korjata jatkamalla tarvittavia vuorenrinteitä kopiaamalla kohdan lähistöltä löytyviä pintoja ja maalamalla tarvittaessa sen päälle käsin sopivaa tekstuuria. Renderöidyn kuvan avulla oli mahdollista arvioida, kuinka paljon tiettyjen kappaleiden tekstuuria täytyi maalata, jotta kaikki alueet täyttyisivät. Kuvassa nähdään myös, kuinka kirjaimella C merkityllä alueella tekstuuri loppuu kesken. Tämä johtuu siitä, että 3D-objekti ei ollut tarpeeksi suuri, jotta projisoitu tekstuuri olisi täyttänyt sen kokonaan. Ongelma oli helppo ratkaista suurentamalla kappaleen kokoa. Kuvassa maalauksen suurin ongelma on merkitty kirjaimella B. Kameran tehdessä suuren liikkeen eteenpäin etualan kallio painuu kameran alle. Tämän seurauksena tekstuurissa tapahtuu paljon venymistä, sillä alkuperäisessä maalauksessa näkyvä pieni osa tekstuuria joutuukin nyt täyttämään suuremman pinta-alan. Ongelmaa yritettiin korjata lisäämällä objektiin polygoneja ja muokkaamalla objektia vastaamaan tarkemmin maalauksen vuorta. Tämä auttoi hieman mutta jätti vielä esiin paljon ongelmia.



Kuva 20. Kameraliikkeestä johtuvia ongelmakohtia.

Korjaustoimenpiteiden epäonnistuttua selvisi, että vuorten muoto oli hieman liian hankala yksinkertaisen kameraprojisoinnin kuvattavaksi. Loppujen lopuksi ongelma ratkaistiin siirtämällä kallioita lähemmäs vasenta reunaa. Näin kuvasta saatiin poistettua suuri osa ongelmia aiheuttavista kohdista pitämällä samalla sommittelu kohtalaisen toimivana. Otoksena kohtaus hieman kärsi, mutta se pysyi tyydyttävissä rajoissa. Alkuperäinen etualan kallio vei paljon pinta-alaa kuvasta ja siirrettäessä aiheutti hieman korjaustoimenpiteitä, sillä sen takaa paljastuvat alueet eivät soveltuneet uuteen sommitelmaan.

Korjaustoimenpiteisiin kului yhteensä noin 20 tuntia. Ilmenneiden ongelmien lisäksi kuvan työstämistä jatkettiin edelleen pyrkien parantamaan sen yleistä tasoa.

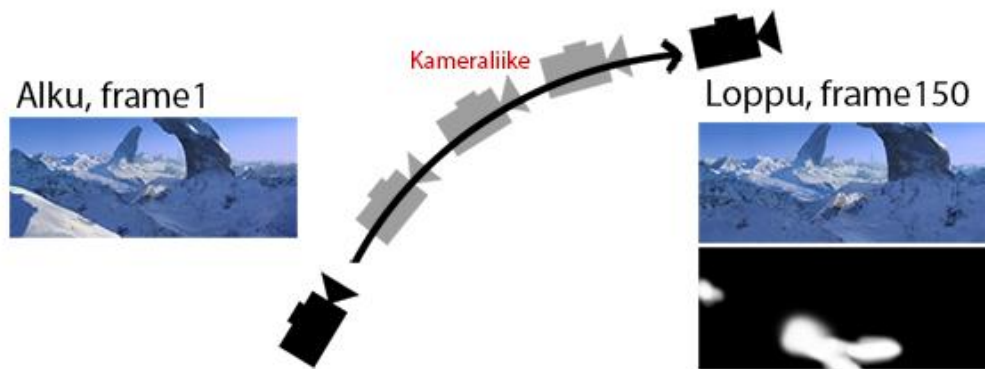
#### Monikameraprojisointi

Suurimpien ongelmien ratkettua siirryttiin korjaamaan projisoinnin pienempiä ongelmakohtia. Animaation suuren kameraliikkeen takia kuvissa ilmeni suuria venymisiä. Monissa tällaisissa tilanteissa on tarpeen käyttää useita kameroita projisoimiseen. Ensimmäisen projisoinnin jälkeen kameraliike aiheuttaa kappaleiden

venymistä ja maalaamattomien alueiden paljastumista. Nämä ratkaistaan tekemällä korjaavia maalauksia, jotka sitten projisoidaan niihin kohtiin, joissa ongelmia ilmenee. Riippuen otoksen monimutkaisuudesta tämä voi vaatia esimerkiksi 20 korjaavaa niin sanottua laastaria 20:ssä eri kuvaruudussa, jotta kaikki ongelmat saadaan peitettyä. [6, s. 588.] Tähän asti video oli toteutettu vain yhdellä kameralla, mikä tarkoittaa sitä, että projisointi tapahtui vain yhdestä kohdasta riippumatta siitä, kuinka paljon animaatiota kuvaava kamera liikkui. Monikameraprojisointi on yleisesti käytössä oleva tekniikka, mutta ohjeita sen käyttämiseen löytyi kovin niukasti. Lopulta monikameraprojisointi päätettiin toteuttaa käyttämällä CameraMapGemin-nimistä 3DS Max -ohjelman lisäosaa (<http://www.projectgemini.net/CameraMapGemini/>). CameraMapGemini ei varsinaisesti tarjoa ohjelmaan uusia toiminnallisuuksia, mutta se helpottaa jo 3DS Maxin sisään rakennettujen ominaisuuksien käyttöä muun muassa käyttöliittymän osalta. 3D-kappaleet muutettiin käyttämään CameraMapGeminin omaa modifieria sen alkuperäisen Camera Map -modifierin sijaan.

Alkuperäinen matte-maalaus projisoitiin 3D-objektien päälle siitä kohdasta, mistä animaatiokameran liikerata alkoi. Jotta suurin osa tekstuuriongelmistä saataisiin ratkaistua, toisen kuvan projisoimisen kohtana päädyttiin käyttämään animaation viimeistä kuvaruutua. 3D-ohjelmasta renderöitiin ulos animaation viimeinen ruutu, ja se siirrettiin kuvankäsittelyä varten Photoshop-ohjelmaan. Ajatuksena oli korjata virheet tästä viimeisestä ruudusta ja projisoida sen jälkeen korjattu versio 3D-objektien päälle siitä kohdasta, mistä se on renderöity. Kuva 21 pyrkii selventämään tätä toimenpidettä. Animaation alussa (frame 1) projisoidaan alkuperäinen maalaus. Tehdyn kameraliikkeen lopusta renderöidään ulos kuva, joka korjataan kuvankäsittelyohjelmassa. Tämän jälkeen korjattu kuva tuodaan takaisin 3D-ohjelmaan ja projisoidaan uutena tekstuurina siitä kohdasta, mistä se on alun perin otettu; tässä tapauksessa kuvaruutu 150. Kuvan alla voidaan myös nähdä uutta projisointia varten rakennettu alfakanavamaski. Kuvaa ei ole tarvetta projisoida joka paikkaan, sillä sen tarkoituksena on vain korjata ilmenneet virheet. Riittää, että kuva rajataan vaikuttamaan haluttuihin kohtiin maskin avulla. [11.]





Kuva 21. Monikameraprojisoinnin periaate.

Jos tietylle kappaleelle halutaan tehdä tällä tavalla korjaustoimenpiteitä, täytyy kyseisen kappaleen materiaalia editoida 3D-ohjelman sisällä. Aikaisemmin luotu materiaali tukee vain yhtä tekstuuria eikä sellaisenaan toimi tämän tekniikan kanssa. Tätä varten aikaisemmin luodut materiaalit muokattiin käyttämään tekstuurina 3DS Max -ohjelman komposiittimappia. Sen avulla kappaleille voidaan määrittää useita tekstureita ja asettaa niille eri map-kanavat. Asettamalla projisointia ohjaava kamera käyttämään samaa kanavaa tekstuurimateriaalin kanssa voidaan eri kamerat saada projisoimaan eri tekstureita. [12.] Jotta kaikista tekstuurien venymisistä päästäisiin eroon, luotiin vielä kolmaskin kameraprojisointi keskelle animaatiota. Mitä suurempia kameraliikkeitä tehdään, sitä todennäköisempää on, että joudutaan käyttämään suuria määriä projisoivia kameroita. Kuvassa 22 voidaan nähdä, kuinka useampien kameraprojisoitien käyttö auttaa korjaamaan kameraliikkeen aiheuttamia ongelmia.



Kuva 22. Monikameraprojisoinnin vaikutus ongelmakohtiin.

Kuvassa vasemmalla näkyvät kirjaimella A ympyröidyssä alueessa tapahtuneet monistukset. Vuoren reunama projisoituu kameraliikkeen vaikutuksesta kaksi kertaa. Ongelma on korjaantunut oikealla kirjaimella B merkityssä kuvassa.

Kun kameraprojisoinnin yleisilme oli tyydyttävä, se tuntui vielä vaativan sumua ja pilviä. Ne toteutettiin samalla tavalla kuin kuvan muutkin elementit. Valokuvista irrotettuja pilvenhaituvia projisoitiin tasomaisille 3D-objekteille. Tämän lisäksi utua luotiin vielä 3DS Maxin volume fog -toiminnolla, jotta saataisiin luotua kolmiulotteista realistista usvaa kameraliikkeen päälle. Näin saavutettiin kamera-ajo, joka näytti liikkuvan suoraan usvan läpi.

Uusien projisointikameroiden lisääminen ja tekstuurien rakentaminen veivät yhteensä noin kymmenen tuntia. Suuri osa tästä ajasta kului ohjeiden ja neuvojen etsimiseen internetistä.

#### 4.3 Animoinnin renderöinti ja videoeditointi

Koska yksittäisistä 3D-ohjelmasta renderöidyistä kuvista on vaikea saada kuvaa siitä, millaiselta lopullinen video näyttää, jouduttiin prosessin aikana tekemään muutamia renderöintejä koko videosta. Jokaisella kerralla videon kokoamisen jälkeen löytyi muutamia uusia ongelmia. Useimmat niistä olivat pieniä puutteita 3D-objektien muodoissa tai virheitä alkuperäisessä matte-maalauksessa.

3D-ohjelman sisältö on mahdollista renderöidä lukuisiin eri formaatteihin. On suositeltavaa renderöidä jokainen kuvaruutu ulos omaksi kuvatiedostokseen ja koostaa nämä yhdeksi videoksi myöhemmin videonkäsittelyohjelmassa. Jos ohjelmasta renderöi ulos valmiin videotiedoston, on aina olemassa riski, että ohjelma lakkaa toimimasta kesken prosessin. Jos näin käy, on todennäköistä, että video turmeltuu (engl. corrupt) käyttökelvottomaksi. Tästä syystä kuvatiedostot ovat usein turvallisempi valinta, sillä virhetilanteiden sattuessa ainoastaan sillä hetkellä prosessoitavana oleva kuvaruutu menee pilalle. Alkuperäinen matte-maalaukset oli 3840 x 1594 pikselin kokoinen, ja lopullinen animaatio renderöitiin ulos 3DS Maxista samankokoisena. Tämän jälkeen kuvatiedostot yhdistettiin Adobe Premiere -ohjelmassa videotiedostoksi. Tässä vaiheessa kuvakoko muutettiin 1080p-tasoiseksi (1920 x 1080 pikseliä) .mp4-tiedostoksi. Videoon pyrittiin saamaan lisää uskottavuutta lisäämällä hieman

lumisadetta käyttämällä Adobe After Effects CS5 -ohjelman TrapcodeParticular -nimistä lisäosaa (<http://www.redgiantsoftware.com/products/all/trapcode-particular/>). Tämän lisäksi videoon lisättiin hieman rakeisuutta, jotta liika tarkkuus saataisiin pois.

Lopulliseen renderöintiin ja videoeditointiin kului noin 15 tuntia. Renderöinti täytyi toteuttaa muutamaan otteeseen, sillä videosta paljastui vielä muutamia tekstuurin venymisongelmia. Koko animaation pituudeksi muodostui 150 kuvaruutua, ja sen renderöiminen kesti noin 2,5 tuntia.

#### 4.4 Projektin tulokset ja analyysi

Insinööriyöprojekti oli kohtalaisen onnistunut. Opittujen taitojen perusteella opittiin luomaan kameraprojisoinnilla toteutettuja matte-maalauksia, jotka saadaan ajan kanssa näyttämään tarpeeksi uskottavilta hämäämään peruskatselijaa. Kameraprojisointi toimii periaatteessa samalla tavalla kaikissa 3D-ohjelmissa, joten teoriassa pienen tutustumisen jälkeen on luultavasti mahdollista toteuttaa samankaltaisia projekteja vastaavissa muissa ohjelmistoissa. Lopullinen tulos ei luonnollisestikaan vastaa tasoa, jota näkee elokuvissa, joissa kuvan jokaisen osan toteuttamiseen on usein sen alan erikoisosaja. Lopullisen matte-maalauksen tiedot voidaan nähdä taulukosta 1.

Taulukko 1. Insinööriyössä tehdyn matte-maalauksen tiedot.

<b>Kuvakoko</b>	3840 x 1594
<b>Layereiden lukumäärä</b>	43
<b>Adjustment layereiden lukumäärä</b>	20
<b>Maskien lukumäärä</b>	43
<b>Photoshop-tiedoston koko</b>	268 Mt

Valmiin animaation tiedot voidaan nähdä taulukosta 2.

Taulukko 2. Insinööriyössä tehdyn matte-animaation tiedot.

<b>Pituus</b>	6 s, 150 kuvaruutua
<b>Kuvakoko</b>	1920 x 1080 (1080p)
<b>Kuvataajuus</b>	25 kuvaa sekunnissa
<b>Pikselisuhde</b>	1

## Projektissa ilmenneet ongelmat

Projektissa tuli vastaan seuraavia ongelmia:

- Photoshopissa luotuun matte-maalaukseen tuli lähes 100 layeriä, eikä niitä nimikoitu tarpeeksi selkeästi. Tästä syystä kuvankäsittelyvaiheen työnkulku toisinaan hidastui. Photoshopista myös puuttuu toimintoja lukuisten tasojen käsittelemiseen samanaikaisesti.
- Matte-maalauksessa oli vaikea pitää realistisen näköisenä. Koska kuvan luomisessa käytettiin lukuisia valokuvia, jotka eivät olleet alun perin yhteensopivia keskenään, kuva muuttui toisinaan hieman epärealistiseksi ja vaati paljon analysointia, jotta tarvittavat korjaustoimenpiteet saatiin tehtyä.
- Matte-maalauksessa oli liian suuria horisontaalisia pintoja, jotka painautuivat kameraliikkeen vuoksi kameran alle. Tämän lisäksi alkuperäisessä maalauksessa niistä näkyi vain hyvin vähän. Kameraliikkeen jälkeen lopputuloksesta tuli venynyt ja reikäinen. Tämä ratkaistiin loppujen lopuksi siirtämällä kappaletta niin, ettei se joutunut yhtä pahasti kameran alle.
- 3DS Max -ohjelmasta löytyi muutamia ohjelmointivirheitä, jotka vaikeuttivat työnkulkua, ennen kuin ne tulivat tutuiksi.
- Kameraprojisointiin ei löytynyt kunnan ohjeistuksia. Varsinkin monikameraprojisointiin liittyvät ohjeet olivat harvassa.

Suurin osa ongelmista johtui omasta kokemattomuudesta, ja projektin lopuksi työnkulku oli melko ongelmaton, vaikkakin tyydyttävien tulosten saavuttaminen oli hankalaa. Matte-maalauksen onnistumisen kannalta tärkeimmäksi tekijäksi muodostuivat oletetusti tekijän taiteelliset kyvyt. Projektissa käytettävien tekniikoiden opettelu vaatii toki aikaa ja niiden hallitseminen on hankalaa mutta lopputuloksen näyttävyyden kannalta toisarvoista sen jälkeen, kun tietyt taidot on omaksuttu. Kameraprojisointi itsessään oli melko yksinkertainen toteuttaa.

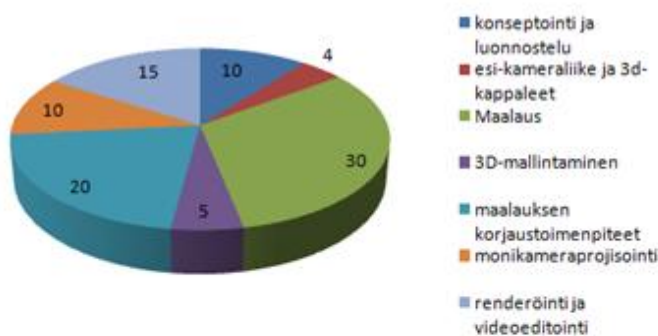
Projektissa saatiin selville kameraprojisoinnin vahvuudet ja heikkoudet. Se soveltuu erinomaisesti kaukaisten objektien kuvaamiseen ja suuremmalla vaivalla myös objekteihin, jotka ovat lähempänä kameraa. Nämä tulisi kuitenkin toteuttaa muilla tekniikoilla, jos vain mahdollista. Lähellä kameraa olevista objekteista ei helposti kameraprojisoititekniikoilla saa tarpeeksi hyvän näköisiä, jotta ne sopisivat suuren budjetin elokuvatuotantoihin, mutta ne riittävät varmasti pienempiin projekteihin. Optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi on suositeltavaa käyttää lukuisia eri tekniikoita ja ohjelmistoja. Kameraprojisoinnin suurimmat heikkoudet tulevat ilmi, kun pyritään tekemään laajoja kameraliikkeitä. Kameraliikkeet, joissa kamera liikkuu koko maalauksen sisällä, saavat aikaan suuria venymisiä ja artefakteja ja tuhoavat samalla todentuntuisen vaikutelman. Varsinkin kameran suhteen horisontaaliset pinnat venyvät erittäin paljon. Laajoja kameraliikkeitä on toteutettu aikaisemmin kameraprojisoineilla, mutta ne vaativat niin paljon käsityötä, että on parempi käyttää muita tekniikoita tai niiden yhdistelmiä. Oikeissa elokuvatuotannon tapauksissa on harvinaista, että kohtaus on toteutettu pelkästään matte-maalauksella projisoimalla. Tässä mielessä tämän insinööriyön projekti ei karta koko kohtauksen työnkulkua mutta kuvaa riittävällä tasolla matte-maalauksen osa-alueen.

Projektissa opittujen taitojen luonnollinen jatkumo olisi 3D-grafiikan laajempi käyttö. Uuen kaltaisten ohjelmien liittäminen osaksi prosessia olisi hyödyksi, kun pyritään ammattimaiseen lopputulokseen. Ne auttavat varsinkin silloin, kun tarkoituksena on toteuttaa monimutkaisia kameraliikkeitä. Suurissa projekteissa olisi myös syytä käyttää projisointiin ja kameraliikkeisiin Nuken kaltaisia komposointiohjelmiä. 3DS Max ja muut 3D-ohjelmat eivät tarjoa yhtä laaja-alaisia mahdollisuuksia videon tuotantoon. Optimaalista toki olisi käyttää eri ohjelmia prosessin eri vaiheissa riippuen niiden erikoisosaamisista.

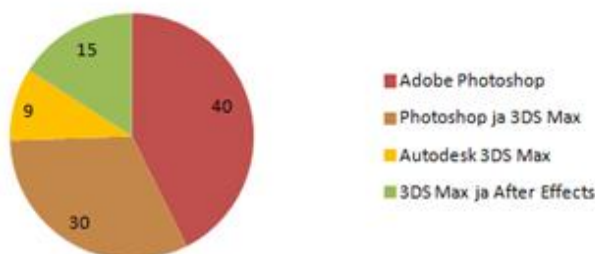
### Ajankäyttö

Kuvassa 23 voidaan nähdä, kuinka ajankäyttö jakautui projektissa. Ylemmässä osassa nähdään karkea jako työtehtävien kesken. Yksittäisenä työtehtävänä maalausprosessi oli kaikista aikaa vievin. Maalauksen korjaustoimenpiteet ovat tähän läheisesti liitoksissa. Alemmassa piirakkamallissa nähdään ohjelmakohtaisesti, miten ajankäyttö jakaantui. Photoshop vei suurimman osan työajasta. Merkittyjen tuntien lisäksi aikaa kului myös ohjeiden etsimiseen.

### Projektin työtunnit (tunteina)



### Ajankäyttö ohjelmakohtaisesti (tunteina)



Kuva 23. Projektin ajankäyttö ja sen jakautuminen.

Monet projektin työtehtävistä jakautuivat eri ohjelmien kesken niin tiiviisti, että ne on alemmassa kuvassa merkitty useammalle ohjelmalle. Useat muutokset vaativat työpanosta sekä Photoshopissa että 3DS Maxissa.

#### 4.5 Matte-tekniikoiden tulevaisuus

Kameraprojisoinnista on muodostunut tärkeä väline matte-artistille. Sen etuna on mahdollisuus nopeaan toteutukseen verrattuna 3D-grafiikkaan. Koska kaikki kuvassa tarvittava informaatio on maalattu suoraan kaksiulotteiselle pinnalle, ei 3D-ohjelman tarvitse laskea muun muassa valoja ja varjoja [8].

Matte-artistit joutuvat kuitenkin yhä enemmän tekemään töitä 3D:n parissa. Nopeammat ja tehokkaammat tietokoneet ovat mahdollistaneet 3D:n laajan käytön. [6, s. 585]. Sellaiset ohjelmat kuin Vue ja Terragen (<http://www.planetside.co.uk/>), jotka mahdollistavat dynaamisten kasviston ja maaston luomisen, ovat tulleet jäädäkseen.

Niillä on mahdollista luoda juuri sellaisia maisemia kuin matte-maalaukseen tarvitaan. Ohjelmia voidaan käyttää sekä kaksiulotteisten kuvien että 3D-objektien luomiseen. [13] Suuri syy 3D:n lisääntyneeseen käyttöön on se, että se mahdollistaa kameran vapaan liikkumisen kohtauksen sisällä [14]. Tekniikka kehittyi nopeasti, ja viime vuosina The Foundry on ollut kehittämässä muun muassa ohjelmaa nimeltä Mari, joka mahdollistaa dynaamisen tekstuurimaalaamisen suoraan 3D-grafiikan päälle [15]. Nämä uudet ohjelmat helpottavat entisestään 3D:n käyttöä.

Matte-maalausten tarve elokuvissa ei kuitenkaan katoa vielä lähiaikoina, vaikka niiden toteutustapa onkin jatkuvassa muutoksessa. Onnistuneen maalauksen taiteelliset vaatimukset ovat niin korkeat, ettei tämä tekniikan muutos tee niiden luomisesta helpompaa. Matte-artistit, jotka hallitsevat sekä tekniikan 2D- että 3D-puolelta, kykenevät yhdistämään ne ja luomaan maisemia, jotka mahdollistavat suurempia kameraliikkeitä [14]. Kaikki eivät kuitenkaan ole yhtä mieltä siitä, että matte-maalaukset siirtyisivät kokonaan 3D-maailmaan, vaikka rajoittuminen pelkästään 2D-grafiikkaan heikentää saavutettavia tuloksia. Maalaukset toteutetaan aina tiettyä tarkoitusta varten, ja matte-artistin on syytä käyttää kaikki keinot hyväkseen päästäkseen mahdollisimman näyttävään lopputulokseen.

Elokvien muuttuminen 3D-elokuviksi saattaa vähentää matte-maalauksia elokuvissa. 2,5D-kameraprojisointi ei toimi usein hyvin, kun lopputulos toteutetaan 3D-elokuvana. Esimerkiksi vuonna 2012 ilmestyneen *The Hobbit – Unexpected Journey* -elokuvan 2,5D-osiot olivat suurimmaksi osaksi 3D:tä, jota vain teksturoitiin matte-maalaustekniikoin [16]. Kuten muutkin alan tekniikat elokuvien erikoistehosteet kehittyvät nopeasti. Toistaiseksi kuitenkin matte-maalauksen ja kameraprojisointitekniikat ovat paljon käytettyjä.

## 5 Yhteenveto

Matte-maalauksia on käytetty elokuvateollisuudessa jo yli sadan vuoden ajan. Niiden tekemiseen käytettiin pitkään perinteisiä menetelmiä, mutta nykyään kaikki matte-maalaukset toteutetaan digitaalisesti. Ne ovat yhä tärkeä osa elokuvien erikoistehosteita, vaikka 3D:tä käytetään nykyään paljon. Alun perin matte-maalaukset toimivat maisemien jatkoina elokuvien taustalla, mutta nykyään käytössä olevat tekniikat – kuten kameraprojisointi – mahdollistavat niiden joustavamman käytön. Näiden tekniikoiden avulla matte-maalaukset voi yhdistää saumattomaksi osaksi elokuvaa ja käyttää niitä kameraliikkeiden toteuttamiseen. Nykyelokuvat ovat yhdistelmiä eri erikoistehosteista, ja on vaikea erottaa, missä menee matte-maalauksen ja 3D-grafiikan raja. Vaikka todentuntuisen kuvamateriaalin luominen matte-maalaustekniikoiden avulla on nopeaa, ne vaativat erittäin paljon taiteellisia taitoja. On tärkeää, että matte-artisti ymmärtää värin ja valon toimintaperiaatteet ja on taiteellisesti harjaantunut piirtämään ja maalaamaan.

Insinööriyön projektissa toteutettiin matte-maalaukset, ja sen pohjalta animaatio. Projekti alkoi konseptoinnilla, jossa päätettiin, millainen maalaus tullaan toteuttamaan. Konseptointivaiheessa tutkittiin, miten kuvasta saataisiin mahdollisimman näyttävän ja aidon näköinen. Tehtyjen konseptien perusteella Photoshop-ohjelmassa luotiin maalaamalla ja eri kuvia yhdistämällä matte-maalaukset. Tätä maalausta varten 3D-ohjelmassa mallinnettiin kolmiulotteisia kappaleita, joiden päälle maalaus projisoitiin. Näin saatiin aikaan kolmiulotteinen maisema, jonka sisällä oli mahdollista tehdä animaatio. Lopputuloksena syntyi todentuntuinen video, joka on toteutettu täysin tietokoneella.

Insinööriyön projekti onnistui odotetulla tavalla. Lopullinen video on tarpeeksi realistinen hämäämään suurinta osaa katsojista. Se ei kuitenkaan näytä yhtä hyvältä kuin suuren budjetin elokuvissa, joissa kohtauksien luomiseen käytetään useita eri tekniikoita. On erittäin harvinaista, että kohtaus toteutetaan pelkästään käyttämällä matte-maalaukset, kuten tehtiin tässä projektissa.

Projektissa selvisivät myös kameraprojisointitekniikan heikkoudet. Sen avulla on nopeaa tehdä animaatio, joka näyttää aidolta videokameralla kuvatulta materiaalista. Lopputulos ei kuitenkaan ole oikeasti kolmiulotteinen, minkä vuoksi laajojen



kameraliikkeiden tekeminen on vaivalloista. Tällaisiin kameraliikkeisiin pyrittäessä on syytä käyttää pelkkää 3D:tä. Vaikka matte-maalaukset sisältävät yhä enemmän 3D-grafiikkaa, niiden toteuttaminen ei ole muuttunut yhtään helpommaksi; ne vaativat yhtä tekijältään paljon harjoittelua.

## Lähteet

- 1 Brinkmann, Ron. 2008. The art and science of digital compositing. 2<sup>nd</sup> edition. Burlington: Morgan Kauffman Publishers.
- 2 Phillips, Flip. Thompson, Colin H. & Voshell, G. Martin. 2004. Effects of 3-D complexity on the perception of 2-D deceptions of objects. Perception 2004, volume 33, s. 21–33.
- 3 Cotta Vaz, Mark & Barron, Craig. 2004. The Invisible Art – The Legends of Movie Matte Painting. San Francisco: Chronicle Books LLC.
- 4 Rickitt, Richard. 2006. Special effects: the history and technique. London: Aurum.
- 5 Uesugi, Usei. Dennison, Max & Thunig, Chris. 2008. d’artiste Matte Painting 2: Digital Artists Master Class. Adelaide: Ballistic Publishing.
- 6 Okun, Jeffery A. & Zwerman, Susan. 2010. The Ves handbook of visual effects. Burlington: Elsevier.
- 7 Matte Painting Production Techniques: Matte Painting for Film with Crhis Stoski. DVD. The Gnomon Workshop.
- 8 3D Matte Painting and Camera Mapping: Matte Painting for Film with Chris Stoski. DVD. The Gnomon Workshop
- 9 How do I Import Alpha Textures. Verkkodokumentti. Unity3D. <<http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/HOWTO-alpha.html>>. 10.10.2012. Luettu 2.3.2013.
- 10 Camera Map Modifier (Object Space ). Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/files/GUID-41624ECB-C379-4F81-8782-3F432050A107.htm>>. Luettu 16.4.2013.
- 11 CameraMapGemini #4 - Setting up multiple projections with CameraMapGemini. 2012. Verkkodokumentti. Vimeo. <<http://vimeo.com/41247686>>. Katsottu 19.3.2013.
- 12 CameraMapGemini #3 - Map Channel & Material IDs explained. 2012. Verkkodokumentti. Vimeo. <<http://vimeo.com/39253517>>. Katsottu 19.3.2013
- 13 Agarunov, Emil. 2010. The History of Matte Painting – Basix. Verkkodokumentti. <<http://psd.tutsplus.com/articles/theory/the-history-of-Matte-painting-basix/>>. 28.9.2010. Luettu 19.3.2013.

- 14 Seymor, Mike. 2006. Matte Painting Part 4: Future of Matte Painting. Verkkodokumentti. <[http://www.fxguide.com/featured/matte\\_painting\\_part\\_4\\_future\\_of\\_matte\\_painting/](http://www.fxguide.com/featured/matte_painting_part_4_future_of_matte_painting/)>. 6.3.2006. Luettu 19.3.2013.
  
- 15 TheFoundryChannel. 2010. MARI: An Introduction – Part 1 of 3. Verkkodokumentti. Youtube. <<https://www.youtube.com/watch?v=X3WskWrQh4E>>. 7.5.2010. Katsottu 19.3.2013.
  
- 16 Seymor, Mike. 2012. The Hobbit: Weta returns to Middle-earth. Verkkodokumentti. <<http://www.fxguide.com/featured/the-hobbit-weta/>>. 14.12.2012. Luettu 26.3.2013.

## Kuvasarja lopullisesta animaatiosta

Lopullinen animaatio 30 kuvaruudun välein. Kuvasarjassa voidaan nähdä, kuinka kamera siirtyy kohti maisemaa.



