



Iiris Juvonen

Mattemaalaus erikoistehosteena

Mattemaalaustekniikat VFX-tuotannoissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi (AMK)

Viestinnän tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

17.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Iiris Juvonen
Otsikko:	Mattemaalaus erikoistehosteena
Sivumäärä:	48 sivua + 2 liitettä
Aika:	17.4.2023
Tutkinto:	Medianomi (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Viestinnän tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Visuaalinen viestintä
Ohjaaja(t):	Lehtori Lauri Huikuri

Mattemaalaus on erikoistehoste, jota käytetään ympäristöjen luomiseen elokuvatuotannoissa. Tässä opinnäytetyössä perehdytään tekniikan historiaan, käyttötarkoituksiin ja siihen, mitä taitoja se vaatii tekijältään. Tarkoituksena on antaa lukijalle kokonaisvaltainen käsitys tekniikan käyttötarkoituksista ja antaa valmiuksia sen toteutukseen. Mattemaalauksen onnistumisen edellytykseksi nostetaan usein realismi, ja opinnäytetyö käsittelee sen saavuttamiseen käytettyjä kuvataiteen perustaitoja, kuten valaistusta ja perspektiivityyppejä. Opinnäytetyössä perehdytään aiheeseen kirjallisuuskatsauksen kaltaisella lähestymistavalla, ja autoetnografisen tutkimuksen keinoja hyödyntäen.

Sopivan kuvamateriaalin etsiminen ja tuottaminen on osa mattemaalaajan työnkuvaa. Kuvapankkien hyödyntäminen on yleistä, ja niiden käytössä on otettava huomioon tekijänoikeudet. Mattemaalaaja hyötyy siitä, että osaa tuottaa omaa materiaalia, ja siihen tarvitaan ymmärrystä kameran ominaisuuksista. Kameratoimintojen hallitseminen auttaa myös digitaalimatten kompositointivaiheessa. Kompositointi on erilaisten visuaalisten elementtien yhdistämistä yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Opinnäytetyössä esitellään kompositointitekniikoista muun muassa värikorjaamista, parallax-efektin toimintaa ja liikkeen trakkäyksen keinoja.

Toiminnallisessa osuudessa käydään läpi kaksi eri lähestymistapaa liikkuvan mattemaalauksen tekemiseen, eli toteutetaan mattemaalaukset 2D-trakkäyksellä ja kameraprojisiolla. 2D-trakkäyksellä yksinkertainen mutta uskottava fantasiaympäristö saavutettiin, mutta kameraprojisiolla realismin taso ja mielenkiintoisen sommitelman aikaansaaminen aiheutti haasteita. Tekoprosessissa korostui erityisesti suunnitteluvaiheen ja värien yhtenäistämisen tärkeys. Sopivan kuva- ja videomateriaalin etsiminen osoittautui työlääksi, mutta merkittäväksi osaksi mattemaalauksen toteuttamista.

Opinnäytetyössä selvisi, että elokuvien ympäristöjen luonnin keinot muuttuvat jatkuvasti. Mattemaalauksen rinnalle elokuvantekoon on tullut virtuaalituotanto, jonka LED-näytöille maisemat tehdään pelimoottoreiden avulla. Lisäksi tekoälyn nopea kehittyminen herättää kysymyksiä sen mahdollisista käyttötavoista mattemaalauksen parissa. Teknologian uusien kehityssuuntien seuraaminen on kannattavaa, jotta mattemaalaaja voi pysyä sopeutumiskykyisenä elokuva-alalla. Mattemaalauksen etuna on sen suhteellinen edullisuus, joten se on edelleen hyvä vaihtoehto ympäristöjen tekemiseen, erityisesti pienen budjetin tuotantoihin.

Avainsanat: mattemaalaus, kompositointi, kameraprojisointi

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Iiris Juvonen
Title: Matte Painting in Visual Effects
Number of Pages: 48 pages + 2 appendices
Date: 17 April 2023

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme: Media
Specialisation option: Visual Communications
Instructor(s): Lauri Huikuri, Senior Lecturer

Matte painting is a visual effects technique that is used in the film industry to create realistic environments. The thesis looks into its history, uses, and the skill set involved in making a matte painting. The aim is to provide the reader with a comprehensive understanding of its uses and point the reader to relevant resources. Realism is often emphasized as a requirement for a successful matte painting. Basic artistic skills used to achieve it are discussed for example lighting and different types of perspective. This thesis explores the topic utilizing autoethnographic research methods and an approach similar to a literature review.

Creating and searching for visual materials is a major part of the digital matte painter's workflow. Using image banks is common and appropriate copyrights must be considered when making a commercial project. The matte painter benefits from being able to produce their own materials which requires an understanding of camera functions. These skills also help in the compositing phase. Compositing is the process of combining various visual elements into a cohesive composition. This study examines compositing techniques such as color correction, parallax effect, and motion tracking.

Two different approaches to creating a digital matte painting are presented in the final project: 2D tracking and camera projection. A simple yet believable fantasy environment was achieved with 2D tracking but reaching the desired level of realism and an interesting composition with camera projection proved challenging. The importance of thorough planning and color correction were emphasized in the process, as well as finding suitable visual materials, which turned out to be unexpectedly time-consuming.

The study revealed that the methods of film environment design are constantly changing. In addition to matte painting, virtual production and the use of artificial intelligence have emerged in filmmaking. The rapid development of AI also raises questions about its potential uses in matte painting. It is beneficial for a matte painter to be adaptable and to try to keep up with new technological developments. The main advantage of matte painting over other techniques is still its cost-effectiveness, making it an attainable option for environmental creation, especially in low-budget productions.

Keywords: matte painting, compositing, camera projection

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Mattemaalauksen kehityshistoria	2
2.1	Lasimatte	2
2.2	Negatiivimatte	3
2.3	Projisoitu matte	4
2.4	Digitaalimatte	7
3	Lähtökohtia mattemaalauksen toteutukseen	11
3.1	Sommittelu	13
3.2	Perspektiivi	14
3.3	Valaistus	17
4	Mattemaalajaajan työkalut	18
5	Digitaalimattetekniikat	21
5.1	Kompositointi	21
5.2	Parallax	25
5.3	Väriavainnus ja rotoskooppaus	26
5.4	Liikkeen trökkäys	28
6	Digitaalimattien tuotanto vaiheittain	30
7	Mattemaalauksen tulevaisuudennäkymiä	40
8	Lopuksi	43
	Lähteet	45
	Liitteet	49
	2D-trätketty mattemaalaus	49
	Kameraprojisoitu mattemaalaus	50

1 Johdanto

Mattemaalaus on erikoistehoste, jossa erilaisia visualisointeja yhdistetään toisiinsa siten, että saadaan aikaan realistinen vaikutelma kuvitteellisesta ympäristöstä tai tilasta. Se mahdollistaa esimerkiksi fantasiamaailmojen visualisoinnin uskottavalla tavalla. Tekniikka ei kuitenkaan ole rajoittunut vain fantasia- tai sci-figenreen, vaan sitä hyödynnetään kaikenlaisissa elokuvissa, tv-sarjoissa ja animaatioissa. Mattemaalausta käytetään muillakin aloilla, kuten esimerkiksi mainonnan ja arkkitehtuurin parissa, mutta tässä opinnäytetyössä keskityn sen soveltamiseen erityisesti elokuvateollisuudessa.

Opinnäytetyössä käsittelen tekniikkaa sen synnystä nykypäivään ja sen käyttötarkoituksia animaatio- ja elokuva-alalla. Opinnäytetyön on tarkoitus antaa lukijalle selkeä käsitys siitä, mitä mattemaalaus on ja mitä sen toteuttaminen vaatii, ja käydä läpi sen keskeisimmät toimintaperiaatteet. Hyödynnän opinnäytetyössä sekä valmiita aineistoja ja kulttuurituotteita että itse toteuttamiani töitä. Luvussa 6 teen kaksi eri mattemaalausta eri tekniikoilla: yhden 2D-träkkäyksellä ja toisen kameraprojisiota hyödyntäen.

Tein opintojen aikana yhden mattemaalauksen kurssityönä, mutta silloisen kurssin aikarajojen sisällä en vielä saanut tarpeeksi tuntuvaa kosketusta sen tarjoamiin mahdollisuuksiin. Valitsin mattemaalauksen opinnäytetyöni aiheeksi, koska haluan siitä ja sen historiasta kattavan kokonaiskuvan itselleni. Koen, että tutustumalla historiaan saan paremman käsityksen tekniikan hyödyntämisestä, ja tarpeesta nykypäivän työelämässä. Tavoitteenani on antaa alan opiskelijoille ja muille alasta kiinnostuneille selkeä yhteenveto aiheesta ja hyvät lähtökohdat oman mattemaalauksen tekemiseen.

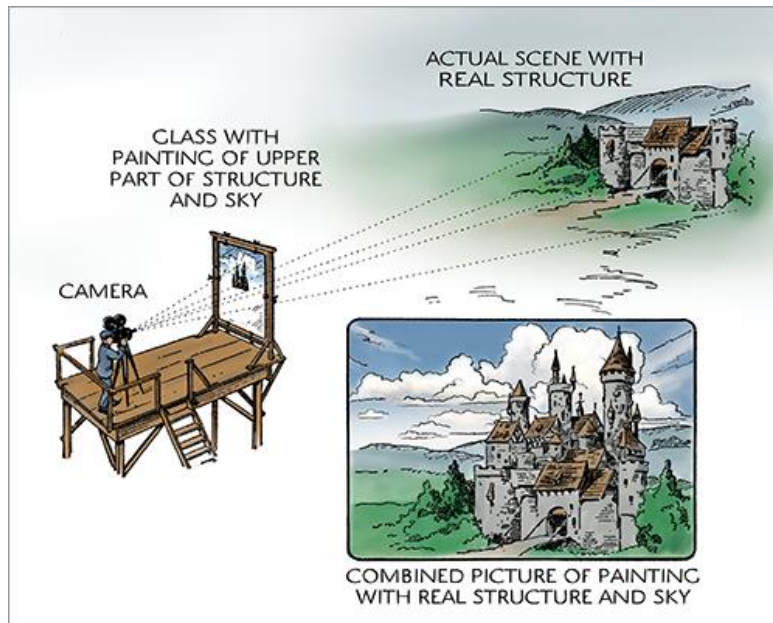
2 Mattemaalauksen kehityshistoria

Tässä luvussa käsittelen pääpiirteisesti mattemaalauksen historian 1900-luvun alusta nykypäivään asti. Vaikka pyrin esittämään tekniikan kehittymisen kronologisessa järjestyksessä, on hyvä tiedostaa, että siirtymät eri vaiheiden välillä eivät tapahtuneet samanaikaisesti kaikkialla. Varhaisia mattemaalauksia ja sen kehittyneempiä versioita käytettiin siis rinnakkain. Valittuun lähestymistapaan vaikutti esimerkiksi elokuvan budjetti ja toteutusaikataulu. Alaluvut on ryhmitelty perinteisen mattemaalauksen yleisimpien tekniikoiden mukaan, mutta ne eivät kata kaikkia sen historiassa käytettyjä toteutustapoja.

Mattemaalaukset (engl. matte painting) on kuva, joka on tehty käyttämällä digitaalisia tai perinteisiä maalaustekniikoita. Sen päämääränä on luoda illuusio ympäristöstä, jota ei ole olemassa, tai kuvauspaikasta, jossa kuvaaminen on muuten mahdotonta tai liian kallista. Lopputuloksen on tarkoitus olla niin realistinen, että katsoja ei huomaa katsovansa maalausta oikean ympäristön sijaan. (Photoshop Creative Staff 2018.) Tekniikkaa käytetään elokuvien jälkikäsittelyvaiheessa, ja sen etuna on sen edullisuus verrattuna isojen 3D-mallinnusten tai hankalien kuvausten tekemiseen.

2.1 Lasimatte

2020-luvulla lähes kaikki mattemaalaukset tehdään digitaalisesti, mutta sen juuret ulottuvat aina elokuvateollisuuden alkuaikoihin asti. Lasille maalattuja kuvia oli aiemmin käytetty valokuvauksessa poistamaan kuvista ei-toivottuja kohteita, mutta liikkuvan kuvan kanssa niitä käytti ensimmäisenä elokuvaohjaaja Norman Dawn. Dawn käytti lasille tehtyjä maalauksia eli lasimattea saadakseen rapistuneista rakennuksista ehjän näköisiä elokuvassaan *The Missions of California* (1907). (Mattingly 2011, luku 1.) Kuva 1 havainnollistaa lasimatten toimintaperiaatetta, eli kameralla kuvataan kohde maalatun lasilevyn läpi, ja valmiissa otoksessa maalaus ja kuvauskohde on yhdistetty filmille.



Kuva 1. Lasimatten kuvausprosessi (Mattingly 2011).

Lasimatten toteuttaminen on työlästä, sillä kameran ja maalattavan lasilevyn täytyy ehdottomasti pysyä paikoillaan kuvausten ajan. Tuulenpuuskakin saattaa aiheuttaa eri tasojen välistä tärinää, jolloin illuusio epäonnistuu. Maalausvaiheessa mattemaalajaan ja hänen assistenttinsa täytyy tarkistaa kameran etsimestä jatkuvasti, että maalattavat elementit osuvat kohdilleen. Lasimattet vaativat huolellista suunnittelua etukäteen, että kuvauspäivänä saadaan maalattua kohtauksen vuorokaudenaikaan sopivat valot ja varjot. Varsinainen kuvaus pitää tehdä nopeasti, sillä varjot käyvät yhteen maalauksen ja kuvauskohteen välillä vain noin tunnin ajan, ennen kuin ne ovat liian erilaiset keskenään. (Rickitt 2006, 189–191.)

2.2 Negatiivimatte

Norman Dawn jatkoi työtään mattekniikoiden edistämiseksi, ja vuonna 1918 hän patentoi kehittämänsä negatiivimatten (engl. original negative matte painting). Negatiivimatte eroaa lasimattesta niin, että siinä peitetään mustalla ne kohdat, joihin halutaan lisätä maalattavia osia. Musta väri estää filmin valottumisen, ja juuri näitä filmistä peitettyjä kohtia kutsutaan matteksi. (Mattingly 2011, luku 1.)

Tämän jälkeen kuvatusta filmistä leikataan muutama ruutu irti, ja ne projisoidaan studioympäristössä uudelle lasille tai maalattavalle alustalle. Kuvauksissa peitetyille alueille maalataan haluttu ympäristö, ja tällä kertaa filmin jo valottuneet alueet peitetään mustalla toisen valottumisen estämiseksi. Kun maalaus on valmis, se valotetaan yhdessä filmin kanssa niin, että ne muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. (Rickitt 2006, 191–193; Walker 2016.) Kuvasta 2 näkee, miten tausta on matattu pois mustalla ja tilalle maalattu linnamaisema.



Kuva 2. Kuvan taka-ala on luotu negatiivimattea hyödyntäen (Rickitt 2006).

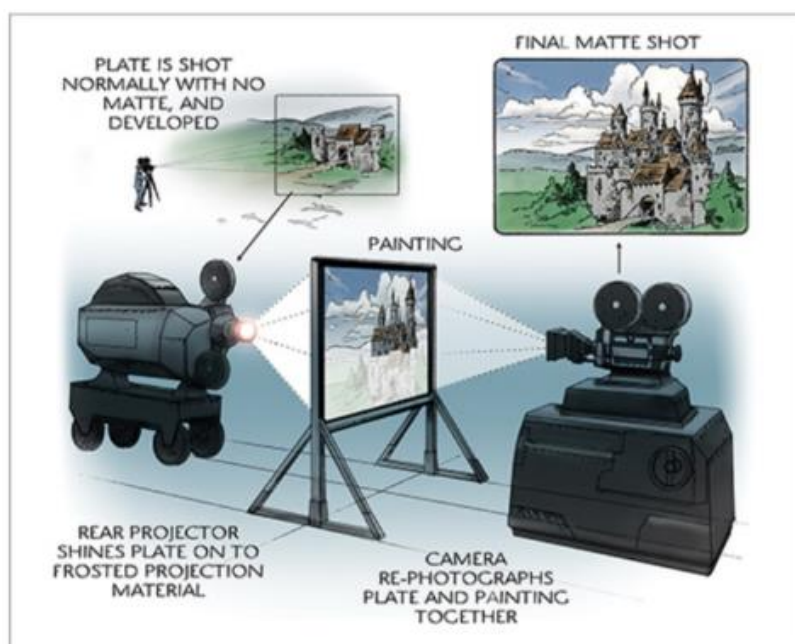
Käytännössä negatiivimatten hyöty suhteessa lasimatteen on se, että se mahdollisti maalaamisen kiireettömästi ja sisätiloissa. Elokuvaan oli helpompi saada aikaan oikeanlainen valaisu ja kontrasti, kun maalaaja pystyi koko ajan näkemään projisoidusta kuvasta, miltä kohtaus näyttää. Niistä saatiin myös yksityiskohtaisempia, kun maalausta ei enää tehty paikan päällä kuvauksissa. Negatiivimattella oli kuitenkin huonot puolensa, sillä aiemmin valotettu filmi piti valottaa toisen kerran, jotta saavutettaisiin haluttu lopputulos. Pienikin virhe maalauksen ja filmin yhdistämisessä saattoi aiheuttaa sen, että alkuperäinen filmi menee pilalle, ja joudutaan tekemään kalliita uudelleen kuvauksia. (Rickitt 2006, 190–193.)

2.3 Projisoitu matte

Projisoitu matte (engl. rear projection matte) on tapa yhdistää filmi ja maalaus hyödyntämällä projektoria. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että filmi kuvataan

normaalisti ilman mattea ja maalaus tehdään erikseen kuvatun materiaalin perusteella. Sen jälkeen ne kuvataan yhdessä uudelleen. (Mattingly 2011, luku 1.) Projisoituja matteja alettiin hyödyntää elokuvatekniikoiden kehittyessä 1930-luvulla, ja ne olivat laajassa käytössä elokuva-alalla aina digitaalimatten yleistymiseen asti. Projisointia käytettiin myös liikkuvien filmien etu- ja taka-alan yhdistämiseen. (Rickitt 2006, 193–196; Shields 2020.)

Filmi valotetaan, ja sen jälkeen se projisoidaan lasilevylle takaapäin. Lasilevyn toiselle puolelle maalataan tarvittava maalaus, ja kun se on valmis, maalamattomien pintojen kohdalle asetetaan huurrettua lasia. Ilman huurrettua lasipintaa projisoitu filmi ei näkyisi lasin pinnalla, vaan se menisi siitä läpi. Tämän jälkeen lasilevyn etupuolella kuvataan aikaansaatu maalauksen ja filmin yhdistelmä, kuten kuvassa 3. Käytännössä on vaikeaa saada tasapainoinen lopputulos vain yhdellä valotuksella, joten usein maalaus ja filmi kuvattiin erikseen filmille ja yhdistettiin valottamalla ne kahdesti. (Rickitt 2006, 193–196; Mattingly 2011, luku 1.)



Kuva 3. Kuva havainnollistaa takaapäin tehtävän matteprojisoin toimintaa (Mattingly 2011).

Projisointimattea käytettiin rinnakkain aiemmin käytettyjen mattetekniikoiden, sekä esimerkiksi pienoismallierikoistehosteiden kanssa. Erityisesti *King Kong*

(1933) on tunnettu mattemaalaus- ja projisiotekniikoiden monipuolisesta hyödyntämisestä. Elokuva pidetään merkittävänä teoksena erikoistehosteiden historiassa. Kuva 4 on esimerkki elokuvan kohtauksesta, jossa viidakko on luotu yhdistämällä siihen useampaa lasille maalattua maalaustasoa sekä pienoismallikasvillisuutta. (Videoartlex 2014.)



Kuva 4. Kohtaus elokuvasta King Kong (1933) (Videoartlex 2014).

Projisoidun matten hyöty on erityisesti se, että tekniikassa voi käyttää useampaa projektoraa. Se on hyödyllinen lisä sellaisten kohtausten luomiseen, joissa on monta pientä liikkuvaa aluetta. Projektoreita voi myös siirtää, ja filmiä voi projisoida lisää tarvittaviin kohtiin. (Rickitt 2006, 193–196.) Takaprojisiossa etualalla olevat näyttelijät pystyivät näkemään projisoitavan kuvan ja siten reagoimaan siihen uskottavasti (Videoartlex 2014).

Takaapäin projisoidun matten rinnalle kehitettiin tekniikka, jossa sekä kamera että projektori ovat samalla puolella lasilevyä. Maalaus ja filmi yhdistetään hyödyntämällä tarkkoja kulmia, puoliläpäisevää peiliä sekä heijastavaa kangasmateriaalia. Etupuolelta projisoidulla mattella (engl. front projection matte) saadaan aikaan parempilaatuista kuvaa, mutta se on monimutkaisempi toteuttaa kuin takaprojisoitu matte. Etuprojisoidun suosio nousi vähitellen 1960-luvulla elokuvateknologian kehittyessä, ja esimerkiksi lähes kaikki mattemaalaukset elokuvasta

Imperiumin vastaisku (1980) toteutettiin etuprojisiona. (Rickitt 2006, 193–196; Shields 2020.)

2.4 Digitaalimatte

Mattetekniikat pysyivät samankaltaisina 1990-luvun alkupuolelle asti, jonka jälkeen tietokonegrafiikalla toteutetut kuvat alkoivat saada jalansijaa elokuva-alalla. Erityisesti Adobe Photoshop -ohjelmiston julkaisu vuonna 1990 kiihdytti tekniikan digitalisaatiota, ja jo vuosituhannen vaihteessa suurin osa mattemaalauksista tehtiin digitaalisena. *Titanic* (1997) on yksi viimeisistä isoista elokuva-tuotannoista, joissa käytettiin perinteisiä maalaustaustoja. Ensimmäistä kertaa digitaalimattea käytti mattemaalaaja Chris Evans, *Sherlock Holmes* -elokuvassa *Pelon pyramidi* (1985). (Rickitt 2006, 203–209.)

2000-luvun jälkeen erikoisefektitaustat on lähes poikkeuksetta tehty alusta loppuun tietokoneella, ja on tavallista, että kompositio koostuu jopa sadoista eri elementeistä. Photoshopissa luodut kaksikulotteiset kuvat voidaan yhdistää 3D-geometriaan, ja saadaan aikaan matteja, jotka liikkuvat ja vaihtavat perspektiiviä. (Mattingly 2011, luku 1.) Mattemaalaajan työnkuva ei koostukaan enää pelkästä maalaamisesta, vaan he hyödyntävät muun muassa valokuvia työssään. Digitaalimatte on siis usein kollaasimainen kooste valokuvia ja digitaalisesti maalattuja elementtejä.

Käytännössä digitaalimatte nopeutti kuvantekoprosessia suhteessa perinteisiin tekniikoihin, ja sillä saa aikaan realistisempaa jälkeä kuin aiemmin (Nazon 2019). Lisäksi se mahdollistaa useiden maalaustasojen (engl. layers) käyttämisen. Muutosten tekeminen jälkikäteen helpottuu huomattavasti, kun kaikki maalatut elementit ovat omilla tasoillaan. Tasoja voidaan esimerkiksi lisätä takalalle paremman syvyysvaikutelman saamiseksi, kun aiemmin sama asia olisi vaatinut koko taustan uudelleenmaalaamista. Valokuvien hyödyntäminen auttaa uskottavan illuusion luomisessa, kun kaikkia tekstuureja ei enää tarvitse maalata käsin ja elementtien siirtäminen haluttuihin kohtiin käy helposti. (Rickitt 2006, 203–209.)

Perinteisesti toteutetut mattemaalaukset ovat kameran liikkeen suhteen hyvin rajoitettuja, ja vain hienovaraiset kameran liikkeet ovat mahdollisia. Maalattua tasoa kuvatessa ei synny kameran liikkeestä aiheutuvaa perspektiivimuutosta. Otokseen on mahdollista saada lisää liikettä kuvaamalla pienoismalleja 2D-kuvan ja projisoidun filmin edessä. (Rickitt 2006, 206–207.) Pienoismalleja käytetään yhdessä myös digitaalimatten kanssa, kuten tehtiin elokuvasarjassa *Taru Sormusten Herrasta*. Kuvan 5 haltiaikaupunki Rivendellistä rakennettiin pienoismalli, ja sen ympäristö luotiin mattemaalauksilla.



Kuva 5. Miniatyyri ja mattemaalaukset yhdistettynä otokseen *Taru sormusten herrasta* -elokuvatrilogiassa (Cole i.a.).

Pienoismalleja käyttämällä voidaan varmistaa realismin taso, sillä karkeallakin pienoismallilla voidaan saada hyvä ymmärrys eri valaisutilanteiden vaikutuksista kohteeseen. Mattemaalaja voi lisätä pienoismalliin yksityiskohtia jälkikäsittelevä vaiheessa. 3D-mallien etu pienoismalleihin nähden on se, että yhtä 3D-mallia voi käyttää samanaikaisesti useampi henkilö, kun taas pienoismallit pitää kuvata yksi kerrallaan, mikä voi olla hidasta. (Okun & Zwerman 2021, 507–508.)

3D-ohjelmien kehittyminen mahdollisti monimutkaisetkin kameran liikkeet mattemaalauksissa. Yksinkertaista 3D-geometriaa ja kameraprojisointia käyttämällä saadaan rakennettua uskottavia 3D-ympäristöjä. Kameraprojisointi toimii niin, että 3D-ohjelmassa luodaan kamera, joka vastaa maalauksen kuvakulmaa. Jokaiselle elementille tehdään oma 3D-pinta, jolle projisointikamera heijastaa sitä vastaavan kuvatekstuurin, ja nämä 3D-pinnat asetetaan oikeisiin kohtiin syvyysakselille. Sen jälkeen ohjelmassa lisätään toinen ei-projisoiva kamera, jolla saadaan kuvattua kameraliike. (Johnson 2010.) Tätä 2D- ja 3D-animaation yhdistelmää eli 2.5D-animaatiota käytettiin muun muassa *Kong: Skull Island* -elokuvan (2017) ympäristöjen luomiseen, josta on esimerkki kuvassa 6. Kuvan oikeassa alakulmassa on 3D-geometria, jolle mattemaalauksella projisoitiin Nuke-ohjelmalla (Ely 2021).

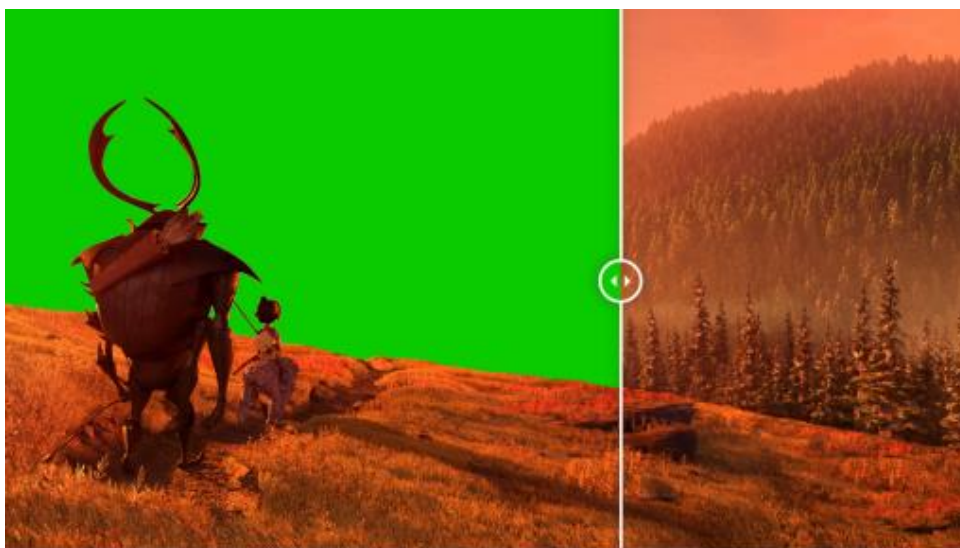


Kuva 6. 2.5D-ympäristö elokuvasta Kong: Skull Island (2017) (Ely 2021).

3D-geometrialle projisoitujen ympäristöjen kameraliike ei kuitenkaan ole täysin rajaton, sillä liian liioitellut liikkeet voivat paljastaa tekstuurien kaksikulotteisuuden. Mitä enemmän liikkuvan kameran kamerakulma vaihtuu projisointikameran

kamerakulmasta, sitä enemmän kuvaelementtien reunoja tulee esille, ja otokseen voi syntyä aukkoja sekä tekstuuripintojen venymää. Niitä voidaan estää tekemällä uusi projisio samalle geometrialle sen kuvaruudun kohdalla, jossa vääristymää tai reikiä alkaa tapahtua. Useamman projisioon myötä kameraliike voi olla monimutkaisempi. Tällöin voi kuitenkin olla käytännöllisempää rakentaa kokonainen 3D-ympäristö, jossa kamera voi liikkua rajoituksetta mihin suuntaan tahansa. (Okun & Zwerman 2021, 510, 513.)

Kameraliikkeen monimutkaisuus ei kuitenkaan ole mikään edellytys, vaan yksitavallisimmista käyttötarkoituksista on kohtauksen laajentaminen (engl. set extension), joka tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että kuvattua tai 3D-mallinnettua ympäristöä laajennetaan maalatulla lisäosalla, kuten puilla tai rakennuksilla (Nazon, 2019). Kuvassa 7 näkyvää otosta elokuvasta *Kubo ja samuraiseikkailu* (2016) on laajennettu lisäämällä taka-alalle metsätausta. Toinen yleinen tapa hyödyntää mattemaalausta on maalata epätoivottuja kohteita pois filmistä, kuten ihan ensimmäisissä Norman Dawnin lasimatteissa.



Kuva 7. Taka-alalle lisätty tausta elokuvasta *Kubo ja samuraiseikkailu*. (Beckley 2016).

Mattemaalaajat saavat usein työstettäväksi erilaisia maisemia, jotka eivät välttämättä esiinny ruudulla muutamaa sekuntia pidempään (Rickitt 2006, 203). Tyyppillinen toimeksianto on esimerkiksi taivaan muuttaminen elokuvan tarpeiden

mukaiseksi (Nazon 2019). Tekniikkaa voi käyttää siis hyväkseen myös pienten visuaalisten muutosten tekemiseen.

3 Lähtökohtia mattemaalauksen toteutukseen

Luvussa 2 käsittelin mattemaalauksen kehityshistoriaa keskittyen tekniseen toteutukseen. Tässä luvussa keskityn onnistuneen kokonaisuuden edellytyksiin ja sen tekemiseen tarvittavaan osaamiseen. Vaikka teknologian jatkuva muutos onkin muuttanut kuvan koostamisen keinoja, tekniikan päämäärä on pysynyt samanlaisena koko sen historian ajan: luoda illuusio tilasta, jota ei ole olemassa.

Onnistuneen mattemaalauksen kriteeriksi asetetaan usein realismi, ja realismilla tarkoitetaan sitä, että lisättävien kuvien tyyli sopii elokuvaan niin, että niitä ei erota muusta kuvamateriaalista. Dreamworksin 3D-animoiduissa elokuvissa on voitu käyttää enemmän taiteellista vapautta kuin perinteisesti kuvatuissa elokuvissa, sillä realismin taso ei ole yhtä vaativa (Moltenbrey 2006). Fotorealismiin tähtäämällä ei siis aina päästä parhaimpaan mahdolliseen tulokseen, vaan elokuvan tyyli ja genre pitää myös ottaa huomioon saumattoman lopputuloksen saavuttamiseksi.

Katsojalle luodun immersion saa siis helposti rikottua, jos tekijän tekninen osaaminen ei ole tarpeeksi hyvällä tasolla. Kuvassa 8 on kuuluisa kohtaus elokuvasta *Ihmemaailma Oz* (1939), jossa katsojan on helppo erottaa, mikä on filmiä ja mikä maalausta, sillä niiden välinen realismin taso ei kohtaa. Toisaalta katsojien odotukset erikoisefektien tasosta ovat kehittyneet rinnakkain elokuvateknologian kanssa (Shashank 2022). 2020-luvun elokuvayleisöllä on eri standardi realismille kuin 1930-luvun yleisöllä. Filmin ja maalauksen välistä realismin eroa voidaan käyttää visuaalisena tehokeinona.



Kuva 8. Smaragdikaupunki elokuvasta *Ihmemaailma Oz* (McKittrick 2019).

Perinteisissä mattemaalauksissa yksityiskohdat ja niiden määrä on merkitsevä tekijä niiden uskottavuudessa. Jos yksityiskohtia on liian paljon, katsoja saattaa kiinnittää niihin liikaa huomiota ja huomata katsovansa maalausta. Ne voivat olla jopa impressionistisen näköisiä läheltä katsottuna, sillä maalaaja haluaa jäljitellä sitä, miten ihmissilmä näkee kaukana olevat asiat, eikä sitä, kuinka ne oikeasti ovat. (Rickitt 2006, 196–199.) Jos maalaus on ruudulla pitkään, yksityiskohtia pitää tehdä enemmän (Case & Topolos 2022).

Maalatun taustan pitää olla ruudulla niin pitkään, että yleisö ymmärtää mistä on kyse, mutta ei niin pitkään, että he ehtivät huomioida sen ongelmia. Jos niin käy, koko kohtauksen realismi menee pilalle, ja illuusio fantasiamaailmasta tuhoutuu. Perinteisin keinoin tehdyt mattemaalaukset vaativat tekijältään lähes täydellistä tietämystä maalaustekniikoista ja -materiaaleista. (Rickitt 2006, 196–197.)

Digitaalimattet sen sijaan ovat useimmiten sekoitus valokuvakollaasia, digitaalista taidetta ja 3D-grafiikkaa. Korkeatasoinen realismi voidaan saavuttaa nopeammin ja helpommin kuin aiemmin, koska ohjelmistojen käyttö ei vaadi tekijältään yhtä perinpohjaista realistisen maalaustaiteen asiantuntemusta. Mattemaalaja voi entistä enemmän keskittyä vain esteettiseen puoleen, koska yhdestä

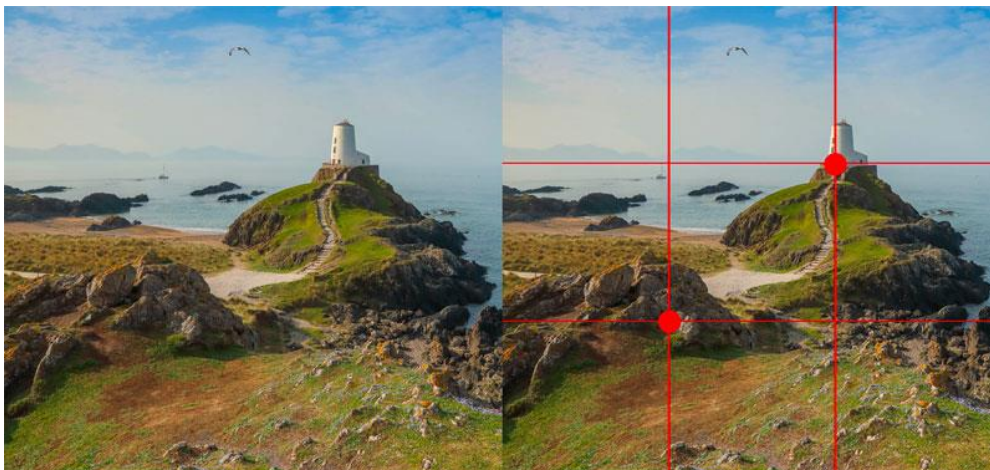
maalauksesta voidaan tehdä nopeasti ja vaivattomasti useita versioita. (Okun & Zwerman 2021, 504, 510.) Digitaalijan mattemaalajalla tulee kuitenkin edelleen olla hallussaan hyvät kuvataiteen perustaidot, joista itse nostan tärkeimmiksi sommittelun, perspektiivin ja valaistuksen.

3.1 Sommittelu

Sommittelu on usein ratkaiseva tekijä täydellisen epäonnistumisen ja saumattoman otoksen välillä. Sommittelulla tarkoitetaan elementtien asettelua kuvassa niin, että ne saavat aikaan harmonisen kokonaisuuden, joka johdattelee yleisöä katsomaan kohtauksessa haluttuun kohtaan ilman, että se tuntuu väkinäiseltä. Mattemaalauksia sommitellessa pitää muistaa se, että ne yritetään usein, muttei aina, sovittaa filmattuun materiaaliin saumattomasti. (Okun & Zwerman 2021, 505–506.)

Kuvattu filmi määrittää tiettyjä sommitelman aspekteja, kuten millainen perspektiivi kuvassa on tai mistä suunnasta valo tulee. Mattemaalajan ja ohjaajan välinen sujuva yhteistyö ja kommunikaatio on tärkeää, että maalauksia hyödyntävät otokset kuvataan oikein, ja toisaalta että kohtauksista saadaan tarpeeksi informaatiota ohjaajan taiteellisen vision toteuttamista varten. (Okun & Zwerman 2021, 501.) Jos jälkikäsittelevaihetta ei oteta kunnolla huomioon filmimateriaalia kuvattaessa, sommittelusta voi tulla vaikeaa.

Mattemaalaukset ovat usein maisemia, joten sellaista tehdessä kannattaa ymmärtää ainakin muutamia niiden sommitteluun liittyviä keskeisiä termejä ja ohjeita. Sommittelussa kohdepiste (engl. focal point) on se kohta maalauksesta, johon katsojan silmä hakeutuu. Yksi lähtökohta on sijoittaa sommitelman kohdepisteet kolmanneksen säännön mukaan: kun kanvaasin jakaa kolmeen osaan sekä pysty- että vaakasuuntaan ja asettaa maalauksen kohdepisteen niiden risteymiin, saa aikaan dynaamisen sommitelman. Kuvassa 9 on sommitelma, joka hyödyntää kahta vastakkaista kohdepistettä. (Vloothuis 2022.)



Kuva 9. Kolmanneksien sääntö maisemavalokuvassa. Kaksi kohdepistettä johdattaa katseen diagonaalisesti tietä pitkin majakkaan. (Fussell 2020.)

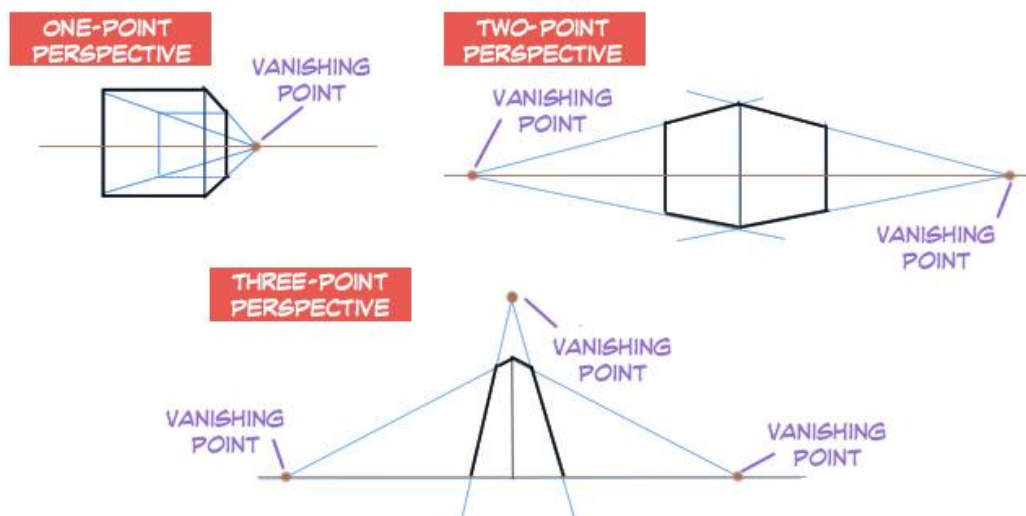
Hyvässä sommitelmassa kohdepiste on usein kontrastisempi kuin maalauksen muut alueet, ja kohdepistettä ympäröivät elementit johdattelevat katsetta sitä päin. Jos kuvassa on useampi kohdepiste, toisen niistä kannattaa olla kooltaan pienempi, etteivät ne kilpaile keskenään. Toinen hyvä sommitteluperiaate on asettaa horisonttiviiva joko kanvaasin ylä- tai alaosaan, sillä sen asettaminen keskelle katkaisee maalauksen kahtia ja saa sommitelman näyttämään lattealta. (Vloothuis 2022.)

3.2 Perspektiivi

Perspektiivin hallitseminen on erityisen tärkeä taito, ja mattemaalaajan pitää osata löytää horisonttiviiva ja pakopisteet mistä tahansa otoksesta. 3D-ohjelmia voidaan hyödyntää monimutkaisten otosten perspektiivilinjojen ja pakopisteiden löytämiseen, ja niillä voi säästää aikaa tuotannossa. (Okun & Zwerman 2021, 504.) Uskoisin, että ohjelmien käyttö voi olla haastavaa, jos ei ymmärrä yleisimpiä perspektiivityyppejä. Erityisesti tilanteissa, joissa perspektiivi ei perustu filmimateriaaliin, vaan se rakennetaan itse kuvista.

Linearisessa perspektiivissä suuntaa tai suuntia, joita kohti kuvan elementit pienenevät, kutsutaan kuvan pakopisteiksi. Yleisimpiä ovat yhden tai kahden pakopisteen perspektiivit, mutta välillä niitä voi olla myös kolme. (Allan 2020.) Kuvasta 10 voidaan huomata, että yhden ja kahden pakopisteen perspektiivissä

pakopisteet osuvat aina horisonttiviivalle. Perspektiivityyppejä on olemassa enemmänkin, mutta en käsittele niitä tässä opinnäytetyössä, sillä nämä kolme esimerkkiä ovat aiheelle olennaisimmat.



Kuva 10. Perspektiivit määrittyvät pakopisteiden määrän mukaan (Yamanaka 2020).

Yhden pakopisteen perspektiivi on helppo tehdä, sillä kaikki linjat osoittavat samaan suuntaan. Sitä käytetään esimerkiksi käytävien ja huoneiden kuvaamiseen, kun taas kahden pisteen perspektiivi sopii paremmin rakennusten kuvaamiseen ulkopuolelta. Kahden pisteen perspektiivissä kaikki pystysuorat viivat ovat kohtisuorassa horisonttiviivaan nähden. Kolmen pisteen perspektiivissä horisonttiviivan ylä- tai alapuolelle sijoitetulla pakopisteellä saadaan vaikutelma korkeusvääristymästä (engl. height distortion), joka syntyy, kun kamera katsoo kohdetta joko ylä- tai alakulmasta. Vääristymää syntyy, jos pakopisteitä on useita, ja ne ovat liian lähellä toisiaan. (Yamanaka 2020.)

Tärkein asia matemaalasta rakentaessa valokuvista on se, että eri lähteistä otettujen kuvien horisonttiviivat täsmätään keskenään. Kun kuvien horisonttiviivat asettaa samaan kohtaan, saadaan aikaan realistisempi ympäristö. Horisonttiviivan täsmääminen kannattaa pitää mielessä jo kuvamateriaalia etsiessä, sillä mitä lähempänä toisiaan valokuvat ovat perspektiivin suhteen, sitä monipuolisemmin niitä voidaan hyödyntää. Jos aiheena on luonnollinen ympäristö kuten

vuoristomaisema, maan muodot sallivat enemmän virhemarginaalia perspektiivin asetteluun. Näin ei voi sanoa esimerkiksi arkkitehtuuripainotteisista kaupunkikuvista, joissa perspektiivivirheet on helppo löytää selkeiden linjojen joukosta. Horisonttiviivan kohdistamisen lisäksi kuvien eri elementit pitää osata suurentaa tai pienentää oikeaan mittakaavaan, jotta perspektiivi kuvassa saadaan toimimaan. (Allan 2020.)

Ilmaperspektiivillä eli atmosfäärillä perspektiivillä tarkoitetaan syvyysvaikutelmaa, jossa mitä kauemmaksi maisemaan mennään, sitä enemmän ilmakehän partikkelit vaikuttavat kappaleiden kontrastiin ja valööriin. Kontrastin määrä vähenee, ja tummat alueet sävyttyvät ilmakehän värin mukaan. Atmosfäärisiä efektejä ovat esimerkiksi sumu, pöly, vesihöyry ja ilmansaasteet. Jos kohtaus sijoittuu ympäristöön, jossa ei ole ilmakehää (kuten kuu), niin atmosfääristä perspektiiviäkään ei esiinny. (Brinkmann 2008, luku 2; Vloothuis 2022.) Kuvassa 11 sumu helpottaa puiden välisen etäisyyden hahmottamista verrattuna selkeään säähän (Brinkmann 2008).



Kuva 11. Ilmaperspektiivin vaikutus syvyysvaikutelmaan (Brinkmann 2008).

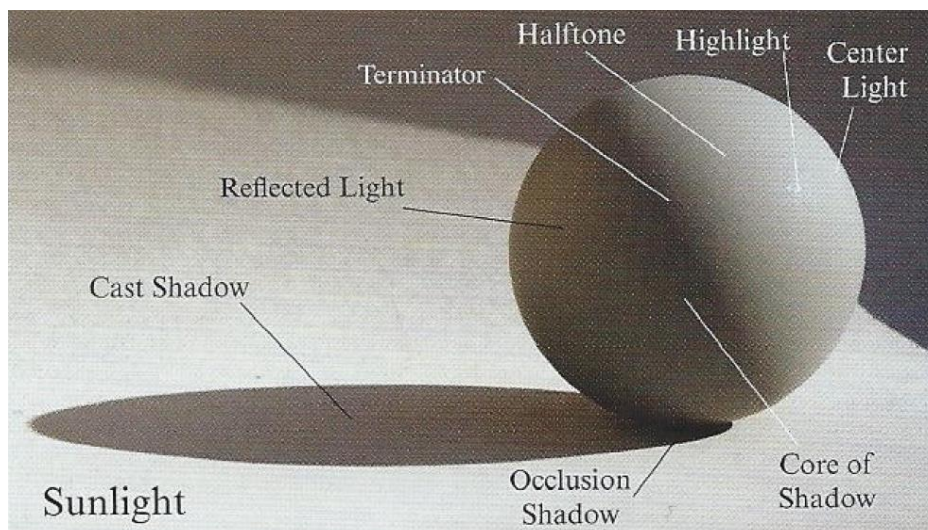
Realistisen syvyysvaikutelman luominen on keskeinen osa perspektiivivaikutelman onnistumisesta. Kuvaan voi luoda syvyyttä ilmaperspektiivin lisäksi elementtien päällekkäisyydellä ja oikeanlaisilla kokosuhteilla. (Brinkmann 2008, luku 2.)

Sommitelmaa tehdessä syvyystasoja kannattaa olla vähintään kolme, eli etuala, keskiala ja taka-ala, niin kuva ei jää liian kaksiulotteiseksi.

3.3 Valaistus

Kuvan koostamista edistää se, että sen tekijä ymmärtää, miten valo vaikuttaa ympäristöönsä eri tilanteissa. Maisemamaalauksissa pitää olla ainakin yksi pääasiallinen valonlähde, joka on useimmiten aurinko tai kuu. Sisätiloissa voi olla useampia valonlähdeitä, jotka valaisevat samassa tilassa olevia asioita ja esineitä eri tavalla, mutta maisemissa valon suunnan täytyy olla johdonmukainen läpi koko kuvan. (Mattingly 2011, luku 6.) Jos mattemaalauksessa rakennetaan valokuvista, kannattaa alusta alkaen etsiä kuvia, joissa valaisu on samankaltainen kuin täsmättävässä kuvassa tai videomateriaalissa. Jos otos sijoittuu auringonlaskun aikaan, ei kannata käyttää kuvia, joissa on keskipäivän valaistus. (Allan 2020.)

Valoa käsitellessä pitää ottaa huomioon erityyppiset varjot. Kuvassa 12 havainnollistetaan geometrisellä muodolla erilaisia kappaleeseen syntyviä varjoja, kun siihen osuu suoraa auringonvaloa. Suora auringonvalo on kovaa valoa, joka tarkoittaa valoa, joka tulee keskittyneestä valonlähteestä, ja saa aikaan tummia varjoja ja kirkkaita huippuvaloja. Suorassa auringonvalossa valo ja varjo jakautuvat voimakkaasti kahteen eri puoleen, ja kappaleeseen syntyy vahva kontrasti. Pilvisellä säällä taas vallitsee pehmeä valo, joka tarkoittaa valoa, joka tulee laajalta alueelta hajavalona. Sen seurauksena varjon ja valon välinen kontrasti on pienempi, ja valo hajaantuu kappaleessa tasaisemmin. (Gurney 2010, 46–50, 214–217.)



Kuva 12. Varjon ja valon termistöä (Gurney 2010).

Varjot voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: kappaleen sisäiset ja ulkoiset varjot. Valon osuessa kappaleeseen, sille muodostuu valo- ja varjopuoli, ja samalla se estää valon pääsyn jollekin toiselle pinnalle, eli siitä syntyy heittovarjo. Heittovarjoon vaikuttaa valonlähteen laatu, eli pehmeässä valossa heittovarjon reuna on sumea, ja kovassa valossa se on terävä. Varjon reuna on sitä pehmeämpi, mitä kauemmas se lankeaa kappaleesta. Tämä ilmiö on tehokas keino syvyyden kuvaamiseen maisemamaalauksissa. (Gurney 2010, 46–50, 214–217.)

Heijastuksia syntyy, kun valo osuu yhteen pintaan, ja kimpoaa siitä toiselle. Kappaleista, joihin osuu suoraa valoa, tulee siis itse valonlähteitä. Nämä kappaleet vaikuttavat niitä lähellä olevien pintojen varjoalueisiin sekä värin, että valoisuuden puolesta. Heijastava valo ei kuitenkaan ole koskaan voimakkaampaa kuin pääasiallisesta valonlähteestä tuleva valo. (Cabrera 2009; Gurney 2010, 66–67, 214–217.)

4 Mattemaalaajan työkalut

Kuvataiteen perustaitojen lisäksi mattemaalaajan pitää osata etsiä sopivaa kuvamateriaalia. Kuvapankit ovat tärkeä resurssi, ja niiden käyttöön liittyy olennaisesti tekijänoikeudet. Kaupallisiin projekteihin pitää aina hankkia niihin sopivat

lisenssit tai sitten käyttää tekijänoikeusvapaata materiaalia. Projektin budjetointiin kannattaa laskea maksullisten kuvapankkien käyttömaksut, sillä sopivien kuvien löytäminen ilmaisista kuvapankeista voi olla yllättävän hidasta työtä. Mattemaalausten tekemistä varten on juuri niille tarkoitettuja kuvapankkeja, joista tunnetuimmat lienevät MattePaint.com ja photobash.co.

Tekijänoikeusvapaita kuvapankkeja on olemassa useita, mutta niiden sisällön laatu vaihtelee paljon. Joskus sopivien kuvien löytäminen niistä voi olla haastavaa, sillä kuvien täytyy olla tarpeeksi korkearesoluutioisia, ja joistakin aiheista kuvia ei välttämättä ole ollenkaan. Toisaalta ne avaavat ovet mattemaalausten tekemiseen suuremmalle ihmisjoukolla, kun niiden tekeminen ei ole lisenssimaksuista kiinni. Laadukkaita tekijänoikeusvapaita kuvapankkeja ovat muun muassa Pixabay, Pexels ja Unsplash. Joillakin kuvapankeilla on käytössä niiden omat lisenssijärjestelmät, joten kuvia ladatessa pitää aina erikseen tarkastaa lisenssin käyttöoikeudet. Kuvia voi silti käyttää tekijänoikeusvapaasti, vaikka ne eivät olisi osa Creative Commons -lisenssijärjestelmää.

Mattemaalausten voi halutessaan tehdä valmiiseen videomateriaaliin, joita löytyy tekijänoikeusvapaasti ainakin Pixabaysta ja Pexelsistä. Huonona puolena niissä on se, että videoista ei ole aina saatavilla kameran tietoja, joilla esimerkiksi kameran trakkäys liikkuvaa mattea varten onnistuisi paremmin. Jos osaa ottaa käyttökelpoisia kuvia ja videoita itse, voi olla järkevää rakentaa pikkuhiljaa omaa kuvapankkia, niin tekijänoikeuksiakaan ei tarvitse sen suuremmin miettiä. Valokuvaaminen auttaa visuaalisen silmän kehittymistä perspektiivin, sommitelun ja ympäristön havainnoinnin suhteen – kaikki taitoja, jotka tukevat realismin saavuttamista (MattePaint Team 2021). Referenssikuvien hakeminen ja käyttäminen on tärkeää, että vältetään virheitä, joita syntyy helposti pelkän muistin varassa työskennellessä (Photoshop Creative Staff 2018).

Jos tuottaa itse tarvitsemansa video- tai kuvamateriaalit, on syytä kiinnittää huomiota kameran asetuksiin, valaistusolosuhteisiin sekä perspektiiviin. Perspektiivin kohdalla se tarkoittaa sitä, että kohteet kuvataan samalta korkeudelta ja samasta kamerakulmasta, ja että linssin polttoväli on yhtenäinen kuvien välillä.

Kameran ominaisuuksista erityisesti tarpeeksi korkealla kuvaresoluutiolla on väliä, että kuvia voi käyttää mahdollisimman monipuolisesti. Kameran tarkennus kannattaa tehdä huolellisesti, koska sumean kuvan terävöittäminen jälkikäteen on vaikeaa. Myös valaisun yhtenäisenä pitäminen vähentää työsarkaa kuvakäsittelyn yhteydessä.

Mattemaalauksissa käytetään 2D-kuvaelementtien lisäksi 3D-malleja, jotka tekijä itse mallintaa ja teksturoi, tai sitten etsii sopivia malleja 3D-mallien markkinapaikoilta, kuten CGTrader.com tai TurboSquid.com. Sivuilta löytyy sekä maksullisia että maksuttomia malleja, mutta kuviin verrattuna ilmaisia, käyttökelpoisia 3D-malleja on saatavilla paljon vähemmän. Mattemaalaajan taitoihin kuuluu yhä enenevässä määrin vaativatkin tekniikat, joihin sisältyy muun muassa sekä orgaanisten että epäorgaanisten ympäristöjen fotorealistinen mallinnus (Okun & Zwerman 2021, 513).

Usein työtiedostot tehdään 150–200 %:n kokoisiksi lopputuloksen kokoon verrattuna, eli jos lopullinen koko on täysteräväpiirto (1920 x 1080), niin työtiedosto on silloin jopa 3840 x 2160. Kuvan pienentäminen isosta koosta pienempään auttaa minimoimaan digitaalisesta maalauksesta syntyneitä epätäydellisyyksiä, ja sillä saa tehtyä yksityiskohtia, joita olisi muuten vaikea maalata käsin. (Johnson 2010). Hyvä muistisääntö on siis työskennellä vähintään kaksinkertaisen kokoisessa tiedostossa. Ennen kuvien koostamista pitää analysoida se, mihin kohtiin matte-elementit sijoitetaan suhteessa kameraan. Mitä lähemmäs kameraliike menee, sitä isommalla resoluutiolla kuvat pitää tehdä. Työn huolellisella suunnittelulla ja kaiken käytetyn kuva- ja videomateriaalin järjestelmällisellä tarkastelulla voi ehkäistä turhaa työtä myöhemmissä vaiheissa.

Mattemaalaajat työskentelevät siis valtavien tiedostojen parissa, ja se vaatii tietokoneelta paljon järjestelmätehoja. Tiedostot kasvavat helposti useiden gigabitien kokoisiksi. Työt pitää suunnitella sen mukaan, miltä asiat näyttävät valkokankaalla tai 4K-näytöllä. (Case & Topolos 2022.) Tietokoneen tulisi olla tarpeeksi tehokas 3D-ohjelmien pyörittämiseen, sekä renderöintiin. Digitaalista

maalaamista varten tarvitaan myös piirtonäyttö tai -tabletti, vaikka ilman sitä mattemaalaus on silti toteutettavissa esimerkiksi pelkästään valokuvista.

Yleisimpiä alalla käytettyjä ohjelmia ovat Adobe Photoshop, 3ds Max, Maya ja Nuke (Nazon 2019). Käytännössä mattemaalauksen voi kuitenkin tehdä monella eri tavalla ja useissa eri ohjelmissa, kunhan tekijällä on käytössään ohjelmat kuvanmuokkaukseen, kompositointiin ja 3D-projisointiin. Ilmaisia avoimen lähdekoodin ohjelmia ovat esimerkiksi Blender, GIMP ja Krita.

5 Digitaalimattetekniikat

Tässä luvussa esittelen muutamia digimattemaalaukseen liittyviä tekniikoita ja termejä, jotka auttavat lukijaa ymmärtämään luvussa 6 käsiteltävän kuvantekoprosessin vaiheita. Nostin tähän lukuun tekniikkaan liittyviä konsepteja, joita avaamalla selvennän sitä, mihin asioihin kannattaa käytännössä perehtyä ennen mattemaalauksen tekemistä. Tavoitteenani on antaa lukijalle tiettyjä avainsanoja eri tekniikoista, joihin he voivat perehtyä enemmän tarpeen vaatiessa.

5.1 Kompositointi

Kompositointi (engl. composition) tarkoittaa elokuva-alalla erillisten visuaalisten elementtien koostamista editointiohjelmassa yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, eli yhdeksi kuvaksi tai sekvenssiksi. Se voi olla niinkin yksinkertaista kuin kahden kuvan päällekkäin asettamista. (Maher 2017.) Tyypillisiä ohjelmia ovat esimerkiksi Nuke, After Effects ja Blender. Kompositoinnin yhteydessä käytetään usein termiä ”live-action plate”, jolla tarkoitetaan komposition alkuperäistä kuva- ja videomateriaalia (Okun & Zwerman 2021, 821). Kuvassa 13 live-action plate on siis se osa kokonaisuutta, jonka tueksi mattemaalaus on rakennettu.



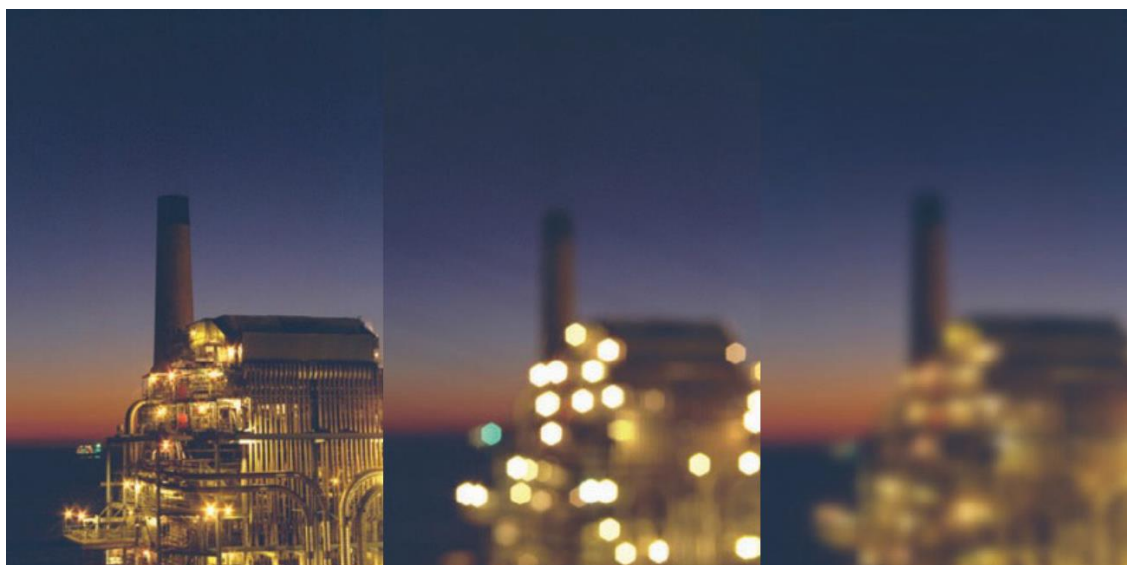
Kuva 13. Otos tv-sarjasta *The Crown* (2016), ennen erikoisefektejä ja sen jälkeen (Nieto i.a.).

Kompositoinnin tarkoitus ei ole tuottaa täydellisiä vaan yhtenäisiä kokonaisuuksia. Uskottavan komposition koostaminen vaatii ymmärrystä siitä, miltä maailma näyttää kameran linssin läpi. Työhön kuuluu kuvien täsmäminen erilaisiin linsivirheisiin ja kameran ominaispiirteisiin, joten kameran perustoimintojen opettelu on kompositoijan edun mukaista. Erityisesti uskottavan syvyysvaikutelman aikaansaaminen kaksikulotteisilla kuvilla on kompositoijalle olennainen taito, ja se saadaan aikaan muun muassa objektien päällekkäisyydellä, suhteellisella koolla, ja syväterävyydellä. (Brinkmann 2008, luku 2.)

Syväterävyysalue (engl. depth of field) on se alue videossa tai valokuvassa, joka näkyy terävänä. Kun kuvassa on kapea syväterävyysalue, vain pieni osa kuvasta on terävää. Siihen vaikuttaa muun muassa kameran aukko, polttoväli ja etäisyys kuvattavasta kohteesta. Pienemmällä aukolla saa suuremman syväterävyysalueen, mutta aukkoa pienentäessä myös valon määrä vähenee, jolloin valotusajat ovat pidempiä. Suppealla syväterävyysalueella voi ohjata katsojan

huomiota haluttuun kohtaan, ja sillä voi saada aikaan luonnollisemman syvyysvaikutelman kompositioon. (Brinkmann 2008, luku 2; Okun & Zwerman 2021, 27, 302.)

Syväterävyyttä voi lisätä kompositointivaiheessa, tai sitten sitä voi säätää 3D-ohjelman sisällä jo renderöintivaiheessa. Huomionarvoista on se, että jälkikäteen gaussian blur -sumennuksella tehty syväterävyys voi näyttää hyvin erilaiselta verrattuna kameralla kuvattuun ”oikeaan” syväterävyyteen. Kuvassa 14 digitaalisesti lisätty sumennus antaa tasaisen lopputuloksen, kun kameralla kuvattu epätarkka alue puolestaan korostaa kirkkaita valoja huomattavasti. (Brinkmann 2008, luku 2.) Ilmiötä voi yrittää jäljitellä kuvanmuokkausohjelmassa käyttämällä lens blur -sumennusta tasaisen sumennuksen sijaan.



Kuva 14. Vasemmalla tarkennettu kohde, keskellä sama kohde tarkkuusalueen ulkopuolella, ja oikealla alkuperäisestä kuvasta digitaalisesti sumennettu versio (Brinkmann 2008).

Kompositio ei voi näyttää uskottavalta, jos sen eri osat eivät ole sävyiltään ja valaistukseltaan yhteensopivia. Värikorjauksella kuvat ja videot täsmätään sävyn, valoisuuden ja kontrastin säädöllä niin, ettei niiden välisiä saumoja voi erottaa toisistaan. (Brinkmann 2008, luku 2.) Tyypillisiä työkaluja ovat kompositointiohjelmien Levels- ja Curves-työkalut, joilla voi säätää jokaista värikanavaa erikseen (Mattingly 2010, luku 7). Niiden lisäksi Photoshopissa on Match Color -toi-

minto, jonka antamien tulosten laatu vaihtelee jonkin verran, mutta parhaimmillaan sen avulla yksittäisen elementin manuaalisen värikorjaamisen voi ohittaa lähes kokonaan. Elokuvan jälkikäsitteilyn loppupuolella tehdään erikseen koko projektin kattava, yhtenäistävä värimäärittely, jolla saadaan aikaan haluttu tunnelma ja visuaalinen ilme (Okun & Zwerman 2021, 452–454).

Värien lisäksi valoon pitää kiinnittää erityistä huomiota. Light wrapping on kompositointitekniikka, jossa etualan objektien reunoille luodaan taustan värejä mukaileva valo. Jos etualan objektilla on liian selkeät reunat, katsoja huomaa heti jonkin olevan pielessä. Siksi kannattaa pehmentää objektin reunoja (engl. edge blur), sillä se helpottaa kuvien yhdistämistä toisiinsa. Kuvaan 15 lisätty light wrap -efekti saa puun ja taivaan sulautumaan yhteen luonnollisemman oloisesti. Tekniikka on erityisen hyödyllinen, kun taustalla on kirkas valo. (Mattingly 2011, luku 12; Katatikarn & Tanzillo 2016, luku 7.)



Kuva 15. Puu ennen ja jälkeen light wrap -efektiä (Mattingly 2011).

Kompositoinnin viimeisiä vaiheita ennen renderöintiä on filmitekstuurin eli grainin lisääminen otokseen. Lisätyt elementit on helppo erottaa live-action platesta, jos niissä ei ole filmitekstuuria. Maalattut osat ovat usein tarkempia kuin video-plate, joten teksturoinnin lisäksi pitää käyttää blur-efektiä, jolla kuva sumennetaan videota täsmääväksi. Sumennus lisätään kuviin ennen tekstuuria, että se pysyy tarkkana. Filmitekstuurin lisääminen vaatii tietokoneelta tehoja, joten se

kannattaa tehdä vasta sitten, kun kaikki muu on jo valmista. (Mattingly 2011, luku 14.) Matte-elementeille pitää lisätä myös live-action platen liike-epäte-rävyyttä (engl. motion blur) vastaava efekti, etteivät ne erotu liian tarkasti ympäristön muihin osiin verrattuna (Okun & Zwerman 2021, 613–613).

Kompositointi tapahtuu useimmiten vasta sitten, kun kaikki tarvittavat matte-elementit on saatu kokoon. Eri tavoilla tehdyt animaatio- ja kuvakokonaisuudet vain saatetaan viimeiseen olomuotoonsa, ja jos niille ei tarvitse tehdä juuri mitään, niin kompositoinnin voi jättää välistä. Esimerkiksi staattisen mattemaalauksen voi tehdä suoraan editointiohjelmassa, jolloin erillistä kompositointiohjelmistoa ei tarvita. Useimmat tämän luvun tekniikoista ovat oikeastaan kompositointitekniikoita, ja niitä käytetään myös muissa yhteyksissä.

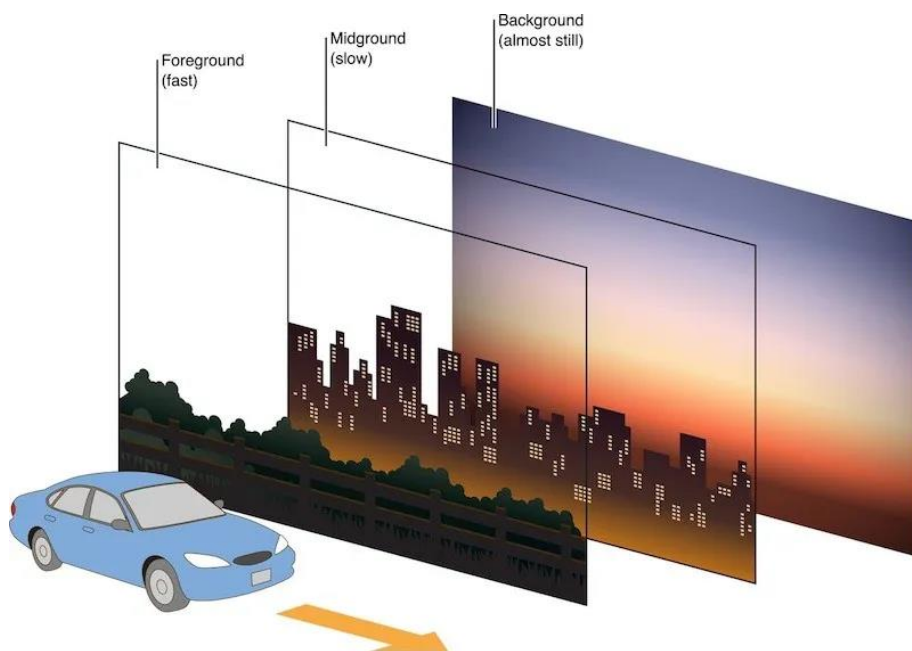
5.2 Parallax

Historiallisesti kameran paikoillaan pysyminen oli käytännössä edellytys erikois-efektioiksi, koska useiden elementtien lisääminen kohtaukseen olisi vaatinut niille kaikille tismalleen samanlaista kameraliikettä. Träkkästekniikoiden kehittymisen myötä se ei kuitenkaan ole enää rajoittava tekijä, ja useat peräkkäiset otokset ilman kameraliikettä voivat vaikuttaa tylsiltä ja epäuskottavilta. Kameran liike on siis usein toivottava lisä kohtaukseen, ja jo hienovarainen liike voi peittää staattisen otoksen epäuskottavuutta. Hyvin ajoitetulla kameran heilahduksella voi jopa peittää mahdollisia virhekohtia, jotka muuten vaatisivat työläitä muutoksia. (Brinkman 2008, luku 8.)

Jos mattemaalauksen tehdään kokonaan kuvista tai siihen tulevassa live-action platessa ei ole kameraliikettä, liike tehdään virtuaalikameralla kompositointi- tai 3D-ohjelmassa. Työtiedoston elementit pitää eritellä toisistaan syvyystasojen mukaan, minkä jälkeen ne asetetaan 3D-tilaan niin, että virtuaalikameraa liikuttaessa tasoihin syntyy parallax-liikettä (Vaka 2014). Tasojen etäisyys ja kameran asetukset määrittelevät parallaxin vahvuuden.

Parallax on visuaalinen efekti, jossa liikkuva kamera saa eri syvyyksissä olevat elementit näyttämään siltä, että ne liikkuvat eri nopeuksilla. Kuvaan voidaan

tehdä vaikutelma 3D-tilasta laittamalla kuvan kaikki tasot syvyysakselille niin, että etuala on lähimpänä, ja taka-ala kauimpana kamerasta. Mitä lähempänä kameraa taso on, sitä nopeammin se vaikuttaa liikkuvan suhteessa kameraan. Efekti on erityisen selkeä kameraliikkuessa sivusuunnassa. (Vaka 2014.) Ilmiö on huomattavissa esimerkiksi katsoessa ulos liikkuvan auton ikkunasta. Kuvassa 16 etuala, keskiala ja taka-ala on eroteltu liikkeen nopeuden mukaan.



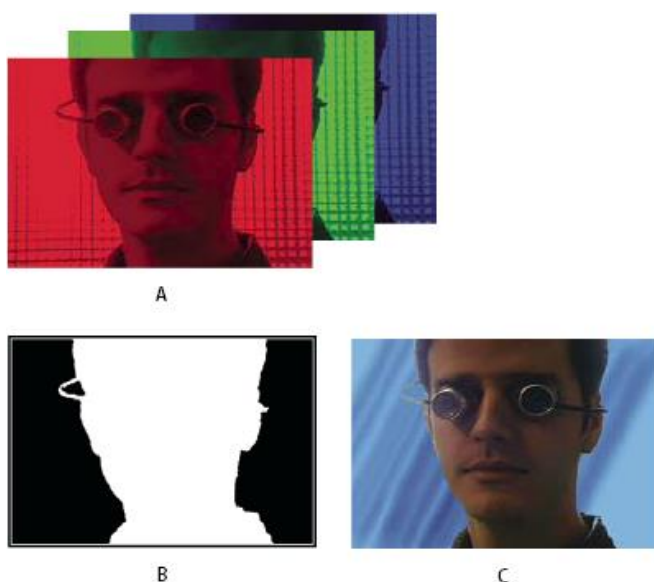
Kuva 16. Parallax-ilmion vaikutus kolmeen eri tasoon (Cleall 2021).

Parallax vaikuttaa mattemaalauksen tekemiseen siten, että kuvaa koostaessa pitää huomioida se, miten paljon kameraliike paljastaa taka-alan tasoja. Näennäisesti piiloon jäävät alueet kannattaa siis maalata, jotta voidaan säästyä myöhemmässä vaiheessa ei-halutuilta rei'iltä tai värivirheiltä. Tasojen ryhmittelyn kanssa pitää olla tarkkana, että oikeat elementit saadaan sijoitettua oikeisiin kohtiin. Kaikkien tasojen selkeä nimeäminen edistää työtiedoston siisteyttä, ja auttaa välttämään huolimattomuusvirheitä.

5.3 Väriavainnus ja rotoskooppaus

Kompositoinnin yhteydessä sanalla ”matte” viitataan kuvan alueeseen, joka on leikattu pois, jotta eri kuvia voidaan yhdistää toisiinsa. Matte kertoo tietokoneelle

harmaasävyisellä kuvalla, mitkä pikselit näkyvät, ja mitkä eivät, eli se toimii samalla tavalla kuin RGBA-kuvan alpha-kanava. Alpha-kanavaa käytetään usein mattena, mutta matte voi olla mikä tahansa muukin kuva tai kanava, jolla halutaan määrittää kuvan läpinäkyvyyttä. Alpha-kanavan mustat alueet kuvastavat läpinäkyviä alueita, harmaasävyiset osittain läpinäkyviä, ja valkoiset peittäviä. Kuva 17 havainnollistaa alpha-kanavan toimintoa. (After Effects User Guide 2022.)



Kuva 17. A. RGBA-kuvan erotellut värikanavat B. Alpha-kanava C. Kaikki neljä kanavaa yhdessä asetettuna uudelle taustalle. (After Effects User Guide 2022.)

Mattet voidaan jaotella kahteen eri luokkaan, staattisiin ja liikkuviin. Staattisen matten muoto pysyy koko ajan samana, kun taas liikkuva matte muuttuu muotoaan otoksen aikana. Väriavainuksessa (engl. keying) matte saadaan aikaan niin, että kohde kuvataan väritaustaa vasten, ja kompositointiohjelmassa poistetaan kaikki taustan väriset kohdat kuvasta. Kuvassa 13 live-action plate on kuvattu vihreällä väritaustalla eli green screenillä, jotta se on helppo erottaa taustasta. (Terronez 2019.)

Väriavainnusta ei kuitenkaan voida käyttää kaikissa tapauksissa, jolloin matte täytyy tehdä eri keinoin. Toinen yleinen tapa tehdä liikkuva matte on rotoskooppaaminen. Se on liikkuvan objektin rajojen jäljentämistä ruutu ruudulta niin, että

objekti saadaan irrotettua taustastaan. Rotoskooppaaminen on työlästä, jos videon jokaiseen ruutuun pitää piirtää erikseen matten ääriviivat. Ääriviivojen piirtämistä kutsutaan maskaamiseksi ja aikaansaattua läpinäkyvää ”reikää” maskiksi. (Pluralsight 2014; Workflow 2018.) Monessa tapauksessa ohjelmistot osaavat muokata maskin muotoa itse niin, ettei jokaisen ruudun maskia tarvitse piirtää manuaalisesti.

5.4 Liikkeen trökkäys

Trökkäys on liikkuvan kohteen jäljentämistä videosta, ja sillä saadaan selvitettyä kohteen liikerata suhteessa kameraan. Saadulla datalla voidaan esimerkiksi stabiloida video, tai lisätä eri elementtejä kompositioon realistisesti. Trökkäys on useimmissa tapauksissa tehtävissä lähes automaattisesti kehittyneiden algoritmien avulla, mutta toisinaan ne eivät anna hyviä tuloksia, ja trökkäys pitää tehdä manuaalisesti ruutu ruudulta. (Brinkmann 2008, luku 8.) Trökkäystä voi hankaloittaa vahva filmirakeisuus, vaihtuva valaistus, liikkeen sumennus tai muuten vain häiritsevä liike (Wright 2013, luku 8). Trökkäystekniikat voi jaotella karkeasti 2D- ja 3D-trökkäykseen.

2D-trökkäyksessä liikerata selvitetään osoittamalla ohjelmalle jokin tietty piste videosta, jonka liikettä se seuraa ja analysoi. Lisäämällä analysoitavien pisteiden määrää, voidaan samasta videosta saada enemmän hyödynnettävää tietoa. Yhden pisteen trökkäys voi olla riittävä ratkaisu yksinkertaisiin otoksiin, joissa kohteen rotaation tai mittakaavan muutoksen tietoja ei tarvita. Useimmiten parempaan lopputulokseen päästään kahden pisteen trökkäyksellä, jossa nämä tiedot saadaan selville. (Paul 2018.)

Tasotrökkäys (engl. planar tracking) antaa vielä kahta trökkäyspistettä tarkempaa tietoa perspektiivimuutoksista. Tasotrökkäyksessä hyödynnetään tasaisia pintoja, kuten seiniä, lattioita ja katuja, joten se analysoi paljon isompia alueita kuin pistetrökkäri. Se on vähemmän altis trökkäystä hankaloittaville tekijöille, kuten rakeisuudelle tai valaistuksen muutoksille. Tasotrökkäyksessä käytetty ruudukko asetellaan kohdepinnalle, kuten kuvan 18 bussin kylkeen, ja se analysoi

liikkeestä johtuvat perspektiivimuutokset. Lopputuloksen kannalta ei ole väliä, liikkuuko kohde, kamera, vai kummatkin samaan aikaan. (Wright 2013, luku 8.)



Original moving bus

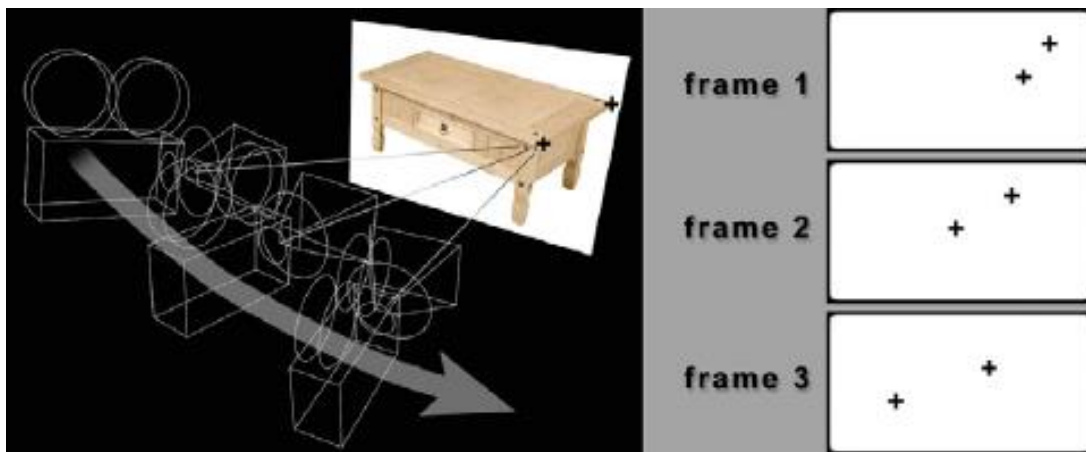
The tracking grid

Graphic tracked to bus

Kuva 18. Tasoträkkäys tehdään ruudukolla (Wright 2013).

Mattemaalauksissa käytetään yleensä 3D-träkkäystä, jolla kuvauksissa käytetyn kameran liikerata selvitetään kolmiulotteisessa tilassa videomateriaalin perusteella (Paul 2018). 3D-träkkäysohjelma luo käytettyä kameraa vastaavan virtuaalikameran, ja analysoi sen liikeradan saamiensa tietojen perusteella. Virtuaalikameraa hyödyntämällä 3D-tilaan sijoitetut matte-elementit saadaan yhdistettyä saumattomasti toisiinsa. (Chatterjee 2021.) Englanniksi 3D-träkkäykselle käytetään ristikkäin useita eri termejä, kuten camera tracking, matchmove ja 3D tracking.

3D-träkkäys on kaksivaiheinen prosessi. Ensinnäkin pitää tehdä varsinainen träkkäys, jossa ohjelma etsii kaikista videon ruuduista erottuvia kohtia, joita se voi seurata otoksen läpi. Erottuvia kohtia sanotaan träkkäyskohteiksi (engl. tracking target). Träkkäysvaiheessa kompositoija voi poistaa huonoja pisteitä, ja asettaa itse parempia ohjatakseen ohjelmaa parempaan lopputulokseen. Kuva 19 havainnollistaa sitä, miten liikkuva kamera näkee träkkäyspisteet eri kuvakulmista. Oikeassa otoksessa träkkäyspisteitä voi olla jopa satoja. Toisessa vaiheessa ohjelma tekee ”ratkaisun” (engl. solve), jossa se käsittelee juuri keräämänsä träkkäysdatan, ja määrittelee jokaiselle ruudulle kameran sijainnin ja sen asetukset. (Wright 2013, luku 3.)



Kuva 19. 3D-träkkäyksessä hyödynnetään träkkäyspisteitä virtuaalikameran liikeradan ratkaisemiseen.

Ratkaisuvaiheessa voi antaa ohjelmalle tietoja kohtauksesta, joilla träkkäyksen lopputulosta voi parantaa. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi kohteen koko, etäisyys kamerasta ja kuvauksissa käytetty linssi. Valittavan usein kohtauksista ei ole saatavilla mitään hyödynnettäviä tietoja, jolloin täytyy tyytyä ohjelman antamaan arvioon. Träkkäysohjelmat pystyvät ratkaisemaan algoritmiensa avulla useimmat otokset, ja antamaan tietoja esimerkiksi käytetyn linssin tyypistä ja linssivääristymästä. (Wright 2013, luku 3.)

Nyrkkisääntönä toimii se, että mitä enemmän tietoa kuvauksissa käytetystä kamerasta on, sitä parempaan lopputulokseen useimmiten päästään. Jos polttovälistä johtuvaa linssivääristymää ei oteta huomioon, tai jos träkkäys on tehty huonosti, lisätyt 3D-elementit saattavat näyttää siltä, että ne liukuvat paikoiltaan kameran liikkuessa, mikä ei ole toivottavaa. Linssivääristymä korjataan ennen träkkäystä tai elementtien lisäämistä, ja lopuksi saatu otos "vääristetään" uudelleen niin, ettei se erottuisi elokuvan muiden otosten joukosta. (Maxon 2021; Hawkes 2022.)

6 Digitaalimatten tuotanto vaiheittain

Mattemaalaajan rooli voi tulla esille jo esituotannossa, elokuvan maailman konseptointivaiheessa. Ideoiva mattemaalaaja voi säästää tuotannolle rahaa ja ai-

kaa, sillä hän osaa antaa arvion otosten teknisistä vaatimuksista niiden kompleksisuuden mukaan. Hän osaa arvioida sitä, miten paljon ja mihin kohtauksiin fyysistä kulissia kannattaa rakentaa. Jos kulissit rakennetaan fyysisesti erikoiseffektien sijaan, sitä voidaan hyödyntää niin monta kertaa kuin on tarvetta, ilman jälkikäsitteystä tulevia lisäkustannuksia. Yhteistyö mattemaalaajan, tuottajan ja ohjaajan välillä voi jopa määritellä sen, tullaanko elokuvaa koskaan toteuttamaan. Kun elokuvaan tulevat konseptit ovat kunnossa, taustojen toteuttaminen helpottuu. (Okun & Zwerman 2021, 501–502.)

Mattemaalauksen tekeminen aloitetaan siis yleensä luonnostelusta, ja maailman visuaalisen ilmeen suunnittelusta. Suunnitteluvaiheelle ei ole olemassa mitään tiettyjä sääntöjä, mutta huomaan, että itseäni auttaa usein se, että lähdän liikkeelle moodboardin tekemisestä. Moodboard on kokoelma valokuvia, jotka kuvaavat ideaa tunnelman, aiheen tai värimaailman puolesta. Valittuja kuvia voi myöhemmässä vaiheessa käyttää referenssinä. Kuvassa 19 on ensimmäisiä ideointiluonnoksiani fantasiamaailma-konseptiin. Vaikka luonnokset eivät itsessään ole erityisen näyttäviä, niiden kautta sain selvennettyä itselleni sitä, mitä oikeastaan haluan tehdä.



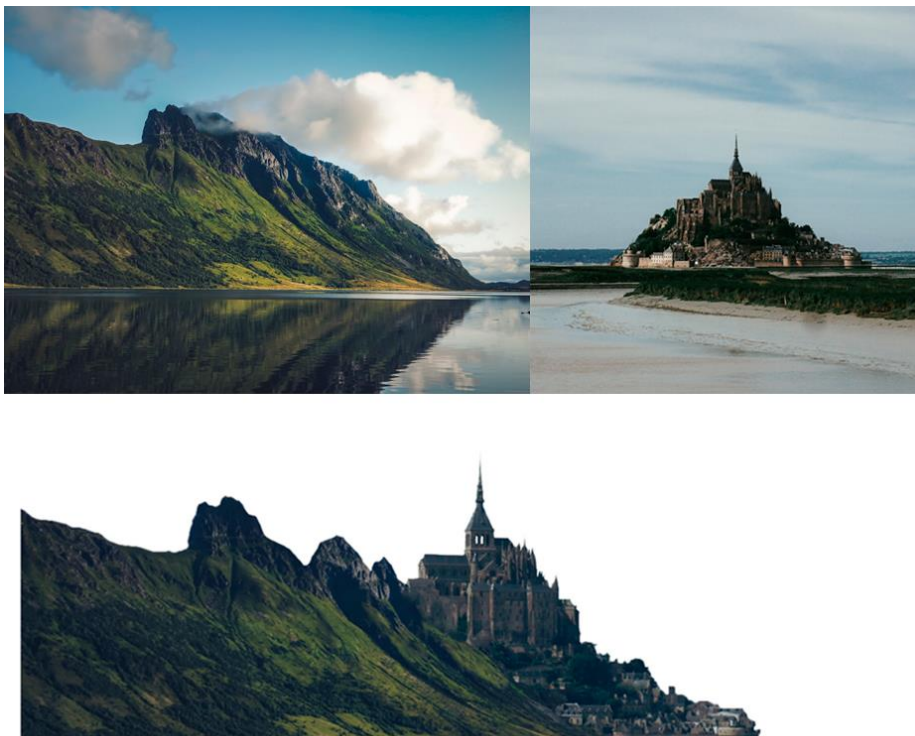
Kuva 19. Mattemaalauksen ensimmäisiä luonnoksia.

Kun haluttu konsepti ja hyvä sommitelma on löytynyt, täytyy päättää, millainen kameraliike otokseen tulee. Staattinen otos on yksinkertaisin lähestymistapa tekniikkaan, koska silloin ei tarvita kameraträkkäystä tai 3D-projisointia. Sen

tehdä joko videoon, tai sitten se voi olla täysin kuvaelementeistä koottu ympäristö. Kun kameraliikkeestä ei tarvitse huolehtia, avainasemaan nousee elementtien värikorjaaminen ja sijoittaminen oikeaan perspektiiviin saumattomasti.

Liikkuvan otoksen voi saada aikaan kahdella eri tavalla: joko kameraliike luodaan itse ohjelman sisällä, tai sitten matte-elementit lisätään kameraliikkeen sisältävään live-action plateen kameraträkkäyksellä. Käytettävä live-action plate pitää ensin analysoida kunnolla, että voi tehdä päätöksen siitä, minkälaista kameraträkkäystä otokseen tarvitaan matte-elementtien lisäämiseen. Jos matte-maalauksen voi tehdä 2D-träkkäyksellä, ei ole mitään syytä ratkaista kameraliikkeen syvyysakselia.

Halusin testata, millaisen fantasiaympäristön saisin aikaan pelkällä 2D-träkkäyksellä ja stock-materiaaleilla, ilman varsinaista digitaalista maalausta. Valitsin Pexelsistä videoklipin, jossa kamera liikkuu tasaisesti kallioista merimaisemaa kohti. Inspiroiduin maiseman kalliomuodostelmista, ja aloin yhdistellä stock-kuvista videoon lisättävää linnakaupunkikonaisuutta. Suunnittelutyön helpottamiseksi otin kuvakaappauksen valitun videon kohdasta, jossa linnarakennelmaa olisi näkyvillä kaikista eniten, ja sovitin mattemaalausta siihen. Kuvassa 20 ovat valitsemani kuvat ja niistä Photoshopissa muokattu yhdistelmä. Olisin voinut olla värien täsmäämisen suhteen hieman tarkempi jo tässä vaiheessa, mutta korjasin asiaa After Effectsissä lopullisen värimäärittelyn yhteydessä.



Kuva 20. Yläpuolella valikoidut stock-kuvat, ja alapuolella niiden yhdistelmä.

Aloitteleville tekijöille tyypillinen virhe on se, että he suunnittelevat heti alussa liian monimutkaisia ympäristöjä, tai käyttävät liian montaa eri kuvaa sommitelmissaan (Allan 2020). Yritin pitää kuvien määrän minimissään, ja käytin loppujen lopuksi vain neljää eri kuvaa lopullisessa otoksessa pohjavideon lisäksi. Photoshop-työkaluista Content-Aware Fill ja Stamp Tool osoittautuivat hyödyllisiksi kuvien yhdistämisessä. Irrotin kuvat taustoistaan maskien avulla, joten jos kuvia pitää muokata myöhemmin, kaikki tarvittava data on edelleen saatavissa. Kun sain varsinaisen mattemaalauksen tehtyä, siirsin sen ja tarvitsemani tiedostot After Effectsiin kompositointia varten.

Kuvassa 21 on stock-video ennen ja jälkeen Camera Tracker-toiminnolla lisätyjä kuvaelementtejä, ja lopullista värimäärityä. Vaikka videossa kamera liikkuu syvyysakselilla, sitä ei tarvinnut ottaa huomioon träkkäyksessä: lisättävillä matte-elementeillä on sen verran etäisyyttä kameraan, ettei niiden muoto otoksessa visuaalisesti muutu. Träkkäyksessä auttaa se, että sen kohde on tarpeeksi kontrastinen verrattuna ympäristöönsä (Paul 2018). Träkkäyksessä ei il-

mennyt ongelmia, ja sain kameran liikedatan kerättyä taustalla olevista kallioista. Otoksessa piti käyttää After Effectsin Roto Brush -työkalua, koska yksi kivistä asetui horisonttiviivan yläpuolelle niin, että se jäi osittain kuvan 21 linnan alle. Rotoskooppaamalla kiven irti videosta ja sijoittamalla sen mattemaalauksen päälle sain linnan näyttämään uskottavalta osalta kokonaisuutta.



Kuva 21. Linkki 2D-träkkäyksellä toteutettuun mattemaalaukseen löytyy liitteestä 1. Vasemmalla alkuperäinen live-action plate, oikealla valmis otos.

Kun olin saanut trakkäyksen tehtyä, muokkasin vielä takana olevan linnan värejä Tint-efektillä niin, että ne sopivat väriltään samalla etäisyydellä oleviin kallioihin. Kuu ja tähdet oli helppo lisätä mukaan otokseen, koska ne pystyi linkittämään suoraan valmiiksi trakkäytyyn linnaan. Lopuksi vielä värimäärittelin koko otoksen, ja renderöin sen täysteräväpiirto-kokoisena. Se on mielestäni toimiva kokonaisuus, vaikka olisin voinut haastaa itseäni enemmän lisäämällä etualalle jonkun elementin.

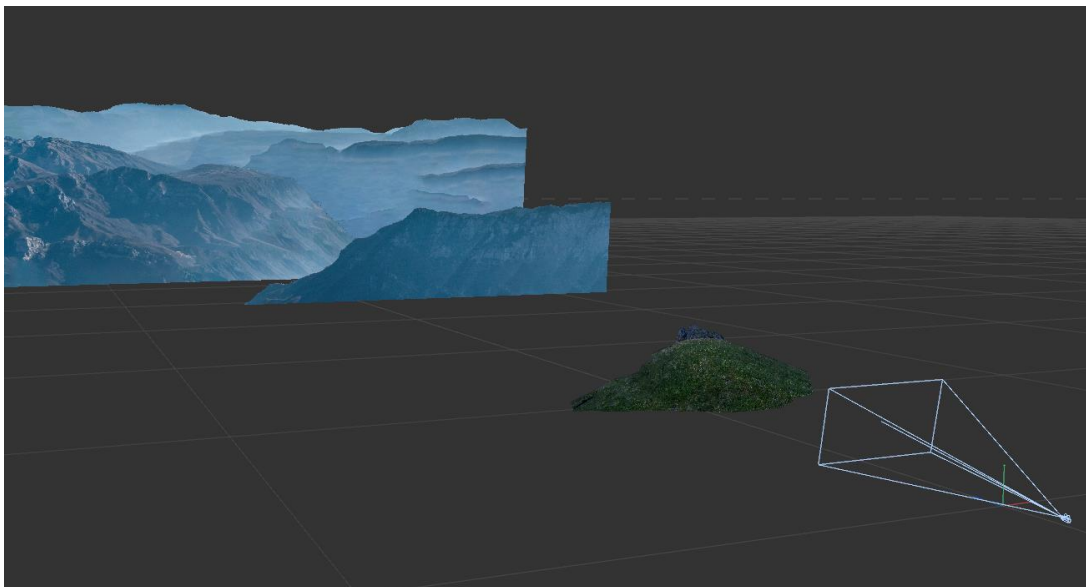
Halusin testata kameraprojision tekemistä toisella maalauksella, joten tein 3840 x 2160 -kokoisen tiedostopohjan, johon aloin photobashata perussommitelmaa stock-kuvista kuvan 19 luonnosten perusteella Photoshopissa. Kun olin saanut mielestäni hyvän pohjan aikaan, jaoin koko aikaansaadun kokonaisuuden kolmeen eri syvyystasoon: etu-, keski- ja taka-ala. Kuvassa 22 on photobashattu pohja sommitelmalle, ennen värikorjausta ja sen jälkeen. Erityisesti etualan värejä piti muokata, sillä halusin niiden sopivan taka-alan vuorien kylmänsinertävään sävyyn. Päätin tässä vaiheessa, että haluan otokseen liikkuvan taivaan, joten sen lisäämistä ei tarvinnut miettiä kuin vasta projisointivaiheen jälkeen.

Kun sain mattemaalauksen pohjan koottua, siirryin testaamaan kameraprojision toimivuutta Cinema 4D:ssä.



Kuva 22. Stock-kuvista photobashattu pohja ennen ja jälkeen värimäärittelyä.

3D-pinnoille luodaan omat materiaalit, jotka sisältävät niitä vastaavat kuvatie-dostot, jotka saa valittua materiaaliasetusten kautta Photoshop-työtiedoston pii-rustustasoista. Cinema 4D:ssä kuva asetetaan materiaalin luminance-kanava-valle. Jokaiseen materiaaliin pitää muistaa asettaa piirustustasoa vastaava alpha-kanava, että projision läpinäkyvyys toimii oikein. Kun materiaali on ase-tettu oikealle 3D-tasolle, se linkitetään alussa luotuun projisointikameraan. Pro-jisoinnin pitäisi tämän jälkeen näkyä 3D-tasolla kuten kuvassa 23, olettaen että taso on asetettu oikeaan kohtaan 3D-tilassa. Muokkasin vielä etualan kukkulan 3D-geometriaa niin, että se näyttäisi kolmiulotteiselta, sen sijaan että se olisi kaksiulotteinen taso.



Kuva 23. Piirustustasojen projisointi 3D-pinnoille Cinema 4D:ssä.

Projisointivaiheessa pitää olla tarkkana, että valitsee oikean kuvasuhteen projisointiin, sillä muuten kuva näyttää vääristyneeltä. Kuvasuhteet kannattaa pitää samana kaikissa tiedostoissa, koska muuten eri kuvaelementit eivät välttämättä osu kohdilleen suunnitellusti. Tässä projektissa käytin 16:9 kuvasuhdetta. Projisointikameran pitää pysyä koko ajan paikoillaan, että projisio osuu 3D-elementeille oikeasta suunnasta ja oikeisiin kohtiin. Kamera kannattaa siis lukita paikoilleen virheiden estämiseksi. Kun matemaalaus koostuu pelkästään piirustustasoista, polttoväli pitää arvioida itse (Mattingly 2011, luku 8). Asetin virtuaalikameralle tässä työssä 50 mm polttovälin.

Projisoinnin jälkeen aloin luonnostella leijuvaa linnarakennelmaa 3D-muodoista. 3D-geometria auttoi oikean perspektiivin löytämisessä, erityisesti leijuvien portaiden kohdalla. 3D-luonnostelu ei ole mitenkään välttämätön osa prosessia, enkä hyödyntänyt aikaansaattua geometriaa projisointiin. Koin sen silti hyödylliseksi vaiheeksi, ja sain erilaisia muotoja testaamalla paremmat lähtökohdat linnan maalaamiseen ja sommitteluun. Kuvassa 24 on kooste keskeneräisestä kokonaisuudesta, jota käytin mallina digitaalista maalausta tehdessä. Lisäksi testasin löytämäni stock-videota taivaan paikalle, ja se sopi otokseen niin hyvin, että käytin sitä myös lopullisessa otoksessa.



Kuva 24. Keskeneräinen kuva, jossa käytin 3D-muotoja havainnollistamaan digitaalisesti maalattavan linnan perspektiiviä.

Projisoinnin testaaminen onnistui hyvin, ja jatkoin siitä takaisin Photoshopin pariin tekemään varsinaista maalausosuutta, eli leijuvaa linnaa. Tein linnarakenteelle pohjan stock-kuvista, jonka jälkeen teksturoin ja maalasin kasvillisuutta parhaan kykyni mukaan niiden päälle. Käytin referenssikuvina suunnitteluvaiheessa tekemääni moodboardia, joka osoittautui hyödylliseksi etenkin kiviteksuurien maalaamiseen. Kuvassa 25 on sommitelma linnan lisäämisen jälkeen, ja siitä huomaa, että linnan muoto eroaa reilusti kuvan 24 3D-luonnoksesta. Maalattaessa pitäisi muistaa pitää kaikki elementit erillään, minkä opin kantapäähän kautta, kun vahingossa piirsin kaikki linnalle vievät portaat samalle tasolle, vaikka ne tulevat projisoitaessa eri syvyysasteille. Onneksi sain ne eroteltua toisistaan lassotyökalulla helposti, mutta olisin säästänyt reilusti aikaa, jos olisin muistanut tehdä jokaiselle elementille oman tason jo piirtäessä.



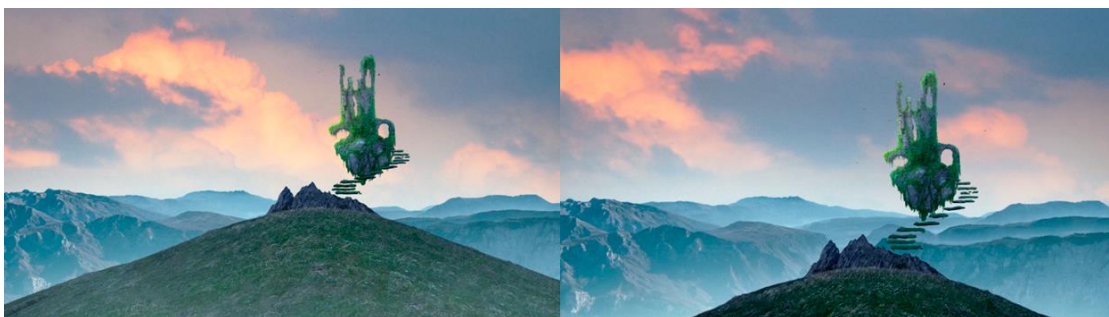
Kuva 25. Kuvan keskiössä on digitaalisesti maalattu leijuva linna.

Maalattuani linnan ja järjesteltyäni Photoshop-tiedoston mahdollisimman selkeäksi, siirryin takaisin 3D-ohjelmaan projisoimaan loputkin elementit 3D-tasoille. Kun kaikki ne olivat kohdillaan, kopioin projisointikameran arvot uuteen, liikkuvaan kameraan. Näin sain uudelle kameralle saman kuvakulman ensimmäiseen animaatoruutuun. Kameraliikettä ei siis tehdä paikoillaan lukitulla projisointikameralla, vaan sen kopiolla. Animoin kamerasiirron niin, että kamera liikkuu lineaarisesti syvyyssuunnassa ja nousee hieman ylöspäin. Otokseen aikaansaatu parallax-efekti ei ole kovin vahva, koska taustan vuoristot ovat melko kaukana linnasta. Parallax näkyy etenkin linnan portaiden liikkeessä suhteessa linnaan, kun kamera nousee ylöspäin.

Kun olin tyytyväinen kamerasiirtoon, renderöin jokaisen tason erikseen läpinäkyvällä taustalla PNG-sekvenssinä. Näin ne ovat mahdollisimman muokattavissa kompositointivaiheessa. Ennen renderöintiä pitää tarkistaa oikea kuvataajuus, joka tässä tapauksessa oli 24 kuvaa sekunnissa. Vein tiedostot After Effectsiin, ja asettelin ne oikeaan järjestykseen aikajanelle. Tässä vaiheessa laitoin stock-videon taivaasta mattemaalauksen taustalle, ja värimäärittelin kaikki elementit siihen yhteensopiviksi. Värimäärittelyssä voi auttaa se, että katsoo kokonaisuutta välillä harmaasävyisenä. Koin, että niin tehdessä pystyin keskittymään valöörien oikeaan määrittelyyn. Lopputuloksestakin tuli sopuisempimainen,

kuin jos olisin heti alussa keskittynyt värisävyjen muokkaamiseen. Lisäsin maskeja hyödyntäen stock-videosta linnan ympärille lentäviä lintuja, että saisin otokseen hieman enemmän liikettä ja jännityksen tuntua. Lintujen lisäämisessä, kuten oikeastaan koko projektin tekemisessä, aikaa vei enemmän oikeanlaisen videon etsiminen, kuin niiden varsinainen editointi.

Asetin kuvan 26 lopulliseen versioon etualalle sumuefektin, joka hälvenee kameraliikkeen mukaan linnaa lähestyessä. Vahvensin etualan ja vuoriston välistä sumua, että etualan kukkula istuisi sommitelmaan paremmin. Taivaan sulauttamista kuvaan auttoi taaimmaisten vuorten ja taivaan rajan sumentaminen, ja niiden välille tehty haalea liukuväri. Lopputulos ei ehkä ole ihan fysiikan lakien mukainen, mutta omaan silmääni se näyttää suhteellisen hyvin yhdistetyltä kokonaisuudelta. Sumennuksen ja teksturoinnin jälkeen otos on valmis renderöitäväksi suunnitellussa kuvakoossa.



Kuva 26. Linkki otokseen on liitteessä 2: Kameraprojisoitu mattemaalaus. Lopullisen otoksen ensimmäinen kuvaruutu oikealla, ja viimeinen vasemmalla.

Kaiken kaikkiaan olen tyytyväinen aikaansaatuun lopputulokseen, mutta huomaa ettei se ole silti ihan tarvittavalla realismin tasolla. Linnan mittakaava suhteessa muuhun maisemaan on hieman erikoinen, ja olisin voinut valita sommitelmallisesti mielenkiintoisemman vaihtoehdon maisemalle. Jokin etualan elementti olisi tuonut otokseen lisää mielenkiintoa. Kameran liike on myös hieman liian konservatiivinen, joten saavutettu parallax ei ole kovin vahva. Toisaalta otoksessa on juuri sellainen värimaailma ja tunnelma, jota tavoittelin ennen projektin aloittamista. Sain itselleni entistä paremman käsityksen ohjelmien käy-

töstä projisointia varten, ja ensi kerralla osaan tehdä samankaltaisen toteutuksen rutkasti nopeammin, ja uskottavammilla tuloksilla. Hieman huvittavaa on se, että live-action plateen 2D-träköity yksinkertaisempi merimaisema näyttää mielestäni paremmalta, kuin työläästi photobashattu, maalattu ja projisoitu matte-maalauksella. Asioiden yksinkertaisena pitäminen voi siis olla järkevää, ainakin näin aloittelijana.

7 Mattemaalauksen tulevaisuudennäkymiä

The Mandalorian -sarjaa (2019) varten käytettiin uutta Industrial Light and Magic -studion StageCraft-järjestelmää. StageCraft on käytännössä elokuvakulissi, jonka jokaisella sivulla on iso LED-näyttö, ja jonka sisältö liikkuu kameran liikkeiden mukaan. LED-näytöille tehtiin digitaalisia fantasiaympäristöjä hyödyntämällä digitaalimattea sekä 3D-projisointia ja -mallinnusta, minkä jälkeen näyttelijät tekivät roolisuorituksensa LED-näyttöjen edessä. Tämä menettely auttaa immersion luomisessa, ja helpottaa etenkin näyttelijöiden työtä: näyttelijät pystyvät näkemään reaaliajassa ympäristön, jossa heidän roolihahmonsensa ovat, sen sijaan että ympärillä olisi vain green screen. (Baver 2020.) Tältä osin virtuaalituotannot muistuttavat takaprojisoitua mattea.

Mattemaalauksia ei siis enää lisätty erikseen jälkikäsitteilyvaiheessa. StageCraft käyttää Unreal Engine -pelimoottoria, joka mahdollistaa taustojen muokkaamisen reaaliajassa. Se tarkoittaa sitä, että valon suuntaa, väriä tai sitten vaikka kohtauksen säätöä pystytään muokkaamaan napin painalluksella välittömästi. StageCraftilla oikeanlaisen valon saaminen heijastaville pinnoille vähentää paljon jälkikäsitteilyn määrää, ja kameran reaaliaikaisella trakkäämisellä saadaan aikaan täsmällinen parallax-efekti. (Baver 2020; Oleksiy 2021.)

Toisaalta LED-näyttöjen käyttö saattaa aiheuttaa ongelmia jälkituotannossa, sillä taustan muokattavuus jälkikäteen kärsii. Kohtaukset voi toki kuvata varmuuden vuoksi kahteen otteeseen niin, että toisella kerralla näyttöjä käytetään green screeneinä. Virtuaalituotannoissa voi olla vaikeaa arvioida etukäteen mi-

ten paljon ympäristöä pitää rakentaa, minkä takia studion testaaminen on tärkeää – ja sitä varten pitää varata aikaa studiolla. StageCraftin kaltaiseen virtuaalituotantoon tarvittava studioaika, teknologia, ja ammattitaito vaativat isoa budjettia, joten se ei ole kaikille saavutettavissa oleva vaihtoehto. (Oleksi 2021.) Ennen pitkää hinnat tulevat varmasti alemmas, mutta vielä toistaiseksi jälkikäsitellyssä tehty mattemaalaus on hyvä, edullinen vaihtoehto moneen eri tarkoitukseen.

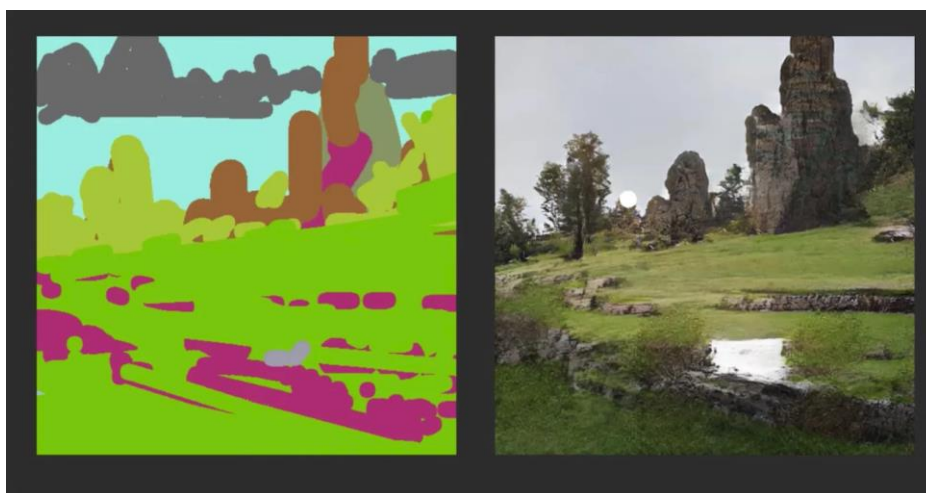
Tekniikan tulevaisuus on vahvasti sidottuna 3D-grafiikan ja pelimoottoreiden kehitykseen. Mattemaalaus ei ole enää yksiulotteista työtä, vaan mattemaalaajan pitää sopeutua joustavasti uusiin tekniikoihin, jotta saa aikaan parasta mahdollista jälkeä, usein mahdollisimman edullisesti. 3D-projisointi on ollut jo vuosikaudet kompositoijien ja animaattorien arkipäivää, ja työnkuvaan kuuluu olennaisesti digitaalisten työkalujen haltuunotto. Mitä enemmän harjoittelee, sitä realistisempia taustoja saa aikaan.

Erikoisefektien tekemisen rajoittavaksi tekijäksi aloittajalle voi muodostua kalliiden työvälineiden hankinta, eikä välttämättä taiteelliset lahjakkuudet. Kuka tahansa pystyy harjoittelemaan tarvittavia taitoja ilmaisten tutoriaalien pohjalta, mutta edistyneitä tekniikoita varten tarvittavan tehokkaan tietokoneen hankkiminen saattaa nousta kynnyksikysymykseksi monelle, puhumattakaan kalliista lisenssimaksuista. Suosittelisin kaikkia aiheesta kiinnostuneita kokeilemaan ensin yksinkertaista staattista matteotosta, sillä sellaisen voi toteuttaa kuka vain melkein millä tahansa työkaluilla – kahdella valokuvallakin voi saada aikaan näyttävän lopputuloksen.

Tekoälyn kehittyminen ja käyttö puhututtaa paljon erityisesti visuaalisilla aloilla. On siis hyvin todennäköistä, että mattemaalaustenkin tulevaisuuteen liittyy tekoälyllä generoidun kuvamateriaalin luominen. Se, että hiipuuko manuaalinen digitaalinen maalaus jossain vaiheessa kokonaan pois prosessista, jää nähtäväksi. Tekoälyllä generoituihin kuviin liittyy tällä hetkellä ongelmallisia tekijänoikeuskysymyksiä esimerkiksi siitä, millä datalla tekoäly on koulutettu. Niiden

käyttöä ei ole säädelty mitenkään, joten mitään alan yhteisiä pelisääntöjä tekoälyllä luotujen kuvien hyödyntämiseen ei ole. On siis vaikea sanoa, missä määrin ammattilaiset pystyvät niitä tällä hetkellä käyttämään kaupallisissa projekteissaan, mutta uskon että tulevaisuudessa tekoälyä koskevat säädökset ja sääntely tulevat vakiintumaan.

Voisin kuvitella, että tekoälystä tulee yksi osa mattemaalaajan työkalupakkia, mutta joka ei korvaa täysin mitään osaa prosessista. Esimerkiksi NVIDIA:n Canvas App -sovelluksella pystyy generoimaan maisemakuvia maalaamalla karkeita muotoja, jotka tekoäly osaa korvata realistisen oloisilla generoiduilla kuvilla (Schneider 2021). Kuvasta 22 huomaa, että tekoälyn aikaansaaman maiseman logiikka ei ihan toimi, ja se ei tarkemmalla katselulla näytä realistiselta ympäristöltä. Voisin kuitenkin nähdä, että jo tämän kaltaista tulosta voisi halutessaan käyttää alustavana pohjana sommitelmalle. En kuitenkaan koe sitä tarpeelliseksi, sillä samalla vaivalla pystyy käyttämään oikeitakin valokuvia. Onnistuneeseen mattemaalaukseen tarvitaan edelleen ihmisen visuaalista silmää, että se voi toteuttaa tarkoitetun tehtävänsä: antaa katsojalle todentuntuinen kokemus mahdottomasta ympäristöstä.



Kuva 27. NVIDIA Canvas App -tekoälysovelluksella generoitu maisemakuva. Oikealla tekoälylle annetut muodot, vasemmalla generoitu kuva. (Schneider 2021.)

3D-grafiikan generointiin kehitetään jatkuvasti uusia ohjelmia, joten jossain vaiheessa voidaan olla tilanteessa, jossa 3D-maailman rakentaminen käy niin nopeasti ja sujuvasti, ettei 2.5D-projisoinnin tekeminen enää kannata. 2.5D-taustojen pääasiallisena etuna on niiden edullisuus verrattuna kokonaisten 3D-ympäristöjen tekemiseen, joten jos 3D-ympäristöjen rakentaminen käy todella paljon nopeammin, alkaa vaaka kallistua sen puolelle. Tällä hetkellä mattemaalauksia käytetään paljon, enkä usko niiden katoavan mihinkään vielä pitkään aikaan. Vain niiden tekemiseen tarvittavat työkalut muuttuvat, kuten aina ennenkin.

8 Lopuksi

Mattemaalauksia on mielenkiintoinen aihe käsiteltäväksi, sillä sen juuret ulottuvat 1900-luvun alkupuolelle saakka, ja se on yksi klassisista, jatkuvasti kehittyvistä erikoisefekteistä. Pitkänäköisimmät mattemaalaajat tarkkailevat jatkuvasti alan uusia kehityskulkuja, ja kokeilevat aktiivisesti uusia työvälineitä pysyäkseen sopeutumiskykyisinä. 2020-luvulla sekä 2.5D-projisiot, virtuaalituotannot että 3D-mallinnetut maailmat elävät rinnakkain, ja niiden käyttö valitaan aina projektin tarpeiden mukaan.

On hyvä välillä pysähtyä tekemään katsaus tekniikan menneisyyteen ja pohtia miltä osin se näkyy edelleen tämänhetkisessä tilanteessa. Kun havainnoi historiaa, voi usein huomata sen heijastavan nykyajan kehityslinjoja. Esimerkiksi taustojen projisointi isoille LED-ruuduille muistuttaa ihan ensimmäisiä lasimatteja, jotka tehtiin ennen kuvauksia, eikä niiden jälkeen.

Mattemaalauksista työkseen tekevillä tulee olla selvä ymmärrys kuvan rakentamisen perusteista, kuten sommittelusta ja värienkäytöstä, mutta erilaisten 2D- ja 3D-ohjelmistojen käyttötaidot korostuvat entisestään. Ei riitä, että osaa tehdä hienoja kaksiulotteisia kuvia, vaan tekijän pitää osata hyödyntää monipuolisesti eri keinoja saadakseen aikaan uskottavan illuusion elokuvan katsojalle. Erikoisefektejä sanotaan usein näkymättömäksi taiteeksi – niiden tarkoituksena ei ole herättää huomiota, vaan upottaa yleisö elokuvan maailmaan. Ammattilaisen täytyy vastata yleisön vaatimuksiin.

Vaikka tekniikan tulevaisuus onkin sidoksissa 3D-animointiin, on se edelleen edullinen ratkaisu kohtauksiin, joissa ei haluta mallintaa kokonaista 3D-ympäristöä muutaman sekunnin takia. Mattemaalaus ei vaadi tekijältään kohtuuttoman paljon resursseja, joten se on lähes aina varteenotettava vaihtoehto fiktiivisen ympäristön luomiseen. Uskon, että sitä tullaan jatkossakin näkemään paljon, erityisesti pienemmän budjetin elokuvissa ja sarjoissa sekä tyyllisenä tehokeinona.

Lähteet

After Effects User Guide 2022. Alpha channels and masks. Verkkosivu. Adobe. <https://helpx.adobe.com/after-effects/using/alpha-channels-masks-mattes.html> (viitattu 9.4.2023).

Allan, Conrad 2020a. How to Match Perspectives in Matte Painting. The MattePaint Blog. Blogi 13.6.2018. MattePaint. <https://mattepaint.com/blog/matte-painting-basics-matching-perspectives/> (viitattu 9.4.2023).

Allan, Conrad 2020b. The Basics of Matte Painting. The MattePaint Blog. Blogi 24.3.2020. MattePaint. <https://mattepaint.com/blog/the-basics-of-matte-painting/> (viitattu 9.4.2023).

Baver, Kristin 2020. This is the Way: How Innovative Technology Immersed Us in the World of The Mandalorian. Verkkosivu. Star Wars. <https://www.starwars.com/news/the-mandalorian-stagecraft-feature> (viitattu 9.4.2023).

Brinkmann, Ron 2008. The Art and Science of Digital Compositing: Techniques for Visual Effects, Animation and Motion Graphics. E-kirja. Toinen painos. Massachusetts: Morgan Kaufmann Publishers. <https://metropolia.finna.fi/Record/3amk.128921?sid=2925155524> (viitattu 9.4.2023). Rajoitettu käyttöoikeus.

Cabrera, Armand 2009. Reflected Light. Art and influence. Blogi 8.11.2009. <<https://artandinfluence.com/reflected-light>> (viitattu 9.4.2023).

Case, Jonathan & Topolos, Paul 2022. Beginner's guide to matte paintings. Verkkosivu. Adobe. <https://www.adobe.com/creativecloud/design/discover/matte-painting.html> (viitattu 9.4.2023).

Chatterjee, Sourav 2021. Know What Makes The VFX Magic: An Easy Guide To Matchmove & Tracking. Verkkosivu. FXiation Digitals. <https://fxiationdigitals.com/vfx-animation-blog/an-easy-guide-to-matchmove-and-tracking/> (viitattu 9.4.2023)

Cleall, Samuel 2021. The History of Matte Painting. The MattePaint Blog. Blogi 29.7.2022. MattePaint. <https://mattepaint.com/blog/the-history-of-matte-painting/> (viitattu 9.4.2023)

Cole, Dylan i.a. Lord of the Rings: The Return of the King. Verkkosivu. Dylan Cole Studio. <https://dylan-cole-j5dx.squarespace.com/return-of-the-king> (viitattu 9.4.2023)

Ely, Adam J. 2021. ILM Environment VFX Work. Artstation-päivitys. <https://www.artstation.com/artwork/aRv5P8> (viitattu 9.4.2023)

Fussell, Matt 2020. The Rule of Thirds in Art. The Virtual Instructor. Blogi 10.1.2020. <https://thevirtualinstructor.com/blog/the-rule-of-thirds-in-art> (viitattu 9.4.2023).

Golovchenko, Oleksiy 2021. Where does Unreal engine fit in the matte painting pipeline? The MattePaint Blog. Blogi 15.4.2021. MattePaint. <https://mattepaint.com/blog/where-does-unreal-engine-fit-in-the-matte-painting-pipeline> (viitattu 9.4.2023).

Gurney, James 2010. Color and light: A guide for the realist painter. Missouri: Andrews McMeel Publishing.

Hawkes, Adam 2022. Understanding lenses when matchmoving. The Pixel Farm. Blogi 27.6.2022. <https://www.thepixelfarm.co.uk/understanding-lenses-when-matchmoving/> (viitattu 9.4.2023)

Johnson, David 2010. Basic Principles of Digital Matte Painting. Verkkosivu. envatotuts+. <https://design.tutsplus.com/articles/basic-principles-of-digital-matte-painting--psd-8970> (viitattu 9.4.2023).

Katatikarn, Jasmine & Tanzillo, Michael 2016. Lighting for Animation. E-kirja. Florida: CRC Press. <https://metropolia.finna.fi/Record/3amk.211562?sid=2925217867> (viitattu 9.4.2023). Rajoitettu käyttöoikeus.

Lehtinen, Tapio 2019. Ohjeet kuvakokoihin ja muuta otostermistöä. Mainostoimisto Luma. Blogi 5.12.2019. <https://mainostoimistoluma.fi/blogi/ohjeet-kuvakokoihin-ja-muuta-otostermistoa/> (viitattu 9.4.2023).

Maher, Michael 2017. VX Basics: Compositing, Rotoscoping, and Mattes. [Shutterstock Blog](https://www.shutterstock.com/blog/vfx-basics-compositing-rotoscoping-mattes). Blogi 27.6.2017. Shutterstock. <https://www.shutterstock.com/blog/vfx-basics-compositing-rotoscoping-mattes> (viitattu 9.4.2023).

MattePaint Team 2021. Photography for matte painters and environment artists. The MattePaint Blog. Blogi 1.4.2021. MattePaint. <https://mattepaint.com/blog/photography-for-matte-painters-and-environment-artists/> (viitattu 9.4.2023).

Mattingly, David B. 2011. The Digital Matte Painting Handbook. E-kirja. New Jersey: Wiley Publishing Inc. <https://metropolia.finna.fi/Record/nelli15.2550000000065684?sid=2925229606> (viitattu 9.4.2023). Rajoitettu käyttöoikeus.

Maxon 2021. Lens distortion matcher. Verkkosivu. <https://www.maxon.net/en/red-giant/vfx-suite/lens-distortion-matcher> (viitattu 9.4.2023).

McKittrick, Christopher 2019. Matte Painting in Film: From Paint to Digital. Verkkosivu. LiveAbout. <https://www.liveabout.com/matte-painting-in-film-4690782> (viitattu 9.4.2023).

Moltenbrey, Karen 2006. DreamWorks' Matte Department. Verkkosivu. CGW. <https://www.cgw.com/Publications/CGW/2006/Volume-29-Issue-3-March-2006-/DreamWorks-Matte-Department.aspx> (viitattu 9.4.2023).

Nazon, Benjamin 2019. An Introduction to Matte Painting. Verkkosivu. Art Rocket. <https://www.clipstudio.net/how-to-draw/archives/156700> (viitattu 9.4.2023).

Nieto, Carlos i.a. Matte painting. Verkkosivu. Portfolio. <<https://www.qstom.org/mattepainting>> (viitattu 9.4.2023).

Okun, Jeffrey A. & Zwerman, Susan (Toim.) 2021. The VES handbook of visual effects: Industry standard VFX practices and procedures. Kolmas painos. New York: Routledge.

Paul, Johnathan 2018. 6 Ways to Motion Track in After Effects. Blogi 26.2.2018. School of Motion. <https://www.schoolofmotion.com/blog/motion-tracking-in-after-effects> (viitattu 9.4.2023).

Photoshop Creative Staff 2018. Understand Matte Painting. Verkkosivu. Creative Bloq. <https://www.creativebloq.com/features/understand-matte-painting> (viitattu 9.4.2023).

Pluralsight 2014. Understanding Rotoscoping - The Process Every VX Artist Should Know. Pluralsight Blog. Blogi 19.2.2014. Pluralsight. <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-rotoscoping-process-every-vfx-artist-know> (viitattu 9.4.2023).

Rickitt, Richard 2006. Special Effects: The History And Technique. New York: Billboard Books.

Schneider, Jaron 2021. NVIDIA Canvas Uses AI to Turn Your Doodles into 'Photos'. Verkkosivu. PetaPixel. <https://petapixel.com/2021/06/23/nvidia-new-canvas-app-uses-ai-to-turn-doodles-into-realistic-photos/> (viitattu 9.4.2023).

Shashank 2022. Impact of CGI and Special Effects on Movie-Making. Blogi 29.12.2022. Gobookmart. <https://gobookmart.com/impact-of-cgi-and-special-effects-on-movie-making/#h-increased-audience-expectations> (viitattu 9.4.2023).

Shields, Meg 2020. How Does Rear Projection Work? Verkkosivu. Film School Rejects. <https://filmschoolrejects.com/rear-projection/> (viitattu 9.4.2023).

Terronez, Isaac 2019. Mattes. Verkkosivu. Frame.io. <https://workflow.frame.io/guide/mattes> (viitattu 9.4.2023).

Vaka, Nick 2014. The 2.5D Effect: How to Animate Photos and Create a Parallax Shift. Rock Content blog. Blogi 7.5.2014. Rock Content. <https://rockcontent.com/blog/the-2-5d-effect-how-to-animate-photos-and-create-a-parallax-shift/> (viitattu 9.4.2023).

Videoartlex 2014. How did they do it? King Kong (1933). Blogi 12.3.2014. CREATIVE FLOW. <https://videoartlex.wordpress.com/2014/03/12/how-did-they-do-it-king-kong-1933/> (viitattu 9.4.2023).

Vloothuis, Johannes 2022. Landscape Composition Rules. Verkkosivu. Giggster. <https://giggster.com/guide/composition/landscape-composition-rules/> (viitattu 9.4.2023).

Walker, John Saint 2016. The Artistry and History of Matte Painting. Verkkosivu. FutureLearn. <https://www.futurelearn.com/info/courses/vfx-for-filmmakers/0/steps/13286> (viitattu 9.4.2023).

Workflow 2018. Video Post-Production Workflow Guide. Verkkosivu. Frame.io. <https://workflow.frame.io/guide/#ch=vfx> (viitattu 9.4.2023).

Wright, Steve 2011. Compositing Visual Effects: essentials for the aspiring artist. Toinen painos. E-kirja. Oxford: Focal Press. <https://metropolia.finna.fi/Record/3amk.134295?sid=2925291973#versions> (viitattu 9.4.2023). Rajoitettu käyttöoikeus.

Yamanaka, Yusuke 2020. A Beginner's Guide to Perspective. Verkkosivu. Art Rocket. <https://www.clipstudio.net/how-to-draw/archives/156960> (viitattu 9.4.2023).

Liitteet

2D-träköetty mattemaalaus

<https://sites.google.com/view/2dtrack/etusivu>

Kameraprojisoitu mattemaalaus

<https://sites.google.com/view/cameraprojection/etusivu>