

# HEIJASTEITA

Virtuaalisuus valokuvan välineenä

**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Muotoilu- ja taideinstituutti**

Viestinnän koulutusohjelma

Valokuvaus

Opinnäytetyö, kevät 2013

Onni Johansson

**Lahden ammattikorkeakoulu**

Viestintä

Johansson, Onni

**Heijasteita**

Virtuaalisuus valokuvan välineenä

Valokuvauksen opinnäytetyö, 29 sivua

Kevät 2013



## **01 johdanto**

011 valokuvaus murroksessa

012 tekniikan yleistyminen

## **02 aiheen valinta**

021 aiheeni evoluutio

022 virtuaalisuus ammattina

## **03 valokuvan keinojen muuttuminen**

031 generoitu kuva

## **04 kuvausprojektin läpivienti**

041 suunnitteluvaihe ja pre-production

041-2 lokaatiokartoitus

041-1 lähtökohtien, tavoitteiden ja kaluston kartoittaminen

042 kuvaus

042-2 kuva 2, sisäkuva

042-1 kuva 1, ulkokuva

043 post production

043-1 työvaiheet: 3D tracking

043-2 työvaiheet: geometrian rakentaminen

043-3 työvaiheet: re-projisointi

043-4 työvaiheet: lopullisen kuvan määrittely

## **05 yhteenveto**

## **06 sanasto**

## **07 lähteet**

## **08 liitteet**

## 01 johdanto

### 011 valokuvaus murroksessa

2010-luvun maailmassa on enemmän kuvia kuin koskaan ennen. Kaikesta voidaan tehdä kuva.

Mikroskooppiset kamerat kuvaavat verisuonten sisään, infrapuna-kamerat kuvaavat pimeässä, lämpökameroilla havaitaan asioita seinien läpi, röntgen paljastaa luunmurtumia, kännykät taltioivat jokapäivästä elämää, sotatantereilta tulee päivittäin kypärä- ja kiväärkamerakuvaa, lennokit kuvaavat kaukaisia vuoria, kuluttajakamerat tallentavat satoja kuvia sekunnissa, liikennevalot tulkitsevat kuvadataa, rikospaikkatutkijat skannaavat rikospaikkoja ja tutkivat niitä 3D-rekonstruktioina, kaikuluotaimet luovat kuvia merenpohjasta, satelliitit lähettävät kuvia kymmenien kilometrien korkeudesta, Digital Elevation Mapit mallintavat Marsin kraatereita.

Koskaan aiemmin ei kuvaa ole tehty näin paljon. Voimme havainnollistaa käytännössä mitä tahansa ja esittää kuvina asioita joita emme omin silmin kykene havaitsemaan. Modernin valokuvateknologian myötä perinteinen filmille valokuvaaminen on vähentynyt valokuvan ammattilaisten käytössä. Digitaalikameroita on nykyään joka paikassa ja jokaisen saatavilla, kuluttajasta ammattikentän terävimpään kärkeen. Digitaalisuudesta valokuvauksessa on tullut normaali ja hyväksytty asia. Enää kuvankäsittely ja "photoshoppaus" ei kuulosta vieraalta kenenkään korvissa ja jopa kännykän tekstinsyöttö ehdottaa sanavalintaa Photoshop ennen sanaa photography.

## 012 tekniikan yleistyminen

Virtuaalinen kuva, eli kuva, joka on luotu tietokoneen avulla ilman fyysisen valokuvan käyttöä tai joka perustuu vain osin fyysiseen valokuvaan, on tulossa kovaa vauhtia samaan asemaan kuin digitaalinen valokuvaus 2000-luvun alussa. Tietokoneella tuotetun kuvan tuomat mahdollisuudet on nähty jo kauan sitten esimerkiksi elokuvateollisuudessa. Tämä päivänä on vaikea löytää enää elokuvia joissa ei olisi käytetty visuaalisia tehosteita tai virtuaalista kuvankorjausta.

Elokuvateollisuus on ottanut uudet teknologiat haltuunsa nopeasti ja ollut aktiivisesti mukana kehittämässä uusia tapoja valokuvata asioita. Tietysti lähtökohtaisesti elokuvan tekeminen on hieman erilaista kuin valokuvaajan työ, mutta paljolti samoista peruseriaatteista on kuitenkin kyse. Tuon elokuvanteon vertailukohdaksi siitä syystä, että teknisesti valokuvauksessa ja elokuvanteossa on käytössä samoja keinoja, ohjelmistoja ja laitteita, mutta nykyään elokuvantekijät ovat mielestäni huomattavasti pidemmällä kuvankäsittelyn kentällä kuin valokuvaajat.

Onko valokuvaajan työnkuva säilynyt täysin ennallaan vai onko virtuaalinen kuvan tuottaminen vain niin uutta, ettei sitä ole vielä osattu valjastaa tehokkaasti valokuvaajan käyttöön? Ovatko valokuvaamisen periaatteet niin erilaiset, että virtuaalisuus nähdään haitallisena?

Uskon että seuraavan kymmenen vuoden kuluessa valokuvaajan työnkulku tulee ottamaan samat työkalut ja keinot käyttöön kuin elokuvakin, kunhan virtuaalisen kuvankäsittelyn standardit siirtyvät pienen ammattikunnan piireistä myös kuluttajien tietoisuuteen ja hyväksyntään. Internetin aikakaudella uusien tekniikoiden haltuunotto ja opettelu ei ole vaikeaa. Asiasta kiinnostunut tarvitsee vain päätelaitteen ja internetyhteyden. Viimeisen viiden vuoden aikana yleistyneet opetussivustot antavat ilmaiseksi tietoa viimeisimmistä kuvankäsittelyn innovaatioista ja opettavat lukijaa kädestä pitäen. Tämän kaltainen informaation jakaminen edesauttaa kuvan kanssa työskenteleviä ihmisiä kehittämään taitojaan ja laajentamaan käsitystään siitä mikä on mahdollista.

Tulevaisuudessa virtuaalinen kuvanteko tulee olemaan varmasti lähes yhtä arkipäiväistä kuin nykyään valokuvien digitaalinen vedostaminen. Käytän tässä opinnäytetyössäni muutamaa tekniikkaa joita ei vielä kovin yleisesti nähdä valokuvan kentällä ja keskustelen niiden valokuvaajalle tuomista mahdollisuuksista.

## 02 aiheen valinta

### 021 aiheeni evoluutio

Aloitin opinnäytetyöni tekemisen kaksi vuotta sitten. Silloin tahdoin rakentaa kameran, joka kuvaisi videoa ja samanaikaisesti lähettäisi dataa tietokoneelle jossa 3D-mallinnusohjelma muuttaisi kameran tekemän liikeradan virtuaaliseksi kameran liikkeeksi. Ajatukseni oli että valokuvaaja voisi toimia tutulla tavalla fyysisesti kameran kanssa, mutta ottaa valokuvia virtuaalisista kohteista.

Kohde olisi voinut olla ihminen Motion Capture -puku päällään, joka liikuttaisi virtuaalista mallia vaikka toiselta puolelta maailmaa tai vaikka lentokone, jonka kuvaaja olisi voinut kuvata omassa olohuoneessaan tarvitsematta fyysisesti rakentaa valtavia studioita tai opetella käyttämään 3D-ohjelmistoa.

Kehitin ideaa eteenpäin työpaikallani LOMA Graphicsilla, mutta huomasin oivallusteni olevan jo hieman vanhentuneita. Vastaavanlaisen kameran, nimeltään swing camera, oli nimittäin kehittänyt Glen Derry yhdessä Weta Digital -studion kanssa James Cameronin Avatar-elokuvaa varten. Olin siis keksimässä pyörää uudestaan, enkä varmasti olisi saanut aikaan vastaavanlaista suorituskyyä kuin Derryn virtuaalikamerassa.

Koko tämän ajan opettelin myös 3D-mallinnusta, kompositointia ja videokuvausta työssäni, jossa olen jatkuvasti tekemisissä niinsanottujen trikkikuvien ja visuaalisten efektien kanssa. Kokemukseni karttuessa 3D-puolelta aloin miettimään 3D-mallinnusten ja liikkuvan kuvan suurempaa merkitystä ja viitekehystä. Yksittäiset tekniset ratkaisut alkoivat menettää merkitystään päivittäisessä työssäni ja ajattelutavassani.

Aloin pohtimaan virtuaalisten kuvaratkaisujen merkitystä jokapäiväisessä kuvankäsittelyssä. Vaikka tekniset työkulut ja ratkaisut ovatkin kiinteä ja mielenkiintoinen osa jokapäiväistä työtäni, yksittäisten keksintöjen merkitys väheni laajempien aihealueiden tieltä.

Opinnäytetyöni kehittyi abstraktimpaan suuntaan; ryhdyin pohtimaan virtuaalisen kuvan roolia myös perinteisen valokuvaajantyön, kuten esimerkiksi lehtikuvaajan näkökulmasta. Jos virtuaalisia kuvia ja kuvituksia käytetään jo lehtityössä usein, voidaanko ajatella että perinteisen valokuvauksen parissa jopa itse kuvan kausaalisen todellisuuden kuvantamisen merkitys on vähentynyt? Jos tilanne voidaan esittää niin todellisen näköisesti virtuaalisen kuvantuottamisen keinoin ettei sitä erota valokuvasta, onko valokuvan ja generoidun kuvan välinen ero sen informaatioarvon kannalta enää oleellinen?



Kuvan kausaalisuudesta ja todellisuuden jälkentämisarvosta on keskusteltu lähes niin kauan kuin valokuvaa on tehty. Aihe ei ole itsessään uusi, mutta viime aikoina sen käsitteleminen tuntuu olevan taas ajankohtaista ja sitä on syytä pohtia vastaisuudessakin.

Erään työn yhteydessä etsiessäni tietoa nopeita suljinaikoja käyttävistä elokuvakameroista ja time lapse -valokuvauksesta törmäsin videoon, jossa Manex Visual Effects -efektistudion John Gaeta kommentoi The Matrix (1999) -elokuvaa varten kehitetyn Bullet Timen, hidastuskuvan jossa kamera liikkuu tilassa ajan pysähtyessä, syntyä ja kehitystä seuraavasti:

“Ympäri maailman on ihmisiä, jotka raapivat päätänsä miettiessään uusia tapoja valokuvata asioita. Tämä on yhtä mullistavaa kuin kameroiden siirtyminen tikkujen päästä kraanoille ja kraanoilta SteadyCameille. Puhumme nyt kameroista jotka ovat irti konkreettisesta raamistaan ja jotka ovat virtuaalisia.” (John Gaeta, Making ‘The Matrix’, 1999)

Tämä lausahdus oli mielestäni kiinnostava siksi, että se sivuuttaa osin Bullet time -kuvauksen teknisen puolen mullistavuuden viemättä kuitenkaan sen innovaatioarvoa. Gaeta asettaa tekniset ratkaisut ajalliseen kontekstiin; tämä on vain yksi askel eteenpäin, luonnollinen jatke valokuvauksen kehityksessä.

Tämän idean otinkin kantavaksi ajatukseksi opinnäytetyössäni. Uusi tekniikka kehittyy, työkulut yleistyvät ja työvälitteet paranevat, eikä kyseessä ole valokuvan arvon tai uskottavuuden kannalta sen kummempi asia kuin camera obscuran vaihtuminen märkälevykameroihin. Opinnäytetyöni kannalta on olennaista avata keskustelua siitä mitä sana valokuvaus voi mahdollisesti pitää sisällään seuraavan kahdenkymmenen vuoden sisällä.

Kuvia tullaan varmasti tekemään perinteisin valokuvan keinoin vielä pitkään, mutta samaan aikaan tapahtuu huimaa kehitystä muiden valokuvaajan ammattikuvan kannalta erittäin oleellisten kuvan tuottamista tukevien teknologioiden saralla, joita ei mielestäni tule sulkea pois tai sivuuttaa valokuvauksesta puhuttaessa.

Vaikka uudet kuvaamisen keinot herättävät aina keskustelua ja kysymyksiä valokuvan roolista, autenttisuudesta ja uskottavuudesta, tämä opinnäytetyö keskittyy uudenlaisen kuvantuottamisen keinoihin teknisestä näkökulmasta ja pyrkii esittämään keinoja joita virtuaalisuus tarjoaa kuvaajalle.

## 022 virtuaalisuus ammattina

Virtuaalinen tai generoitu kuva on minulle aiheena tuttu ja virtuaalisten ratkaisujen käyttäminen perinteisten kuvan ongelmien ratkaisemiseen tuntuu minusta luonnolliselta, sillä päivätyössäni teen töitä mainoskuvan ja liikkuvan kuvan parissa. Lähestulkoon jokainen toimeksianto vaatii jonkinasteista kuvankäsittelyä, oli kyse sitten värierottelusta, häiritsevien elementtien poistamisesta, perspektiivin korjaamisesta tai puhtaasti tietokoneanimaation tekemisestä.

Työporukka jossa työskentelen on harvinaislaatuinen siinä mielessä että teemme kaikki jatkuvasti töitä virtuaalisuuden parissa. Tämä on luonut minulle erinomaiset olosuhteet oppia generoidun kuvan eri alueista, kuten esimerkiksi virtuaalisten ekosysteemien ja maisemien luomisesta, kaksiulotteisista kuvista luotujen 3D-illuusioiden tekemisestä tai time lapse-valokuvauksen yhdistämisestä liikkuvaan kuvaan.

Viime vuonna siirryimme käyttämään kokonaan kolmiulotteista kompositointityönkulkua (compositing pipeline), jossa pääasiallinen kuvankäsittely tapahtuu aina kolmiulotteisen representaation sisällä. Tämän kaltainen työnkulku on käytössä suurimmassa osassa isompia elokuvateollisuuden efektistudioita. 3D-puolen mukaantuominen integraalisena osana työnkulkua antaa minulle valtavasti lisää mahdollisuuksia ja joustavuutta kuvankäsittelyssä ja kuvauksien suunnittelussa.

Se tuo mukanaan myös joukon haasteita. Jotta tätä uutta työnkulkua voidaan käyttää tehokkaasti, vaatii se laajaa opiskelua myös suoranaisten teknisen valokuvaamisen ja kuvankäsittelyn ulkopuolelta. Ei riitä, että kuvaamme jotain ja lykkäämme kuvan jälkikäsittelyyn (post-production), vaan joudumme tekemään töitä myös etukäteen, että kuvan jälkikäsittely on ylipäänsä mahdollista ja muutosten tekeminen jälkikäteen mahdollisimman yksinkertaista.

Tällaisen työnkulun käyttäminen vaatii hieman laajempialaista teoreettista ja teknistä tuntemusta 3D-työn sekä valokuvauksen eri aihealueilta. Vaikka Photoshop ja digitaalinen valokuvaaminen onkin lähes pakollinen osa nykypäivän valokuvaajan työtä, saattaa laajemman virtuaalisen työskentelyn mahdollisuuksien vähäinen tuntemus olla yksi niistä syistä, miksi tämän kaltaisia työnkulkuja eivät vielä tässä vaiheessa kovin monet valokuvaajat käytä päivittäisessä työssään.

Jokapäiväiseen työskentelyyn tämän tyyppinen 3D-pipeline on vielä hieman raskas, mutta oikein käytettynä ja johdonmukaisesti suunniteltuna se tuo kuvantuottajalle myös paljon vapauksia. Kameratekniikan kehittyessä saamme tulevaisuudessa helpommin dataa, jota voidaan käyttää esi- ja jälkityöstössä, joka taas puolestaan tuo lisää vaihtoehtoja uudenlaisten työnkulkujen käyttämiseen ja edelleen uusien ratkaisujen kehittämiseen.



## 03 kuvan keinojen muuttuminen

### 031 generoitu kuva

Generoidulla kuvalla tarkoitetaan kuvaa, joka on tuotettu tietokoneen tai muun välillisen laitteen kautta. Tällaisia ovat esimerkiksi 3D-skannatut digitaaliset tallenteet, dataan perustuva tilastotietojen kuvituskuva, High Dynamic Range-valokuvat, 3D-renderöinnit tai useasta kuvasta jälikäteen kasatut laajat panoraamakuvat. Myös suurin osa lääketieteen käyttämistä kuvista on generoituja mallinnoksia, esimerkiksi ultraääni tai lämpökamerakuva.

Generoitua kuvaa ovat myös esimerkiksi DEM, eli Digital Elevation Map-kuvat, jotka käyttävät erilaisia säteilyarvoja sekä lasermittausta kuvan muodostamiseen. DEM-karttoja käytetään esimerkiksi maanmittauksessa, karttojen tekemisessä ja niillä voidaan kuvata suuria alueita, joista olisi muuten vaikea saada tarkkaa ja luotettavaa kuvaa.

Valokuvaa voidaan pitää generoidun kuvan ensiaskeleena, tapana mallintaa maailmaa siten, että sitä voidaan pitää luotettavana representaationa kuvattavasta kohteesta.

Ihminen on visuaalinen eläin, jonka tietyn näköhavainnon tulkinta perustuu pelkän näköaistin lisäksi myös esineiden ja asioiden allegoriseen tuntemiseen, kolmiulotteiseen hahmottamiseen ja suurelta osin myös liikkeen ja valon hahmottamiseen, joten valokuvan suora puhuttelevuus on suurempi kuin esimerkiksi tilastollisen graafisen kuvituksen. Tämä ei tietenkään tarkoita, että tilaston informaatioarvo olisi vähäisempi kuin valokuvan. Todennäköisesti se on juuri toisin päin. Toisin kuin tilastotieto ja numeroilla asioiden esittäminen, valokuva on alttiimpi tulkinnalle ja sen kertovuus perustuu pitkälti katsojan omaan ajatteluun, kulttuuriseen taustaan, ikään, kuvanlukutaitoon ja kokemukseen.

Tällaiset eroavaisuudet ovat mielenkiintoisia ja avaavat uusia väyliä kuvan tuottamiseen. Valokuvauksen alkuaikoina valokuvauksen prosessiin, siihen miltä asiat kuvassa näyttävät kun se valmistuu, voitiin vaikuttaa huomattavasti rajallisemmin kuin tänä päivänä. Nyt voimme suhteellisen yksinkertaisilla keinoilla sekoittaa esimerkiksi suoraa dataa jo itse kuvan ottamiseen.

Hyvä esimerkki tällaisesta kuvan tekemisestä on esimerkiksi 3D-skannaus. Nykyaikaiset 3D-skannauslaitteet kykenevät tallentamaan XYZ-koordinaattidataa todella tarkasti. Tätä dataa voimme tarkastella numeraalisesti tai voimme tehdä siitä visuaalisen representaation. Jos

kyseessä on esimerkiksi skannaus ihmiskasvoista, voimme dataa apuna käyttäen luoda kuvan henkilöstä, mutta emme ole rajoittuneet perinteisen valokuvan tavoin kuvakulmaan, polttoväliin tai rajaukseen joka kuvan ottamishetkellä kameran linssin läpi näkyi. Voimme tutkia kuvaa loputtomista kuvakulmista ja etäisyyksiltä, siirtää kohteen uuteen kontekstiin tai viitekehykseen.

Tällaisen skannatusta datasta generoidun kuvan mahdollisuuden ovat loputtomat. Voimme käyttää eri skannaustapoja saman kohteen mallintamiseen ja saada lisäinformaatiota kohteesta, jota emme valokuvasta voisi visuaalisesti saada. Dataa voidaan myös yhdistää, jolloin yksi generoitu kuva voi kertoa meille kohteen ulkonäön lisäksi sen koostumuksen, vahvuuden tai tiheyden, joka voidaan saada jopa ulkopuoliselta lähteeltä kuten kuvatun esineen valmistajalta, satelliitiltä kuvatun kohteen yläpuolelta tai muusta vastaavasta mittauslaitteesta. Tällaisen lisäinformaation avulla yksittäisen kuvan jatkojalostuminen helpottuu; voimme tehdä yhdellä kertaa tallennetusta kuvasta perinteisen valokuvan, videon, 3D-mallin tai vaikka läpileikkauksen, jolloin taas yksittäisestä kuvasta voidaan tehdä kokonainen tuotesarja.

Valokuvaajan ammatissa joudumme varmasti odottelemaan jokusen vuoden sitä, että kannettavia skannereita olisi jokapäiväisessä ammatikäytössä valokuvakameran lisäksi, mutta tosielämässä generoitua dataa käytetään jo laajalti esimerkiksi rikospaikkatutkimuksessa, Mars-planeetalla seikkailevissa luotaimissa, tuotekehittelyssä ja viihdeteollisuudessa.

## 04 projektin läpivienti

Opinnäytetyöni kuvallinen osa koostuu kahdesta valokuvasta, jotka on generoitu käyttäen pohjana hyper lapse-kuvasarjaa, sekä videosta joka näyttää kuvien teknisen toteutuksen kompositiointiohjelman sisällä.

Suunnittelin projektin siten että kuvien tekemisessä ilmenevät virtuaalisen kuvankäsittelyn peruseriaatteen ja edut sekä myös haasteet. Ajatukseni luoda generoitu valokuva tilasta tulee pääosin teknisten ratkaisujen pohjalta. Tilan kuvaaminen tuo olennaiset osat virtuaalisen kuvankäsittelyn tekniikasta selkeästi esille ja on myös työelämässä hyvin yleinen tehtävänanto.

Asetin kuvilleni selkeät ja toteuttamiskelpoiset tavoitteet, jotta jokainen työvaihe olisi havainnollistava ja projektin tekeminen olisi selkeä ja looginen prosessi. Suunnittelin kuvieni aiheet siten, että lopullisen kuvan tekninen toteutus ilmenisi selkeästi ja niiden toteuttaminen onnistuneesti olisi mahdollista.

Pyrin toteuttamaan työn samalla tavalla kuin toteuttaisin kuvan jonka käyttötarkoitus saattaa olla laajempi kuin pelkkä valokuva tai jolle joudutaan varaamaan mahdollisuus pitkälle vietyyn jälkikäsittelyyn.

Tässä kappaleessa avaan kuvien tekemisprosessin suunnittelu- vaiheesta lopulliseen vedokseen.

## **041 suunnitteluvaihe ja pre-production**

Suunnittelin työni kuvauksen ja valmistuksen samoja työnkulkuja ja periaatteita käyttäen mitä käyttäisin päivätyössäni eteen tulevassa toimeksiannossa, jossa tiedän joutuvani varautumaan virtuaaliseen jälkikäsitteilyyn. Tällä tavoin pystyin suunnittelemaan kuvan tuottamisen tehokkaasti ja toteuttamaan sen asettamassani aikamääreessä, poissulke-matta jälkikäteen mahdollisesti tapahtuvia muutoksia. Pysin toteuttamaan kuvani tavalla joka antaa selkeän esimerkin siitä millä tavoin valokuvauk-sen ammattilainen voisi mahdollisesti käyttää virtuaalista kuvaa.

### **041-1 lähtökohtien, tavoitteiden ja kaluston kartoittaminen**

Lähtökohtaisesti tiesin tulevani käyttämään kuvissani 3D-projisoin-tia ja virtuaalista geometriaa kuvankorjauksen apuna. Tiesin myös, että reitti samoista kuvista still- sekä videoproduktioon tulee pitää auki. Nämä seikat sanelivat pitkälti käyttämäni kuvauskaluston ja fyysiset valokuvauk-sen keinot.

Koska lopputuote tässä tapauksessa on lähtökohtaisesti still-valokuva, asetin muutaman vaatimuksen ja rajoituksen käytettävälle kalustolle. Jotta saisin tarpeeksi suurta kuvaa still- ja julistekokoihin, päätin käyttää Canon EOS 5D Mark III -järjestelmäkameraa ja hyperlapse-tekniikkaa (hy-perlapse-termi on syntynyt vasta nyt 2011-2012 välillä ja sillä tarkoitetaan timelapse-stillkuvasarjaa, jossa kamera liikkuu kuvasarjan aikana). Ra-jasin optiikkavalintani laajakulmaan (17-40mm, kuvaus noin 19.32mm polttovälillä) saadakseni kuvasarjaan selkeän parallaksi-ilmiön ja jotta kuvakulman muutos kuvatussa sarjassa olisi tarpeeksi suuri jälkityöstöä varten. Saadakseni hyperlapsen liikkeen tasaiseksi ja helpoksi stabiloida, kiinnitin kamerani motorisoituun FloatCam -kamerakraanaan ja käytin servo-ohjattua timelapse-toimintoa kamerasauvan laukaisemiseen.

Tavoitteeni oli generoida valokuva, joka vastaa visuaalisesti lokaatiossa perinteisesti kuvattua kuvaa, mutta jonka toteuttamisprosessi ei pois-sulje kuvan uudelleenrajausta, kuvakulman muuttamista, rajattua uudel-leenvalaisua tai muuttamista video- tai animaatiomuotoon. En halunnut poiketa liikaa kuvatussa valokuvasta, joten asetin virtuaaliselle jälkikor-jaukselle mielestäni sopivat, joustavat rajat. Tämän luomani rajoitteen puitteissa tein päätöksiä kamerasauvan liikkeen matkasta ja suunnasta. Aset-tamani tavoitteet ja rajoitteet antoivat minulle helpot rajat missä liikkua

myös syväterävyyden, tarkennuksen ja valotusaikojen osalta.

Jälkikäsitteilyn päätin tehdä The Foundryn NukeX -3D kompositointiohjelmalla, koska siitä löytyvät kaikki tarvitsemani työkalut.

## O41-2 lokaatiokartoitus

Valitsin kuvattaviksi kohteiksi sellaisia asioita tai paikkoja, jotka olisivat edullisia virtuaalisen kuvankorjailun esittämiseen ja jotka olisivat tarpeeksi yksinkertaisia sekä havainnollistavia, ja joiden arkinen ulkoasu irvaillee lopullisten kuvien tana olevalle tekniselle työlle. Kuvaamani tyhjät, geometriset tilat ovat tähän tarkoitukseen sopivia, sillä niistä kameran liikkeen taltioiminen virtuaalisesti on yksinkertaista ja tracking-datasta saadaan todennäköisesti tarpeeksi luotettavaa.

Kuvauspaikkoja etsiessäni otin huomioon myös valon muutokset hyperlapsen aikana. Toiseen kuvaan hain tarkoituksellisesti selkeää valon muutosta, jota voisin mahdollisesti käyttää jälkikäsitteilyssä, ja toisen tahdoin kuvata lyhyessä ajassa, ilman valon vaihtumista. Valaisuolosuhteiden muuttumisella pidin myös reitin auki eri kellonaikoina vallinneiden valosuhteiden käyttämiseen lopullisessa kuvassa. Tämän takia valitsin ensimmäiseksi kuvauspaikakseni alikulkusillan, jonka kuvasin klo 08:40 - 10:08 välisenä aikana, eli auringonnousun molemmin puolin. Toinen kuvauspaikka löytyi myös rajoitusten ja vaatimusten sanelemana. Kuvasin sisätilassa keskipäivällä, jolloin auringonvalo ei muutu yhtä nopeasti.

Tilassa valitsin kuvakulman joka toi kuvaan mukaan parallaksia aiheuttavia elementtejä. Nämä puolestaan tukevat tracking-datan luomista kuvasarjasta siten, että tracking-algoritmi näkee kuvan etualalla tapahtuvan pikselien muutoksen selkeästi verrattuna kaukana oleviin esineisiin. Sisätilassa tahdoin myös olevan tarpeeksi tilaa, jotta siihen voidaan jälki-työssä liittää tuotettuja 3D-elementtejä ja tilaa voitaisiin helposti valaista uudestaan jälkikäsitteilyssä. Tila jonka valitsin oli tyhjillään oleva remontin alla oleva toimistotila, joka sopi kuvaukseeni myös siksi ettei siellä ollut liikaa esineitä tai asioita jotka olisivat mahdollisesti voineet vaikeuttaa trackingia ja jonka mallintaminen kolmiulotteisesti olisi yksinkertaista selkeiden muotojen takia.



## 042 kuvaus

### 042-1 kuva 1, ulkokuva

Kuvasin ulkokuvan ensimmäiseksi. Lokaatiossa asetin kamerasi FloatCamille edellisenä päivänä valitsemani suuntaan ja rajasin kuvan siten, että sen trackaus onnistuisi mahdollisimman tarkasti. Koska halusin saada ulkokuvaan mukaan valo-olosuhteiden vaihtelua, aloitin kuvaamisen 08:40 aamulla, noin tuntia ennen auringonnousua. Valitsemani valotusajat ratkaisin tarkastelemalla kuvattavaa kohdettani. Kuvassa näkyi paljon lunta ja taivaspinta-alaa, joten ylivalotin kamerasi omaa mittariaarvoa yhden aukon yli. Halusin myös varmistaa, ettei kuviin jää liian teräviä hahmoja esimerkiksi ohikävelevistä ihmisistä, jotka voisivat mahdollisesti haitata kuvan trackausta, joten määritin valotusajaksi 2,5 sekuntia.

Halusin ottaa paljon kuvia, jotta hyperlapsesta tulisi tarpeeksi pitkä ja jotta tracking-algoritmillä olisi tarpeeksi dataa tarkasteltavana kamerasi ratkaistessaan. Asetin kuvien maksimirajaksi 500, joka tarkoittaisi videotuotannossa 20 sekuntia, 25 kuvaa sekunnissa. FloatCamin kuljetinkiskon pituus on 150 cm. Tämä tarkoitti sitä, että tulisin saamaan erittäin tiheästi kuvia koko kamerasi liikkeen alalta. Näin yksinkertaisessa projektiossa olisin varmasti pärjännyt vaikka 75 kuvalla, mutta halusin varmistaa trackingille mahdollisimman paljon dataa. Asetin virhemarginaaliksi kuitenkin  $\pm 100$  ruutua.

Tarkennuspisteen valitsin keskietäisyydeltä, sillä kuvatessani aukolla 22 - 16 (pidemmällä valotusajalla kuvauksen alussa 22 ja päivän valjetessa lyhyemmällä 16) tämä antaa minulle lähestulkoon läpiterävän valokuvan, joka puolestaan mahdollistaa kuvan syväepäterävyysalueen määrittelyn jälkityössä.

Tarvitsin kuvia valonmuutoksen ajalta. FloatCam laukaisi kamerasi 11 sekunnin välein, joka tarkoitti että kuvausajaksi tuli noin 1,5 tuntia. Tämä riitti hyvin auringonnousun aiheuttaman valonmuutoksen tallentamiseen.

FloatCamin ajettua kamerasi koko liikeradan läpi minulla oli tallennettuna 468 ruutua. Joko huonon kalibroinnin tai tuntemattoman teknisen vian vuoksi FloatCamin kisko ei riittänyt koko 500 ruudun tallentamiseen. Olin silti tyytyväinen, koska virhemarginaalini kesti 32 kuvan puuttumisen kevyesti, eikä valomuutosta tapahtunut enää kovin dramaattisesti kuvaajon ollessa 468. ruudun kohdalla.

Lopuksi kuvasin alueelta lisäkuvia käsivaralla, jotta voisin paikata 3D-projektioon jääviä aukkoja oikealla datalla.

Ulkona kuvatessani oli pakkasta, joten jouduin ottamaan tämänkin huomioon FloatCamin ja Mark III:sen kanssa. Onneksi lämpötila ei kuitenkaan vaikuttanut lopulliseen kuva-ajoon.

## **042-2 kuva 2, sisäkuva**

Sisäkuvaa varten en ollut päässyt katsomaan kuvaustilaa sen tarkemmin kuin mitä siitä näki ikkunoiden läpi. En voinut suunnitella kuvakulmia ennakkoon yhtä tarkasti kuin ulkokuvan kanssa. Sisätila ei ollut valaistu, mutta keskipäivälle ajoitettu kuvaus onnistui hyvin luonnonvalossa. Salamaa en tahtonut käyttää, sillä se olisi saattanut vaikeuttaa jälkityöstöä ja salamanvalo ei ole yhtä luotettavasti samanlainen kuvasta toiseen kuin luonnonvalo timelapsessa. Sisäkuvassa käytin valotusaikana 2 sekuntia, ja aukkona 22 läpiterävän kuvan aikaansaamiseksi ja servo-moottorin aiheuttaman pienen tärähdyksen poistamiseksi. Sisätilassa kuvasin myös laajakulmalla (noin 19.7mm) saadakseni voimakkaan tilantunnun läpi koko hyperlapsen.

Sisäkuvan hyperlapsessa halusin kameran liikkeen olevan sivuttainen, koska silloin etualalle jäävien tukipilareiden molemmilta puolilta sekä niiden takaa tulee tallennettua kuvaa, jolloin pilarien taakse jäävät osiot on helpompi paikata liikeradan molemmista päistä projisoimalla. Tähän kuvaan en halunnut valon muutosta, joten valotusajan ollessa 2 sekuntia, määritin FloatCamin laukaisemaan kameran 3 sekunnin välein. Sisätilan geometrian ja selkeiden muotojen vuoksi en tarvinnut yhtä monta ruutua ratkaistakseni kuvasta kamera-ajoa virtuaalisesti. Kuva-ajon päättyessä minulla oli 200 ruutua tallennettuna.

Kuvasin sisätilastakin käsivaralta paikkoja, jotka arvelin muodostuvan ongelmallisiksi jälkikäsitteilyssä. Tällaisia olivat esimerkiksi taka-alan tarakasa, taaimmaiset ikkunat ja katossa roikkuvat lamput ja kattopalkit.

## 043 post production

Post production, eli jälkityö on elokuvatermi, jolla tarkoitetaan kuvauksien jälkeen tapahtuvaa kuvan leikkausta, käsittelyä, värimäärityä ja manipulaatiota. Post production-termi on siirtynyt myös valokuvauksen puolelle kuvien jälkikäsittelyn yleistyttyä. Tässä työssä post production viittaa kuitenkin ehkä enemmän elokuvatuotannoista tuttuihin tekniikoihin kuin perinteiseen valokuvan jälkikäsittelyyn.

Suunnittelin jo etukäteen ne työvaiheet jotka joutuisin kuvilleni tekemään. Monesti jälkityöt alkavat tämän tyyppisissä projekteissa jo ennen kuvausta esimerkiksi valmiin geometrian rakentamisella tai kuvaan lisätävien elementtien valmistuksella. Tällä kertaa pystyin työskentelemään lineaarisesti, koska geometrian rakentaminen tapahtui kuvauksen jälkeen trackingin perusteella.

Käyn läpi kuvaamieni kuvien jälkityöstövaiheen kirjallisesti tässä ja tuen sen avaamista videoliitteessä, joka havainnollistaa 3D -kompositointia helpommin kuin sanallinen selitys henkilöille joille 3D-työskentely ei ole tuttua.

Käsittelen jälkityön pääperiaatteittain ja ohitan muutamia työnkulun ymmärtämisen kannalta epäoleellisia teknisiä vaiheita.

## 043-1 työvaiheet: 3D tracking

Ensimmäinen varsinainen kompositointityövaihe kuvien sisään-tuonnin ja metadatan white balance-asetusten säätämisen jälkeen on liikkeen stabilointi ja 3D-trackaus. Stabiloinnilla tarkoitetaan hyperlapsetekniikasta johtuvaa kameran nykimisen poistamista kuvasarjan ajalta. 3D-trackaus tarkoittaa sitä, että tietokone katsoo kuvasarjaa tai videoklippiä kokonaisuudessaan, tutkii pikseleiden muuttumista klipin koko pituudelta ja vertaa kuvapinta-alalla tapahtuneita muutoksia ruudusta toiseen. Tämän jälkeen algoritmi päättelee vahvoja kontrastikohtia, track markeja, kuvapinta-alalta ja vertailee näiden keskenäisiä liikesuhteita. Tästä, ja käyttäjän lisäämistä kameraa koskevista tiedoista ohjelma päättää todennäköisen käytetyn polttovälin ja kameran liikkeen. Tästä syystä suunnittelin kuvauspaikat ja optiikan siten, että kameran liikkeessä tapahtuu parallaksia etualan ja taka-alan välillä. Näin 3D tracker osaa helpommin ratkaista käytetyn kameran ja sen liikkeen.

Kun trackaus on tehty, voidaan trackia parantaa antamalla tietokoneelle lisäinformaatiota kuvatusta tilanteesta. Kameran kennokoko, polttoväli, polttovälin muutokset ja liikkeen luonne ovat parametrejä, joilla kameran ratkaisemista voidaan helpottaa. Nämä tiedot on helppo ja tärkeä ottaa ylös kuvatessa ja tämä kannattaa pitää mielessä myös kuvausta suunnitellessa.

Pääsääntöisesti ratkaistua kameraa voidaan pitää tarkkana, jos kameran ratkaisuvirhe on alle 0,5 pikseliä.

Tämä virhearvo kertoo kuinka tarkasti ohjelma on voinut pitää kiinni valitsemistaan kontrastipinnoista (luma ja chroma) ja kuinka suurta heittoa kuvaan lisättäviin elementteihin saattaa tulla.

Yleisimmin 3D trackingia käytetään videokuvan kanssa, mutta koska hyperlapse-kuvasarjani on kuvattu FloatCamilla, on kameran liike videokuva muistuttava ja hyperlapse voidaan lukea 3D trackerilla videona. Suurin ero valokuvasarjan ja videon trackauksessa on kuvan koko. Koska kuvasin sekvenssin RAW-muodossa, olivat kaikki kuvat noin 5000 pikseliä pitkältä kyljeltään, kun taas videossa puhutaan yleisimmin maksimissaan 2000 pikseliä leveästä kuvasta. Isompi kuvakoko antaa 3D trackerille enemmän yksityiskohtaa luettavaksi, mutta luonnollisesti hidastaa kuvasarjan prosessointia ja vie pidemmän ajan.



CameraTracker Refine Tracking Solver Lens Scene Output Node

Features

Number of Features 800

Detection Threshold 0.1

Feature Separation 12

Refine Feature Locations

Preview Features

Tracking

Minimum Length 3

Track Threshold 0.7

Track Smoothness 0.1

Track Consistency 0

Track Validation Free Camera

User Tracks

Import and export auto-tracks

Add User Track Import User Tracks Export User Tracks



## 043-2 työvaiheet: geometrian rakentaminen

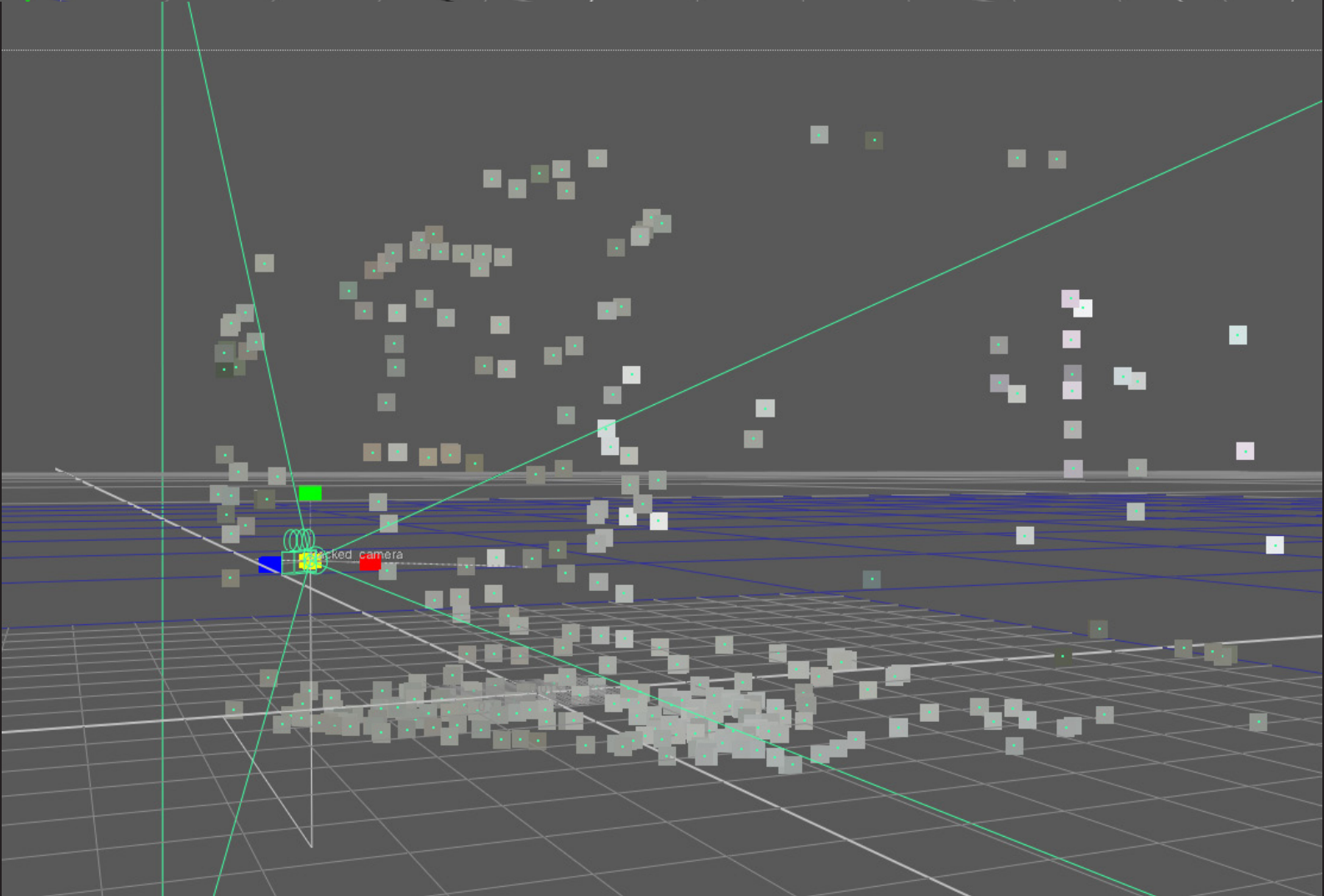
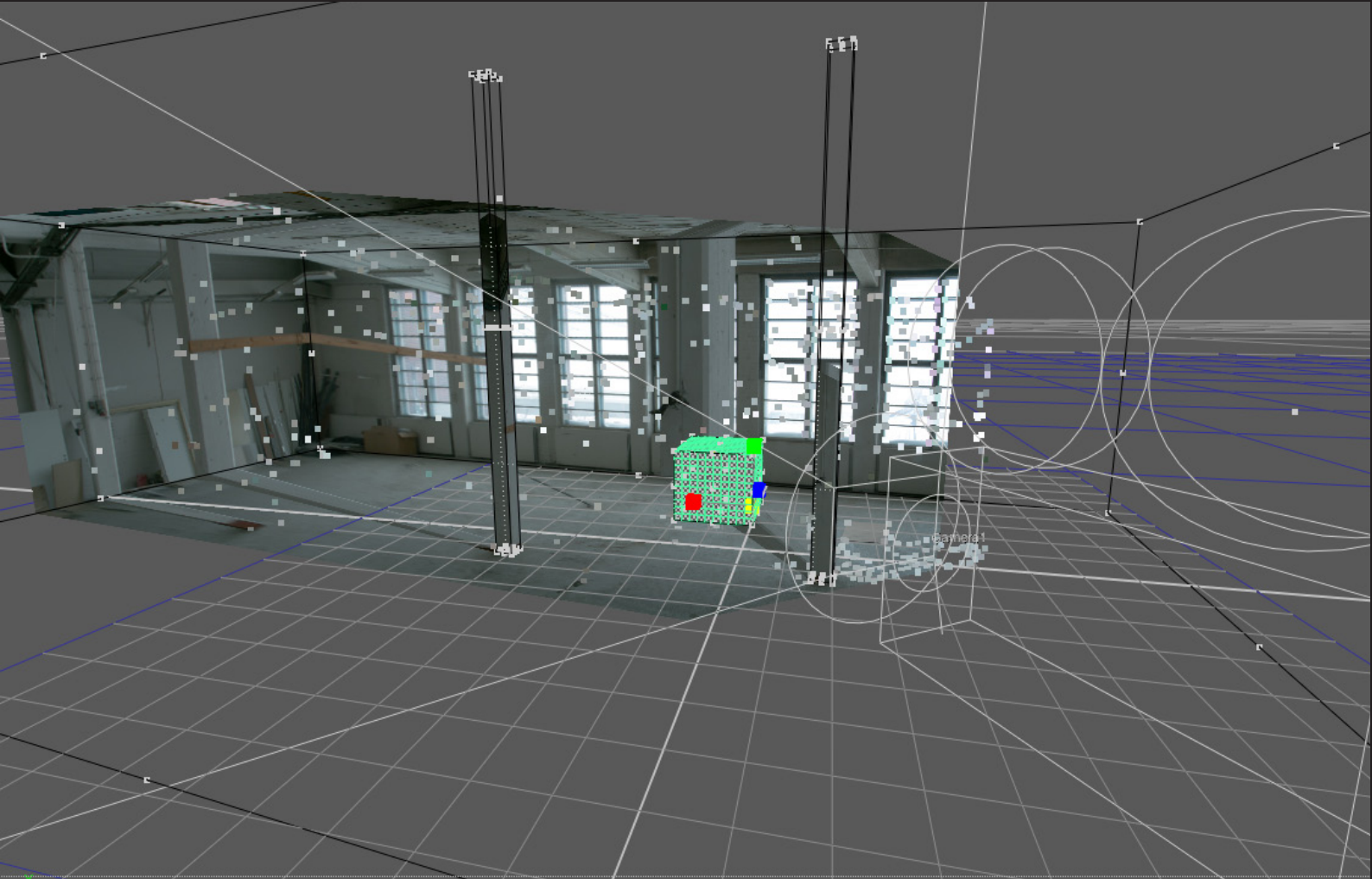
Kun koko sekvenssi on trackattu ja kamera ratkaistu, voidaan trackingdataa käyttää geometrian rakentamiseen. Ajatus geometrian käytön takana on yksinkertainen: kun tunnetaan kameran liike ja ominaisuudet, voidaan mallintaa kuvaustilaa vastaava virtuaalinen tila, jota taas voidaan käyttää apuna CG (computer generated)-elementtien kuvaan istuttamiseen. Tässä tapauksessa kuitenkin käytän geometriaa alkuperäisen kuvan projisoimiseen, eli käytännössä valokuvatun tilan rakentamiseen ja teksturointiin virtuaalisena.

Geometriaa voidaan luoda monella tavalla. Yleisin keino on asetella 3D-tilassa "kortteja", neliskulmaisia polygoneja kuvassa näkyvien asioiden mukaisesti. Ongelmaksi usein muodostuvat mittasuhteet ja etäisyydet. 3D tracking auttaa tässä huomattavasti. Kun kamera ja track oli luotu molemmista kuvista, generoin trackingdatasta point cloudin, eli pistepilven. Tämä pistepilvi on 3D trackerin tulkitsemista track markereista sen vahvimiksi määritelleitä XYZ-koordinaatteja.

Trackeri on siis lukinnut osan seuraamistaan kontrastieroista paikalleen ja antaneet niille XYZ- sivuttais-, pysty- ja syvyys-koordinaatit. Näitä arvoja voidaan tarkastella kolmiulotteisessa tilassa; tässä on raaka representatio kuvatusta tilasta pisteinä.

Point cloudin perusteella on helppo mallintaa alkuperäinen maisema 3D-geometriasta.

Trackingdata tulee tässäkin vaiheessa käyttöön, sillä track markereita voidaan käyttää geometrian luomiseen sellaisenaan. Näiden kuvien tapauksessa valitsin lattiasta, seinistä, katosta ja selkeistä muodoista pisteitä ja määritin ohjelman luomaan kortteja ja kuutioita edustamaan näitä muotoja. 3D-tilassa siirtelin kortit sekä palikat paikoilleen ja tarkastin niiden istuvuuden virtuaalisen kameran läpi.



### 043-3 työvaiheet: re-projisointi

Projisointi tarkoittaa tässä yhteydessä kuvan heijastamista geometrian päälle. Ajatus on sama kuin ottaisit diakuvan huoneesta ja heijastaisit sen kameran kohdalta takaisin huoneeseen.

Koska kuvani oli liikkuvaa ja pystyin tekemään siitä trackingin avulla geometrisesti sopivan tarkan mallinnuksen, oli minulla jo molempien klippien ajalta kamera-ajot virtuaalisena valmiina.

Koko idea tässä hyperlapsen kuvaamisessa oli vain mahdollistaa 3D tracking, virtuaalisten projisointikameroiden luominen ja geometrian rakentaminen sekä re-projisointi. Tällä tavalla pystyin projisoimaan alkuperäisen kuvasarjan useasta kuvakulmasta mallinnetun geometrian päälle. Tätä kutsutaan re-projisoinniksi. Koska tarkoitukseni ei ollut tehdä liikkuvaa kuvaa, vaan valokuva, en tarvinnut kameran liikettä muuhun kuin tarkkaan projisointiin.

Projisoitaessa geometriaan tapahtuu sama ilmiö kuin diakuvan heijastamisessa alkuperäiseen huoneeseen. Esineet ja etualan asiat jättävät "heittovarjot" taakseen kun tilaa tarkastellaan muusta kuin alkuperäisestä kuvakulmasta.

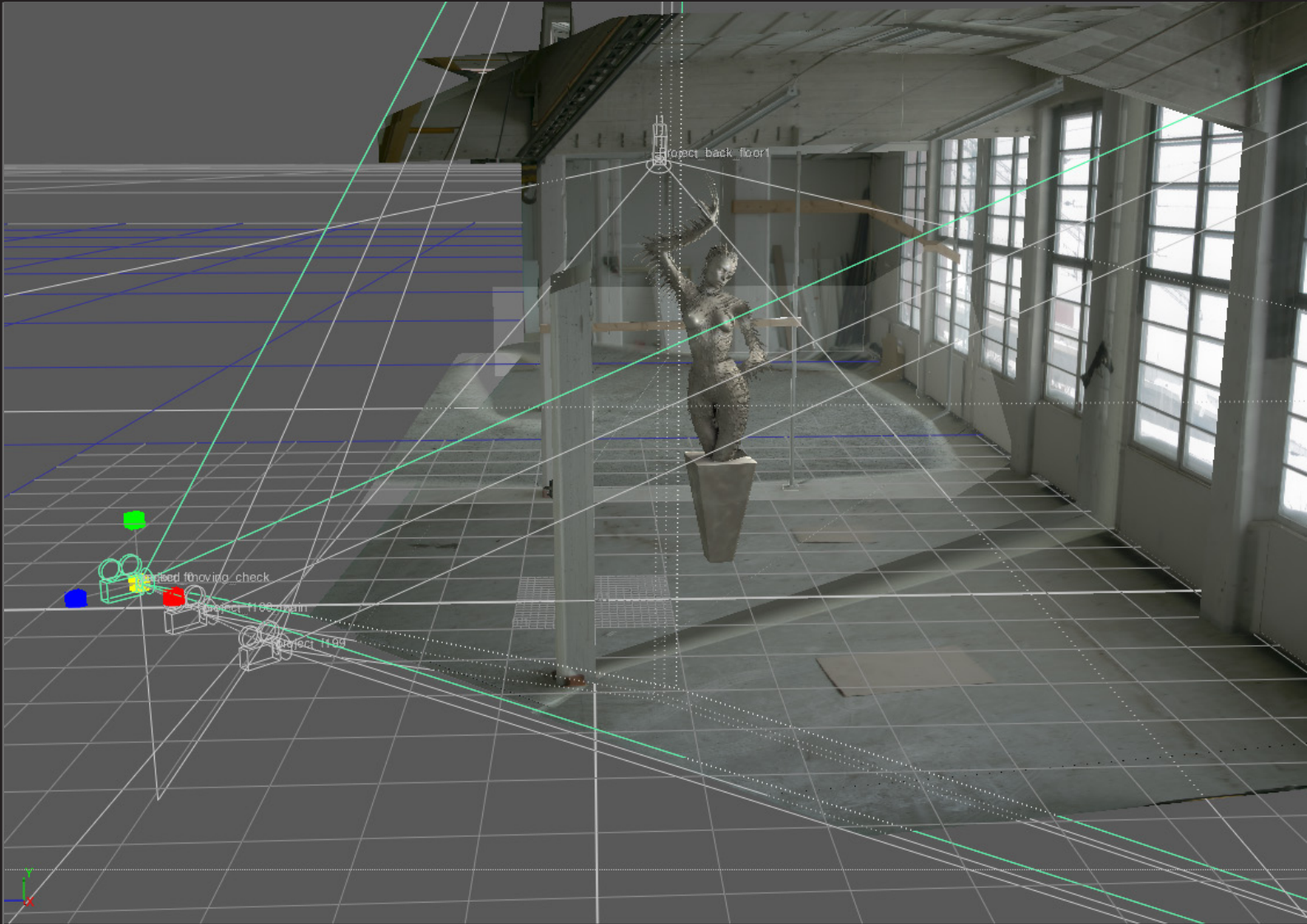
Tämä on toinen syy miksi kuvasin kameran liikkeen. Kopioin virtuaalisia kameroita muutaman kappaleen, jotka pysäytin liikeradan alku- ja loppupäähän. Näin pystyin heijastamaan toisesta kulmasta kameran näkemän alkuperäisen kuvan geometriaan ja paikkaamaan "varjot" toisesta kuvakulmasta. Paikkaaminen tapahtuu yksinkertaisesti maalaamalla paikkaavan kuvakulman kamerasta tulevaan kuvaan alpha-, eli läpinäkyvyyskanava niiltä osin kun varjot näkyvät toisesta projektorista.

Tätä varten otin myös lisäkuvia tiloista. Kahden 1,5 metrin etäisyydellä toisistaan olevan kameran yhdistetty näkymä jättää silti varjoalueita. Tarkoitukseni ei ollut teksturoida koko geometriaa kokonaiseksi 3D-malliksi, vaan luoda tarpeeksi geometriaa, että projisoinnilla saadaan aikaiseksi sopiva määrä joustoa kamerakulman valintaan.

Kun kaikki projektiot oli tehty, loin 3D-malliin uuden kameran, jonka läpi renderöin lopullisen valokuvan.

Koska tilat olivat yksinkertaisia, oli mallinnus mahdollista tehdä suhteellisen vapaasti.





SF\_low 1300x867 bbox: -25 -25 1325 892 channels: rgba,depth,forward.u,forward.v

x=1350 y= 748



## 043-4 työvaiheet: lopullisen kuvan määrittely

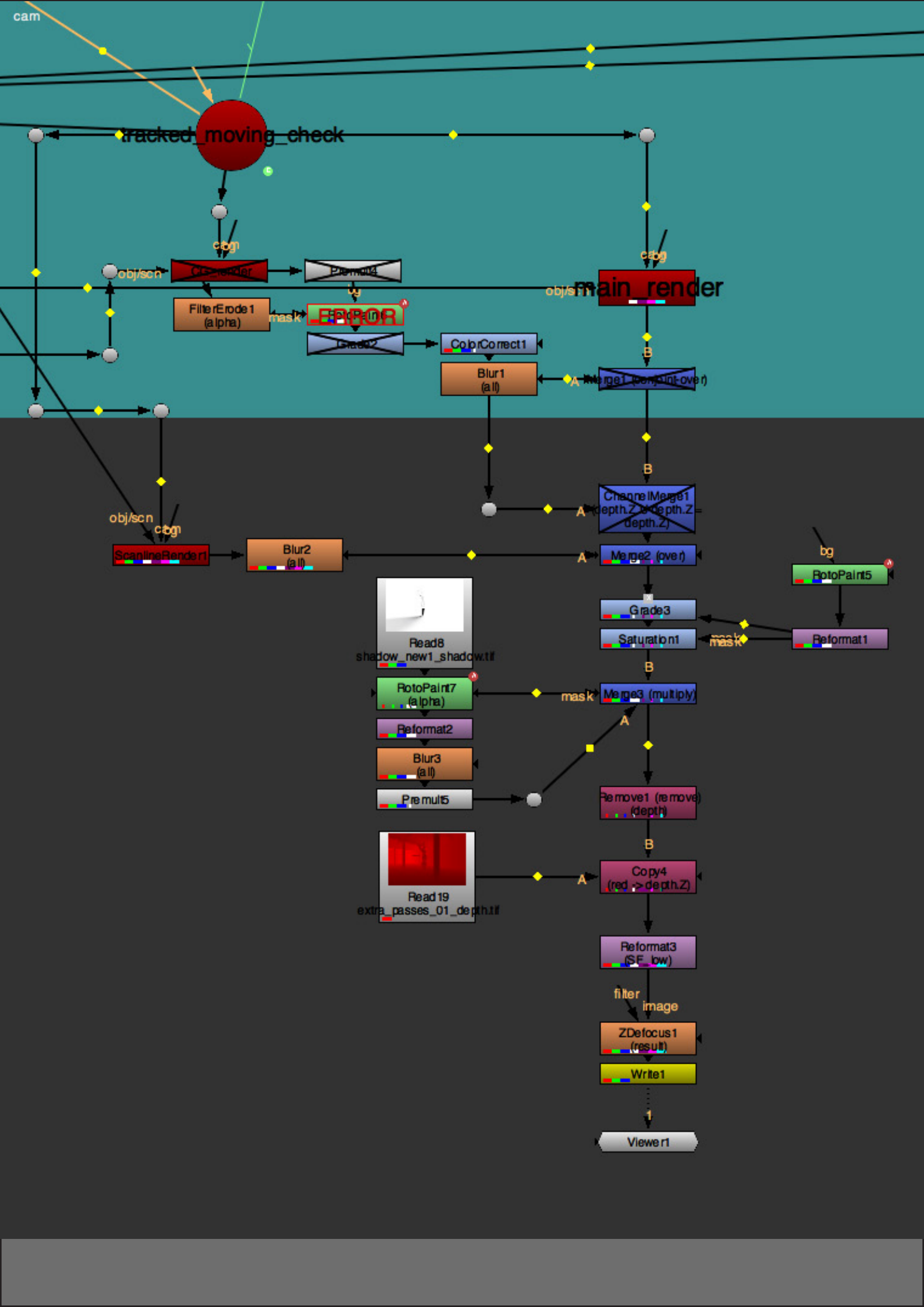
Uusi, virtuaalinen kamerakulma antoi minulle mahdollisuuden määrittellä kameran ominaisuudet uudestaan projisoinnin rajoissa. Pystyin muuttamaan kuvaavan kameran polttoväliä, muuttamaan kuvakulmaa ja koska kuvat olivat kuvausvaiheessa lähes läpiteräviä, pystyin määrittelemään syväepäterävyyden ja terävän alan jälkikäteen. Tätä tekniikkaa olisin voinut käyttää ihan pelkästään tuon syväepäterävyyden alueen määrittämiseksi, jos en olisi aivan varma mihin terävän alueen haluaisin itse kuvaushetkellä.

Mitä tarkemmin 3D-geometria rakennetaan, sitä helpompi sen kanssa on tehdä töitä. Hyvä 3D track auttaa rakentamaan tarkan geometrian ja tarkka suunnittelu auttaa saamaan hyvän 3D trackin.

Kuvan keskialalle sijoitin veistoksen, jossa yhdistyy antiikin veistoksille tyypilliset piirteet, mutta jonka naishahmo on hyvin moderni ja joka on toteutettu digitaalisella kuvanveisto-ohjelmalla, ja jonka fyysinen toteuttaminen ei välttämättä olisi fyysisesti mahdollista samasta materiaalista.

Lopuksi, kun olin tyytyväinen kuvan rajaukseen, uuteen polttoväliin ja syväepäterävyyteen, tein kuville vielä värimäärittelyn ja viimeistelyn. Kävin läpi tietokoneella luodut elementit ja varmistin että niiden sävyt vastaavat alkuperäisen kuvan sävyjä, eikä pahoja kirkkausristiriitoja ole havaittavissa.

Lopulta renderöin ulos viimeiset vedokset.



## 05 yhteenveto

Tämän päivän valokuvaajalta vaaditaan huomattavasti enemmän kuin ennen. Digitaalinen kuvankäsittely on pakko hallita, sillä pelkkiä raakakuvia ottaa vastaan enää hyvin harva asiakas, eikä omia kuviaan varmasti anna mielellään toisten käsiteltäväksi. Paitsi että kuvankäsittelyä on jossain määrin pakko osata, on valokuvaajilta alettu vaatimaan myös videokuvan tuottamista. Monet lehtitalot haluavat kuvaajiltaan usein videoa verkkolehteen tai padijulkaisuun still-kuvien lisäksi. Pelkästään tämä tuo huomattavasti lisää opeteltavaa nykyammattilaisille. Julkaisumedioiden vielä etsiessään pysyvämpää muotoa joudumme jatkuvasti opettelemaan uusia käytäntöjä ja monimedian säännönlaisuuksia.

Valokuvaajista on tulossa enemmän kuvantuottajia tai kuvantekijöitä. On mielenkiintoista nähdä mihin ammattimme kehittyy tulevaisuudessa. Mitä enemmän tekniikka automatisoituu raakadatan tuottamisessa, sitä laajempia aihealueita joudumme opiskelemaan.

Oma lähtökohtani kuvantuottajana on aina ollut valokuvaaja; olen lähestynyt kaikkea uutta tekemistä valokuvaajan silmin. 3D-mallinnusta ja renderöintiä opetellessani oli valokuvauksen tuntemus suuri etu. Nyt olen jo niin syvällä CGI-maailmassa, että paluu puhtaasti valokuvaajan kenkiin tuntuu hieman vieraalta. Työnkuvaani on myös hieman vaikea määritellä. Olenko valokuvaaja? Olenko mallintaja? Animaattori? Kompositoija? Valaisija? Omasta mielestäni olen vähän kaikkea tätä.

On vaikea arvioida millaiseksi valokuvaajan ammatti tulee tulevaisuudessa muokkaantumaan ja mihin oma tekemiseni tulee työntekijällä asettumaan, mutta päätellen vauhdista jolla digitaalinen media on mennyt eteenpäin viimeisen kymmenen vuoden aikana, minulla on vahva tunne että virtuaalisuuden ja valokuvauksen yhdistäminen on vasta kevyttä alkusoittoa.

Virtuaalisten ratkaisujen käyttäminen yleistyy nopeaa vauhtia ja kuvien määrä jokapäiväisessä elämässämme lisääntyy jatkuvasti. Teknisiä harppauksia uusien teknologioiden suhteen ei pidä pelätä, mutta on myös tärkeää muistaa että kuvantekijän roolissa tärkeintä on sisällön tuottaminen. Vaikka voimme kuvata ja luoda mitä tahansa, omasta mielestäni kuvien teho ja voima on ajatuksessa, eikä sen arvoa voida mitata megapikseleissä.



## 07 lähteet

**Campbell, Nick**, sähköpostikeskustelu 2011

**Fry, Garrett**, 2012, verkkoartikkeli: Nuke Multi Projection Setup for Matte Painting

Luettavissa: <http://www.gfryart.com/index.php/tutorials/nuke/44-basic-nuke-projection-setup-for-matte-painting>

**FXGuide**, 2012, verkkoartikkeli: Carl Rosendahl, from PDI to the future of VFX

Luettavissa: <http://www.fxguide.com/fxpodcasts/fxpodcast-237-carl-rosendahl-from-pdi-to-the-future-of-vfx/>

**Gaeta, John**, 1999, dokumentti: Making 'The Matrix'

**Mahkonen, Jani**, keskusteluja 2010-2012

**Loponen, Aki**, keskusteluja 2010-2012

**Pandhi, Daksh (Dax)**, 2011, Realism in Vue

**Rueter, Frank**, 2012, verkkoartikkeli: NUKE Production Workflows / Projection Basics

Luettavissa: <http://www.thefoundry.co.uk/articles/2009/12/01/95/nuke-production-workflows-projection-basics/>

**Seymour, Mike**, 2012, verkkoartikkeli: Prometheus: rebuilding hallowed vfx space

<http://www.fxguide.com/featured/prometheus-rebuilding-hallowed-vfx-space/>

**Thompson, Anne**, 2010, verkkoartikkeli: "How James Cameron's Innovative New 3D Tech Created Avatar"

Luettavissa: <http://www.popularmechanics.com/technology/digital/visual-effects/4339455>

## **08 liitteet**

Kuvaliite 1

Kuvaliite 2





