

Teppo Ylitalo

NYKYAJAN TEKSTUROINTIOHJELMAT JA NIIDEN KÄYTTÖTARKOITUKSET

Tradenomi

Tietojenkäsittely

Syksy 2015



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä(t): Ylitalo Teppo

Työn nimi: Nykyajan teksturointiohjelmat ja niiden käyttötarkoitukset

Tutkintonimike: Tradenomi, peliteknologia

Asiasanat: teksturointi, peligrafiikka, 3D-mallinnus

Tässä opinnäytetyössä keskitytään nykyaikaisiin teksturointiohjelmiin ja niiden poikkeavuuksiin. Allegorithmicin ja Quixelin tarjoamat teksturointipaketit ovat nousseet suuremman yleisön tietoisuuteen. Alalla kuitenkin käytetään myös Adobe Photoshop-ohjelmaa sekä The Foundryn Maria.

Peliobjektit mallinnetaan, puretaan 2D-pinnalle sekä teksturoidaan. Mallintamistapoja ja tekniikoita on useita. Myös mallin purkamiseen käytetään erilaisia työkaluja. Kuvantamisesta vastaavia varjostimia on olemassa useita erilaisia. Peliobjekteilla voi myös olla yksi tai useampi tekstuurikartta, joita pelien varjostimet voivat tulkita useilla eri tavoilla. Tekstuurikartat voidaan tehdä samanaikaisesti tai yksitellen riippuen työtavasta sekä valitusta teksturointiohjelmasta. Myös erilaiset teksturointityylit ja tekotavat vaikuttavat siihen, mitä tekstuurikarttoja peliobjektille tarvitaan.

ABSTRACT

Author(s): Ylitalo Teppo

Title of the Publication: Today's Texturing Programs And Their Uses

Degree Title: Bachelor of Business Information Technology, Game Technology

Keywords: texturing, game graphics, 3D modeling

This thesis concentrates in modern day texturing applications and their differences. Texturing packages of Allegorithmic and Quixel have become more known for a bigger audiences. Adobe's Photoshop as well as The Foundry's Mari are also used in the game industry. Programs differ from one another.

Game objects are modeled, unwrapped into 2D space and textured. There are several different modeling habits and techniques. There are also different tools for unwrapping. Different kinds of shaders are used for rendering. Game objects can also have one or multiple texture maps which can be interpreted differently by the shader program. Texture maps can be made all at once or one by one depending on the chosen workflow and texturing program. What texture maps a game object needs can also be determined on different texturing styles and ways of doing textures.

ALKUSANAT

Vasta se alkoi ja nyt se jo päättyi. Kiitos kaikille näistä vuosista ja tuesta!

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 YLEISTÄ 3D-MALLINNUKSESTA.....	2
3 ESIVALMISTELUA MALLINTAMISELLE	4
4 3D-MALLINNUS	5
4.1 Yleisimmät 3D-mallinnuksen työkalut.....	10
4.2 Mallin purkaminen 2D-pinnalle	11
4.3 Varjostimet ja materiaalit	13
5 FYSIKAALISIIN OMINAISUUKSIIN POHJAUTUVA 3D-KUVAHAHMONNUS	14
6 TEKSTUURIEN TEKOTAVAT JA TYYLIT.....	17
6.1 Valokuvaan pohjautuva teksturointi	18
6.2 Käsinmaalatut tekstuurit	18
6.3 Semi-realistinen teksturointi	21
6.4 Proseduraaliset tekstuurit.....	22
7 ERILAISET TEKSTUURIKARTAT	23
8 TEKSTUROINTIIN KÄYTETTYJÄ OHJELMIA	28
8.1 Adobe Photoshop.....	28
8.2 Quixel Suite	31
8.2.1 NDO	31
8.2.2 DDO	32
8.2.3 3DO.....	33
8.2.4 Muuta yleistä Quixel Suitesta	34
8.2.5 Quixel Suite 2.0	35
8.3 Allegorithmic-yhtiön ohjelmat	36
8.3.1 Substance Designer	36
8.3.2 Substance Painter	38
8.3.3 Bitmap2Material	39
8.3.4 Yleistä Allegorithmicin ohjelmista	41
8.4 Mari	42

9 UUDET TEKSTUROINTIOHJELMAT AMMATTILAISEN NÄKÖKULMASTA..	46
10 YHTEENVETO	47
11 POHDINTA.....	50
LÄHTEET	54
LIITTEET	

1 JOHDANTO

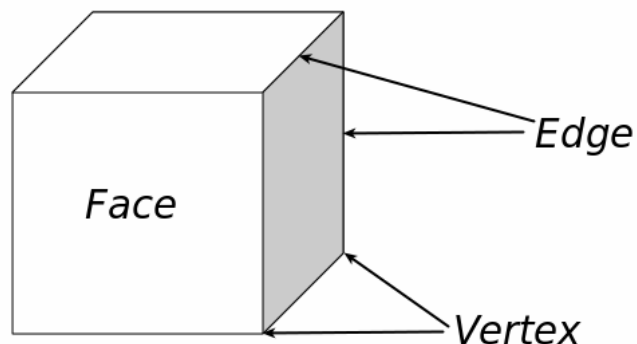
Halusin tutustua eri teksturointipakettien eroavuuksiin ja niiden käytettävyyteen. Samalla halusin kartoittaa mihin tarkoituksiin eri teksturointiohjelmiä olisi järkevintä käyttää. Tahdoin myös selvittää kuinka suuria yhtäläisyyksiä ohjelmilla oli keskenään.

Suurin kiinnostukseni aiheeseen tulee opiskeltavasta aiheesta. Pidän ympäristöjen suunnittelusta, digitaalisesta veistelmästä sekä tekstuurien teosta. Lisäksi omistan Allegorithmicin ohjelmistot ja olen pitkäaikainen Photoshop-käyttäjä. Olen myös kuukausittainen tilaaja Adoben valokuvauspaketille, joka sisältää Photoshopin. Työlläni ei ollut tilaajaa.

2 YLEISTÄ 3D-MALLINNUKSESTA

Videopeliobjektit koostuvat monista asioista. Objektin 3D-malli ei yleensä riitä kertomaan tarpeeksi sen kuvaamasta objektista. Sen takia niiden päälle piirretään vielä erilaisia tekstuureja eli pintakuvioita, joita tarkastamalla tietokone tietää, miten sen pitää piirtää objekti tietokoneruudulle.

3D-mallit itsessään muodostuvat kärjistä, särmistä ja tahkoista. Kärjet kuvaavat kolmiulotteisen avaruuden yksittäistä avaruuspistettä tai sijaintia. Särmit yhdistävät kolmiulotteisen avaruuden kärkiä, kuten kahden pisteen välille tehty jana. Objektien pinnat muodostuvat tahkoista, jotka ovat suljettujen janojen välisiä pintoja. (Blender Wiki, 2015.)

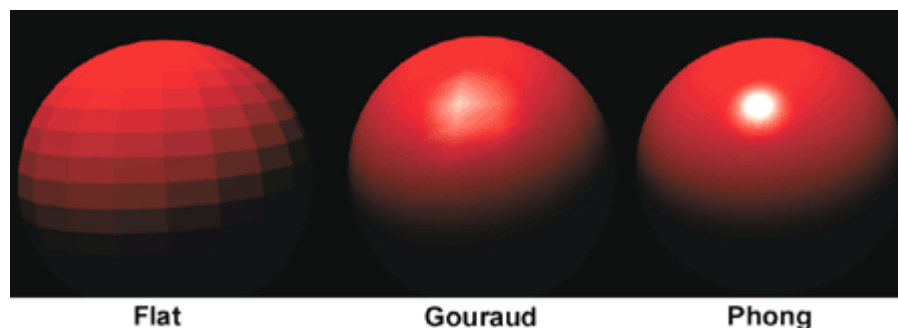


Kuva 1. Objektien osat on nimetty geometrian mukaan kärjiksi (vertices), särmiksi (edges) ja tahkoiksi (faces). (3DShapes 2015.)

3D-mallit on mahdollista muodostaa kuviksi eri tavoin. Yksi ilmentämistapa on wireframe-moodi, missä piirretään kaikki mallin särmät ilman tahkoja. Wireframe-ilmenneys muistuttaa rautalankamallia. Jos myös mallin monikulmaiset pinnat ilmentetään kuviksi, puhutaan varjostuksesta. Kaikessa yksinkertaisuudessaan varjostuksessa värjätään jokainen yksittäinen tahko yhdellä omalla värillä. (Gantzler 2005, 6.)

Varjostin on ohjelma, joka toimii grafiikkasuorittimella. (OpenGL 2015.) Varjostin päättää, miltä 3D-objektin pinta näyttää missäkin kohtaa. Pinnan kuvantamiseen, eli renderöintiin, vaikuttavat esimerkiksi objektin väri, valojen kirkkaus ja pintakuviotiedot. Tietokone myös laskee objektin pintojen normaalivektorit, joilla tarkoitetaan pinnasta kohtisuorassa olevaa suuntavektoria. Pinnan suuntavektori kertoo, mihin suuntaan pinta osoittaa. Lambert-varjostusmalli on ehkäpä yksinkertaisin ja nopein tapa varjostaa objekteja. Se käyttää pinnanormaalien tietoja katsoakseen, kuinka suoraan 3D-objektin tahkot osoittavat valoja kohti. Mitä suurempaa pinta osoittaa valoon, sitä kirkkaammaksi tietokone sen värjää. (Gantzler 2005, 16.)

Lambert-varjostusmalli ei toimi kaareutuvilla pinnoilla kovin hyvin. Esimerkiksi 3D-lieriötä varjostettaessa Lambert-varjostuksella, lieriö tarvitsisi lähes äärettömän määrän pintatahkoja, jotta se näyttäisi pehmeästi kaareutuvalta. Pintatahkojen määrä taas lisää tietokoneen tarvitsemaa kuvan hahmontamisaikaa. Pehmeään varjostukseen on kuitenkin keksitty keinoja. Gouraud-varjostuksessa käytetään hyväksi avaruuspisteiden normaaleja. Tahkojen välisen avaruuspisteen normaali on sitä ympäröivien pinnanormaalien keskiarvo. Gouraud-varjostus laskee eri avaruuspisteiden väriarvot ja värjää pinnat liukuvalla muutoksella väriarvojen välistä. Tällöin avaruuspisteen ympäröivien tahkojen pinnat varjostuvat pehmeästi toisiinsa nähden, joka saa aikaan illuusion pyöreästä pinnasta. (Gantzler 2005, 16–18.)



Kuva 2. Varjostimet vaikuttavat kuvantamiseen. (PCMag 2015.)

3 ESIVALMISTELUA MALLINTAMISELLE

Ennen mallintamista on hyvä tehdä suunnitelma. Lopputuloksen tavoitteiden ja haasteiden kartoittaminen auttaa tekemään päätöksiä projektin aikana. Yksi hyvin suositeltavista käytännöistä on tehdä kuvista kollaaseja, jotka ohjaavat mallintamista mallikuvina ja muistuttavat lopputuotokseen halutusta tunnelmasta. (Gahan 2012, 27–28.)

Hyvä suunnitelma selkeyttää projektin kehittämistä ja poistaa epävarmuutta. Perustietojen kartoittamisella voidaan varmistua siitä, että tehtävään työhön on tarpeeksi aikaa ja työn yksityiskohdat selkeytyvät. Mallille saatetaan tarvita useita eri tekstuurikarttoja, animaatioita sekä eri versioita samasta mallista sen yksityiskohdian mukaan. Myös tahkojen lukumäärä, tekstuurien koot ja mallin tiedostomuodot voivat olla ennalta määrättyjä. (Gahan 2012, 28–31.)

Työtahditus on osa hyviä työtapoja. Työtehtäville voidaan tehdä aikataulutus, jonka mukaan asioita tehdään. Tällöin pienien asioiden uudelleentekoon ja viimeistelyyn ei jää niin paljon aikaa ja projektit tulevat valmiiksi päätöspäivään mennessä. Työt tulisi myös tallentaa tarpeeksi usein, jotta tehty työ ei mene hukkaan esimerkiksi mallinnusohjelman kaatumisen takia. Valmiille töille on suositeltavaa kysyä kehittävää palautetta, jolloin saadaan tietää, missä olisi parannettavaa. Kehittävä palaute voi auttaa ongelmien kanssa sekä varmistaa, onko työn laatu vaaditulla tasolla. (Chopine 2011, 17–19.)

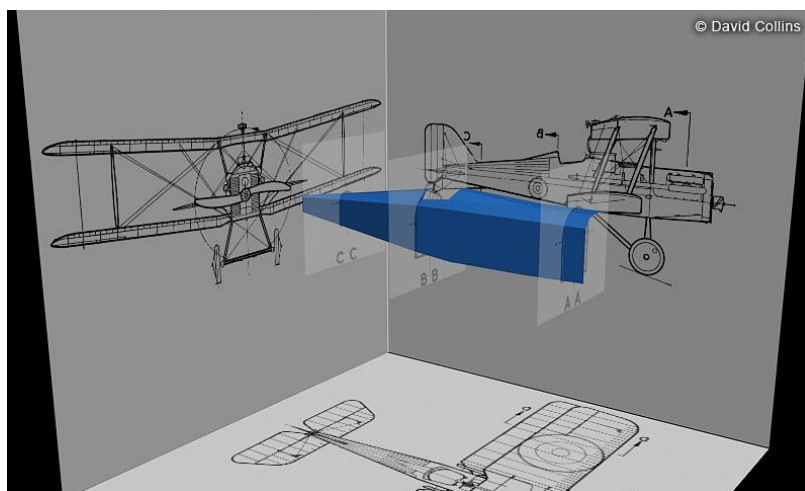
Nimeämiskäytännöt auttavat pitämään asiat saatavilla. Mallien ja muiden tarvittavien tiedostojen nimeäminen selkeällä tavalla auttaa löytämään vaaditut asiat nopeasti ja vaivattomasti. Muidenkin samaa asiaa työstävien henkilöiden tulee saada selvää, mitä mikäkin on ja mistä sen löytää. Jos tiedostossa on usea sphere-niminen objekti eri numeropäätteellä, niistä on usein hankala tietää, mikä tekee mitäkin ja mihin tarkoitukseen ne on tarkoitettu. Tämä säästää sekavien tiedostojen ymmärtämiseen vaadittavaa aikaa ja vaivaa. (Chopine 2011, 17.)

4 3D-MALLINNUS

Monikulmamallinnuksessa hallitaan monikulmioita. Monikulmamallinnuksella toteutetut kolmiulotteiset objektit koostuvat useista monikulmaisista tahkoista eli tahkoista, joilla on enemmän kuin kolme kulmaa. Tahkot muodostavat yhdessä eräänlaisen monikulmaisen verkon, polygonal mesh. (Autodesk 2015a.)

Laatikkomallinnus on monikulmamallinnuksen yksi suosituimmista mallinnustavoista. Siinä malli aletaan rakentamaan laatikosta. Laatikkoon saadaan lisää tahkoja lisäämällä särmiä. Kärkiä, särmiä ja tahkoja liikuttamalla, kääntämällä ja muuntamalla laatikosta saadaan halutun muotoinen 3D-objekti. (Chopine 2011, 25.)

Ekstruusiomallinnus on toinen monikulmamallinnuksen suosituimpia mallinnustapoja. Ekstruusiomallinnuksessa graafikko aloittaa tasosta tai särmästä ja alkaa luomaan uusia särmiä, jotka ovat yhdistettyinä aiempaan geometriaan. Useimmiten siinä luodaan kehikko suunnitellun mallin etu-, sivu- tai yläprofiilin ääri viivojen mukaisesti. Tämän jälkeen kehikosta aletaan tekemään uusia särmiä yhdistellen aiempia ääri viivoja, mutta huomioiden nyt eri profiilin muodot. Esimerkiksi autojen suunnitelmapiirustukset voivat olla hyödyllisiä tällaisissa mallinnustyötapoissa. (Chopine 2011, 25–26.)



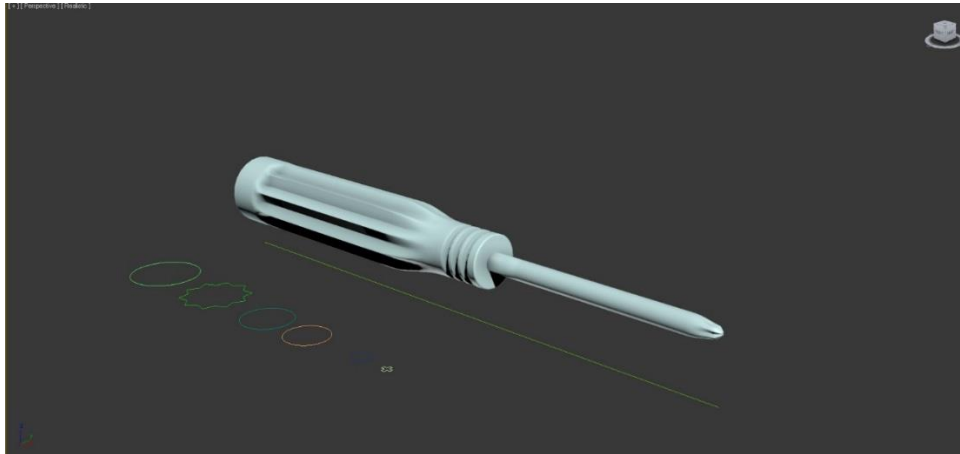
Kuva 3. Esimerkkikuva suunnitelmapiirustuksien käytöstä (Collins 2015.)

Mallintaminen käyräviivainten avulla, kaarremallinnus, lienee vanhin käytettävissä oleva mallinnustapa. Käyräviivain, englanniksi spline, on kahden hallintapisteen välinen käyrä tai kaari. Bézier-käyrät ovat yksi esimerkki käyräviivaimista. (Animation Arena 2012.)

Bézier-käyrillä tarkoitetaan käyräviivaimia, joilla voi olla useita hallintapisteitä. Suoralla janalla on alku- sekä loppupiste. Jotta suorasta janasta saataisiin kaareva, sen alku- tai loppupisteestä voidaan muuttaa hallintapiste. Hallintapisteillä on olemassa kallistusmuuttujat, joilla käyrää on mahdollista taivuttaa kääntämällä ja viemällä muuttujia eri etäisyyksille. Bézier-käyrästä puhutaan yleensä silloin, kun käyrän alku- ja loppupisteiden väliin tarvitaan lisää hallintapisteitä, jotta käyrästä saataisiin halutun muotoinen. On myös olemassa B-käyräviivain, jossa hallintapisteiden ei ole pakko olla käyrällä itsellään. (Chopine 2011, 46–48.)

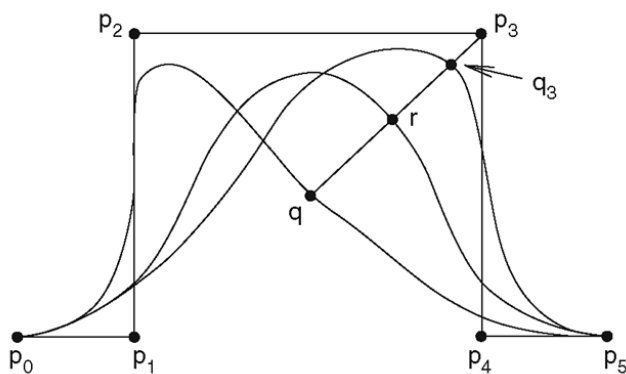
Käyräviivaimia voidaan käyttää eri tavoin. On esimerkiksi mahdollista piirtää jonkinlainen muoto, joka muistuttaa halutun esineen ulkopintaa. Muotoa pyöräytetään tarpeellisen paljon halutulla akselilla, jolloin saadaan muotoa mukaileva 3D-pinta. Tätä kutsutaan Lathe-työtavaksi, eli sorvaukseksi. (Republic of Code, 2010.)

Toinen käyräviivainten käyttötapa on Loft-mallintaminen. Loft-malli tehdään vähintään kahdesta käyräviivaimesta. Toinen käyräviivain kertoo esineen muodon ja toinen muodon kulkeman reitin. Loft-mallintamisella tehtyä mallia on helppo muuttaa ja parantaa muokkaamalla käyräviivaimia tai Loft-objektin muuttujia. Myös Loft-malliin käytettävien käyräviivainten tarkkuuksia voidaan muuttaa jälkepäin, jotta objekteista ei tulisi liian raskaita pelikäyttöön. (Gantzler 2005, 167–169.)



Kuva 4. Loft-menetelmällä tehty ristipäämeisseli, johon on käytetty kuutta eri muotoa. (Rgxb2002 2012.)

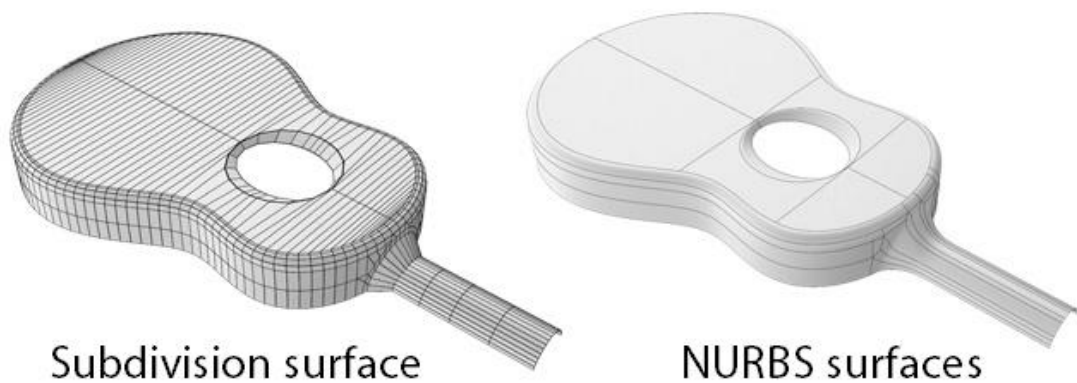
NURBS-käyrät ovat erikoiskäyriä. Ero B-käyräviivaimien ja NURBS-käyrien välillä on, että B-käyräviivaimien hallintapisteet vaikuttavat kaikki yhtä paljon käyrään. NURBS-käyrien hallintapisteet voivat vaikuttaa lopputulokseen erikseen määrättyillä vahvuuksilla. NURBS on lyhenne sanoista non-uniform rational Bezier spline eli ei-yhdenmukaisesti rationaalinen Bézier-käyräviivain. (Chopine 2011, 48.)



Kuva 5. Erilaisilla hallintapisteiden painojakaumilla saadaan aikaan erilaisia NURBS-käyriä. (What-when-how 2015.)

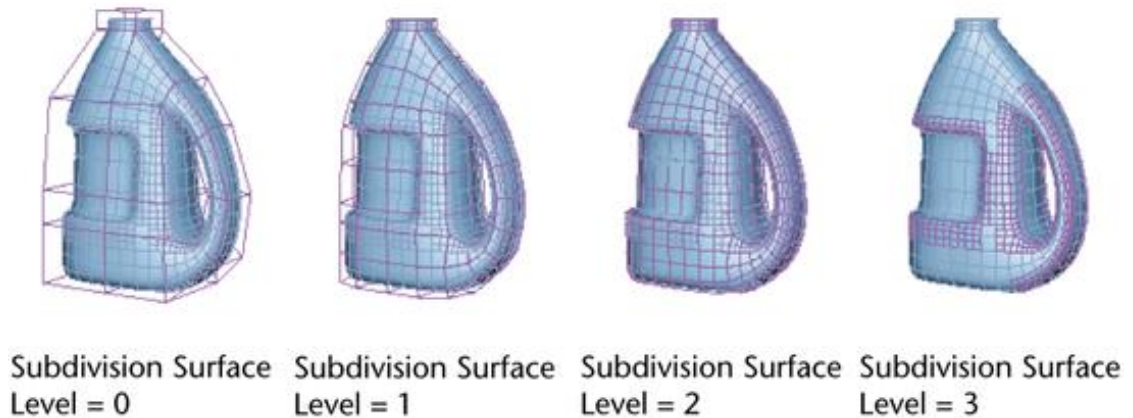
NURBS-pinnat ovat NURBS-käyrillä tehtyjä pintoja. NURBS-käyrä on mahdollista kiertää yhden akselin ympäri, jolloin kaikki käyrät kulkevat yhteen suuntaan. NURBS-pinnalle on myös mahdollista lisätä NURBS-käyriä, jotka kulkevat esimer-

kiksi kohtisuoraan, tehden pinnalle eräänlaisen ristikkopinnan. Pintaa voidaan jälkeinpäin hallita rungolla, jossa on useita hallintapisteitä käyrien leikkauspisteiden kohdilla. Uusien hallintapisteiden lisäys NURBS-pinnalle kuitenkin vaatii kokonaisen uuden käyrän lisäämistä. (Chopine 2011, 49–50.)



Kuva 6. NURBS-pinta näyttää yksinkertaisemmalta kuin jakopinta. (Tsplines 2015.)

Jakopintamallinnuksessa, subdivision surface modeling, on monikulmamallinnuksen ja NURBS-pintamallinnuksen ominaispiirteitä. Jakopintamallinnuksella on mahdollista saada aikaan sileäntasaisia pintoja kuten NURBS-pintamallinnuksessa. Yksityiskohtien lisäys jakopintamallinnuksessa voidaan tehdä samoin kuin monikulmamallinnuksessa. Yksityiskohtien määrää on mahdollista vaihdella ympäri mallia tarpeiden mukaan. Yksityiskohtaisemmilla pinnoilla voidaan käyttää paljon geometriaa ja yksinkertaisemmilla pinnoilla vähemmän. (Autodesk 2010.)



Kuva 7. Jakopintamallinnuksessa tehdään ohjauskehikko, jolla ohjataan pinnan jakautumista halutunlaiseksi. (Autodesk 2015b.)

Jakopinnat on tehty tahkoista. Jakopintojen hallinta on samankaltaista kuin NURBS-pinnoilla. Aluksi tehdään 3D-objekti, jota jaetaan moninkertaisesti niin, että mallista tulee pyöreämpi ja sileämpi. Alitason jakopinta jää pohjalle hallintakehikoksi. Jakaminen tapahtuu niin, että jokaisen särmän keskipisteestä tehdään jako tahkon keskipisteeseen. Tämän jälkeen tahkon uusien kärkipisteiden avulla määritetään tahkon entisien kulmapisteiden keskiarvoiset paikat. Tätä kutsutaan Catmull-Clark-jaoksi. (Chopine 2011, 55–56.)

Jakopintamallinnuksessa on omia hyviä käytäntöjä. Pohjalla olevan hallintakehikon on hyvä näyttää siistiltä ja yksinkertaiselta. Topologialla tarkoitetaan tahkoasetelmaa, joka ei muutu mallia muovattaessa. Hyvän topologian omaavien pintojen jakautumista on helpompi ennakoida. Nelikulmioita on myös hyvä käyttää monikulmiomallinnuksessa, koska muunlaiset tahkot saattavat aiheuttaa kuhmuja ja häiriöitä objektia jaettaessa. Tämän lisäksi eri ohjelmat käsittelevät monikulmioita eri tavoin, mikä vähentää mallin yhteensopivuutta eri sovellusalustojen kanssa. (Chopine 2011, 58–59.)

Myös napoja on syytä välttää. Navoiksi kutsutaan avaruuspisteitä, joihin on yhdistettynä enemmän tai vähemmän kuin neljä tahkoa. Navat saattavat aiheuttaa samanlaisia ongelmia muovautuessaan kuin monikulmiot ja kolmiot. Mallintajat piilottavat navat yleensä paikkoihin, joista niitä ei voida erottaa tai joissa ei tapahdu

liikkumisesta aiheutuvaa muovautumista. Napoja voidaan kuitenkin hyödyntää, kun halutaan hallita särmiä muodostamien silmukoiden virtaavuutta. Englannin kielessä puhutaan käsitteestä 'edge flow'. (Chopine 2011, 59–60.)

Särmiä silmukalla tarkoitetaan särmiä jonoa, joka päättyy alkupisteeseensä. Silmukka, joka tunnetaan englanniksi nimellä loop, kiertää täyden kierroksen jonkin pinnan ympärillä. Jotta särmiä silmukka jatkuisi, pitää sen avaruuspisteillä olla aina neljä särmiä. Hyvin toimivat silmukat ovat osana hyvää topologiaa. Silmukoilla säädellään pintojen muovautumista. (Chopine 2011, 61.)

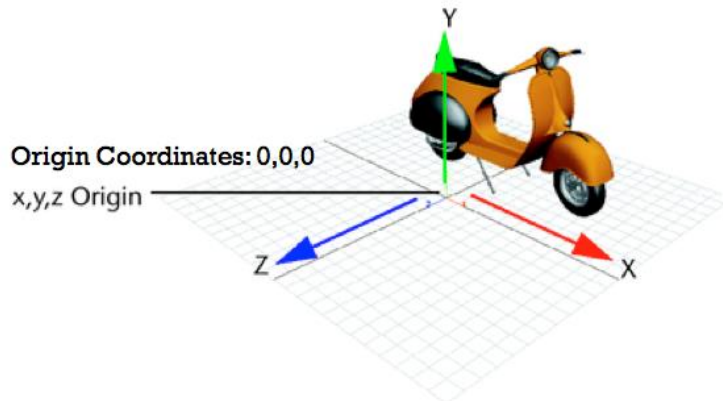
Digitaaliset veistämishjelmat ovat yleistymässä. Niissä 3D-malleihin on mahdollista tehdä yksityiskohtia esimerkiksi työntämällä pintoja eri suuntiin, nipistämällä avaruuspisteitä lähemmäs toisiaan tai tasoittamalla pinta sileäksi. Vastaavien yksityiskohtien tekemiseen perinteisemmällä mallinnustavoilla voisi tuhlautua todella paljon aikaa. Digitaaliset veistämishjelmat ovat lisänneet tietokonegrafiikoiden fotorealistisuutta ja valokuvamaisuutta. Tunnetuimpia digitaaliseen veistämiseen käytettyjä ohjelmia lienevät Zbrush, Mudbox sekä 3D-Coat. Myös perusmallinnukseen käytettävät ohjelmat, kuten 3ds Max, sisältävät nykyisin mahdollisuuden digitaaliseen veistämiseen. (Wikipedia 2015.)

4.1 Yleisimmät 3D-mallinnuksen työkalut

Suurin osa mallintamisesta tehdään muunnoksilla. Muunnoksilla tarkoitetaan perustoimintoja, kuten välittäminen, kääntäminen ja skaalaaminen. Englanninkielisiltä nimiltään nämä transformaatiot tunnetaan nimillä move, rotate ja scale. Kun asiaa liikutetaan paikasta toiseen, puhutaan välittämisestä tai liikuttamisesta. Skaalauksessa asiaa suurennetaan tai pienennetään. (Gantzler 2005, 24.)

Muunnokset tapahtuvat keskipisteen mukaisesti. Esimerkiksi objektia voidaan kääntää kolmiulotteisen avaruuden origon mukaan eli XYZ-koordinaatiston 0, 0, 0 -pisteen mukaisesti. Muunnoksiin käytettävä keskipiste voi kuitenkin olla eri kuin

objektin keskipiste. Muunnoksia vaativan objektin ei tarvitse olla muunnoksiin käytettävässä keskipisteessä. Tällöin kokonaista objektia pyöritettäessä se ei pyöri ainoastaan paikallaan, vaan se voi liikkua muunnoksen keskipisteen ympärillä kiertoradalla olevan objektin tavoin. (Gantzler 2005, 24.)



Kuva 8. Origo löytyy kolmen akselin leikkauspisteestä. (m5 Design Studio 2015.)

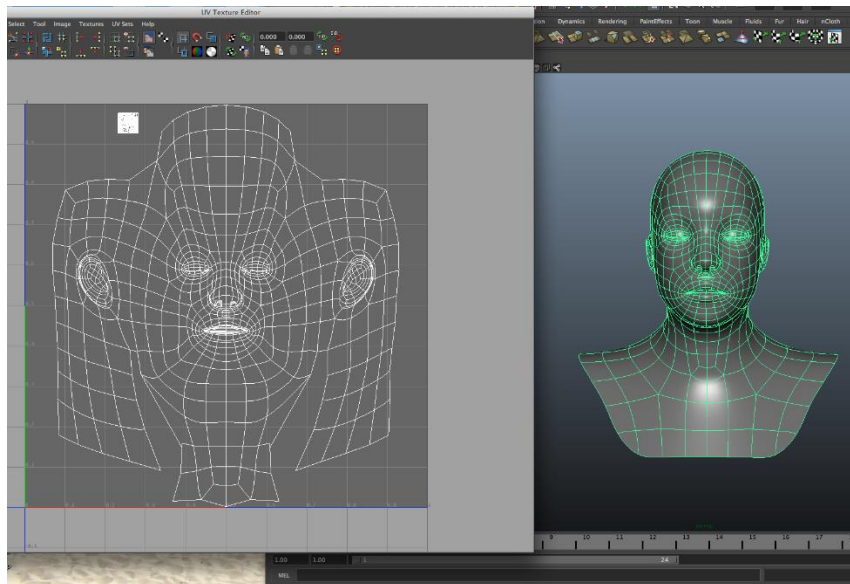
Tarkempia muunnoksia varten on eri koordinaattijärjestelmiä. Globaali eli maailmanlaajuinen keskipiste pysyy aina samana. Objektilla on kuitenkin oma paikallinen koordinaattijärjestelmä, jota voidaan muokata erikseen globaalin koordinaattijärjestelmän mukaisesti. Eri järjestelmillä on myös mahdollista vaihtaa ja liikuttaa objektin lokaalia eli paikallista tukipistettä. (Gantzler 2005, 24–25.)

4.2 Mallin purkaminen 2D-pinnalle

Tekstuurikartoituksella voidaan piirtää 2D-tekstuurikarttoja 3D-objektien pinnoille. Yksinkertaisilla projektointimenetelmillä on mahdollista kartoittaa perusmuotoja, kuten palloja, lieriöitä ja laatikoita. Yksinkertaisimmillaan kuva voidaan tasoprojisoida suoraan yhdeltä suunnalta kolmiulotteisen objektin pinnalle. Kuutioprojisoinnissa objekti jaetaan kuuteen nelikulmioon, jotka yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Lieriömäisessä projisoinnissa kuva tehdään putkeksi, joka sitten projisoidaan mallin pinnalle. (Chopine 2011, 152–153.)

UV-kartoituksella malli voidaan purkaa 2D-pinnalle tarkemmin. UV-kartoituksessa objektin kolmiulotteiset pinnat jaetaan kaksiulotteiseen avaruuteen, UV-koordinaatistoon. Jokaiselle objektin avaruuspisteelle annetaan oma koordinaattinsa UV-koordinaatistossa. UV-koordinaattien avulla ohjelmat tietävät mistä minkäkin pinnan tekstuurikuviot ovat saatavilla. Samaa käytäntöä voidaan käyttää kaikenlaisille monikulmiomalleille. (Chopine 2011, 153.)

Jokainen objektin monikulmio vastaa yhtä UV-kartan monikulmiota. Objektin UV-karttaa voidaan jakaa useampaan osaan tekemällä saumakohtia sen särmiin. UV-kartan saumoja voidaan myös tikata eli liittää takaisin yhteen. Hyvästä UV-kartasta huomataan helposti, mihin osaan objektia mikäkin UV-kartan osa kuuluu. Saumakohtien lukumäärää tulisi pyrkiä pitämään mahdollisimman pienenä kuitenkin niin, että UV-karttaan ei tule liian suuria vääristymiä. UV-kartoituksessa käytetään myös hyväksi yksinkertaisia projisointimenetelmiä, kuten taso- ja lieriöprojisointia. (Chopine 2011, 154–155.)



Kuva 9. UV-kartasta on hyvä saada selville, mitä osaa jokainen asia kuvastaa. (Ucbugg-labs 2015.)

4.3 Varjostimet ja materiaalit

Varjostimet ovat miniohjelmia, jotka prosessoivat graafisia efektejä reaaliajassa. Varjostimia on pääasiassa kahdenlaisia. Verteksi- tai avaruuspistevarjostimet muuntavat geometriaa reaaliajassa, ja pikselivarjostimet pystyvät muuntamaan ruudulle piirrettyjä pikseleitä. Varjostimilla voidaan tehdä vaikutelmia monimutkaisista materiaaleista, kuten hiuksista, tulesta ja vedestä. (Ahearn 2008, 68–69.)

Graafikon tehtävä on saada aikaan haluttu tulos. Varjostimille voidaan syöttää eri muuttujia ja tekstuurikarttoja, jotka vaikuttavat lopputulokseen. Näitä arvoja ja tekstuurikarttoja muuntelemalla graafikot pyrkivät saamaan aikaan halutun lopputuloksen. Aina ei ole pakko edes koskea varjostimen ohjelmakoodiin, vaan jo valmiina olevat varjostimet voivat saada aikaan tahdotun tuloksen oikeanlaisilla muuttujilla ja tekstuurikartoilla. Tekstuurikartoilla ja muuttujilla voidaan muokata esimerkiksi pinnan väriä, kiiltoa tai erillisiä jälkikäsitteleyefektejä. (Ahearn 2008, 69–73.)

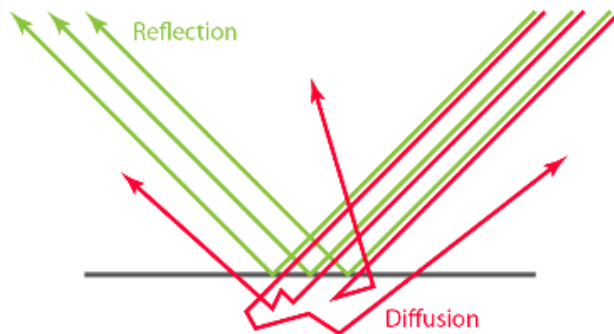
5 FYSIKAALISIIN OMINAISUUKSIIN POHJAUTUVA 3D-KUVAAHAMONNUS

Pelimoottoreiden reaaliaikaisessa 3D-kuvahahmonnuksessa yleistyy kovaa vauhtia PBR. PBR on lyhenne sanoista physically-based rendering eli fysikaalisiin ominaisuuksiin pohjautuva 3D-kuvahahmonnus. Varjostinmalli on kehittynyt, josta johdettua vanhoja epätarkkuuksia voidaan vähentää tai poistaa kokonaan. Suurimpana erona vanhoihin varjostusmalleihin on valon ja pintojen käyttäytymisen tarkempi säätely. (Russell, J. 2015a.)

Valon sädemalli on tärkeä tekstuurien tekijöille, koska se kertoo valon ja aineen vuorovaikutuksesta. Valon sädemallin mukaan valo liikkuu suorassa linjassa homogeenisessä aineessa, kuten ilmassa, ja käyttäytyy ennakoitavasti kohdattessaan toisen pinnan. Pintaan törmätessä valo joko heijastuu pois pinnasta ja jatkaa toiseen niin, että valosäteen tulokulma on sama kuin sen heijastuskulma, tai kulkeutuu aineesta toiseen, eli taittuu. (McDermott 2015a, 1–3.)

Valo voi myös absorboitua eli imeytyä kulkiessaan epähomogeenisessä tai läpikuultavassa aineessa. Absorptiossa valo menettää energiaa, joka muuntuu toiseen energiamuotoon kuten lämmöksi. Valon väri muuttuu jäljelle jääneen energian mukaan. Valo voi myös sirotta, jolloin valon suunta muuttuu intensiteetin pysyessä entisellään. (McDermott 2015a, 3.)

Objektille saatava väri muodostuu sen mukaan, mitä valon aaltopituuksia se heijastaa takaisin. Suoraan pinnalta tapahtuvaa heijastumista kutsutaan spekulari heijastukseksi tai peiliheijastukseksi. Pinnan alta tapahtuvien siroamisten kautta tapahtuvaa takaisinheijastumista taas kutsutaan diffuusioheijastukseksi. Materiaalien pinnat voivat mikrotasolla poiketa toisistaan valtavasti. Toisilla pinnoilla peiliheijastukset jakaantuvat laajemmalle pinnan epäsäännöllisyyksien takia. Pinnan väri muodostuu valon värin, absorboituneen valon, ja heijastuneiden valosäteiden aaltopituuksien mukaan. Eristeillä spekulariheijastuksen väri on yleensä valolähteen värinen, koska se on lähes riippumaton aaltopituuden muutoksesta. (McDermott 2015a, 3–6.)



Kuva 10. Ero peiliheijastuksen ja diffuusioheijastuksen välillä. (Russell, J. 2015b.)

Kaksisuuntaisen heijastuskyvyn jakautumisen yhtälö eli Bi-directional Reflectance Distribution Function (BRDF) kertoo kuinka paljon valoa heijastuu. Valon heijastumiseen vaikuttaa aineen materiaali sekä valon ja katsojan sijainti. Valon ja katsojan sijainti vaikuttavat myös nähtävän heijastumisen sijaintiin. (Wynn 2015.) Fresnel-efektillä tarkoitetaan sitä, kun valo tulee sellaisessa kulmassa, että se ainoastaan hipaisee pintaa. Tällöin objektien ääriajat näyttävät heijastavan enemmän valoa. PBR-varjostimilla heijastuminen menee äärimmilleen hipaisukulmissa kaikilla materiaaleilla. (Russell, J. 2015a.)

Energian säilyvyyslaki on tärkeä osa PBR-hahmonnusta. Se varmistaa, että pinta heijastaa takaisin vähemmän valoa kuin se vastaanottaa. Tällöin graafikoiden ei tarvitse huolehtia fysiikan lakien rikkoontumisista niin paljon. (McDermott 2015, 7.) Spekulaariheijastus ja diffuusioheijastus ovat toisiltaan energiaa vieviä tapahtumia. Suoraan pinnalta takaisin heijastuva valo ei voi diffuusio heijastua ja päinvastoin. Varjostuksessa tätä voidaan jäljitellä vähentämällä heijastettu valo ennen diffuusiovarjostuksesta tapahtuvaa objektin värjäämistä. Tällöin siis hyvin heijastava pinta ei juuri värjäydy ja hyvin diffuusoiva materiaali ei heijasta. Tämä havainto yhdessä mikrotason pinnan epäsäännöllisyyksien aiheuttamien ilmiöiden kanssa kertoo siitä, että heijastuksia on syytä käsitellä mikrotasoa kuvaavilla kartoilla. (Russell, J. 2015.)



Kuva 11. Mikropintojen kartoilla voidaan säädellä materiaalien heijastuvuutta. (Russell, J. 2015c.)

Osa kohtisuorasta valosta heijastuu takaisin spekulaarina. Tätä spekulaariheijastuksena heijastuvan valon kerrointa kutsutaan Fresnel-heijastukseksi 0-asteen kulmassa, lyhennettynä F0. F0 voidaan johtaa pinnan taitekertoimesta. Eristeiden F0-arvot liikkuvat 0,02-0,05-alueella ja johtimien vastaavat arvot vaihtelevat 0,5:n ja 1,0:n välillä. Puhtaat metallit ovat hyviä johtimia, joten niiden taitekertoimet ovat suuret ja ne saavat aikaan tarkkoja spekulaariheijastuksia, mutta niillä ei ole juurikaan diffuusio heijastuksia. On tärkeä huomata, että ruostuminen vähentää metallin sähkönjohtamista. Myös maalattu metalli luokitellaan eristeeksi maalipinnoitteen vuoksi. (McDermott 2015a, 7–9.)

6 TEKSTUURIEN TEKOTAVAT JA TYYLIT

Yleiskielessä tekstuurilla eli pintakuviolla viestitetään useita asioita. Kolmiulotteisessa työssä tekstuurilla pyritään välittämään katsojalle miltä esine tai asia tuntuu. Kaksiulotteisessa työssä tekstuuri kertoo minkälaisen tuntemuksen esine tai asia antaa. (Esaak 2015.)

Tekstuurien koolla ei ole selvää ylä- tai alarajaa. Kaikenkokoisia tekstuureja on mahdollista venyttää erikokoisten 3D-objektien päälle. Yleisesti tekstuurikarttojen ko'oiksi käytetään toisen potensseja. OpenGL- ja DirectX-ohjelmointirajapinnat toimivat toisen potenssin tekstuuriko'oilla, jolloin erikokoiset tekstuurikoot tallennetaan muistiin ensin toisessa potenssissa sellaisilla menetelmillä, että eri kuvankäsittelyohjelmat tekevät sen parempilaatusesti. (Gantzler 2005, 34–35.)

Tekstuuritiedostojen tarkkuuteen tulee kiinnittää huomiota. Yksi hyvä kriteeri tekstuuritarkkuuden päättämisessä on tekstuurin yksityiskohtien tarvitsema tarkkuus. Tekstuurilla tulisi olla tarpeeksi tarkkuutta, jotta se voisi näyttää tarvittavat yksityiskohdat. Tekstuurin sijainti on myös hyvä huomioida, sillä eri tarkkuudella olevat tekstuurit on todella helppoa erottaa toisistaan jos ne ovat vierekkäin. Myös pelaajan etäisyys tekstuurista on hyvä ottaa huomioon. Jos pelaaja ei pääse lähelle tekstuuria, sen ei tarvitse olla niin tarkka ja yksityiskohtainen. Pelihahmoille on tärkeää antaa toisinaan enemmän tarkkuutta kasvoihin, koska pelaajat kiinnittävät niihin todella paljon huomiota. (Gantzler 2005, 30–31.)

Suurille pinnoille yleisesti tehdään toistuvia tekstuureja. Toistuvat tekstuurit, tunnetaan englanninkielisellä termillä *tileable textures*, toistavat itseään samalla pinnalla useaan kertaan siten, että pinnalle ei tarvita yhtä todella suurta tekstuurikarttaa. Hyvässä toistuvassa tekstuurissa on hankalampaa huomata se, missä aiempi kuva loppuu ja seuraava kopio alkaa. Tällaisissa tekstuureissa suurimpia yksityiskohtia ja erikoisuuksia on syytä välttää. Liian selvää toistuvuutta voidaan myös vähentää lisäämällä erillisiä objekteja tai siirtokuvatekstuureja. (Gantzler 2005, 30.)

Samanlaisilla teemoilla voidaan tehdä myös tekstuurijoukkoja. Esimerkiksi jatkuvilla ruohopinnoilla voidaan vaihdella useamman erillisen toistuvan ruohotekstuurin välillä. Voi olla myös järkevää käyttää erilaisia tekstureja liittämään useampi pinta yhteen realistisemmin kuin selvillä suorilla särmärajoilla. Tekstuurijoukoilla voidaan myös saada aikaan paljon vaihtelua muuntelemalla jopa pelkästään 3D-objektissa käytettävien tekstuurien paikkaa. (Gantzler 2005, 56–63.) Erilaisia materiaaleja ja tekstureja voidaan yhdistellä toisiinsa esimerkiksi avaruuspisteväriytyksen mukaan. Tällöin värikanavan informaatio toimii peitemaskina eri materiaalien välillä. Koska avaruuspisteiden värimuutos tapahtuu liukuvasti kahden avaruuspisteen välillä, lopputulos saattaa näyttää epämiellyttävältä. (Hourences 2014.) Materiaalien välistä muutosta on mahdollista järkevöittää ohjelmoinnilla. Materiaalit voivat näkyä myös päällekkäin, jolloin läpinäkyvyyttä omaavat materiaalit näyttävät alempana olevaa materiaalin. (Mishkinis 2013.)

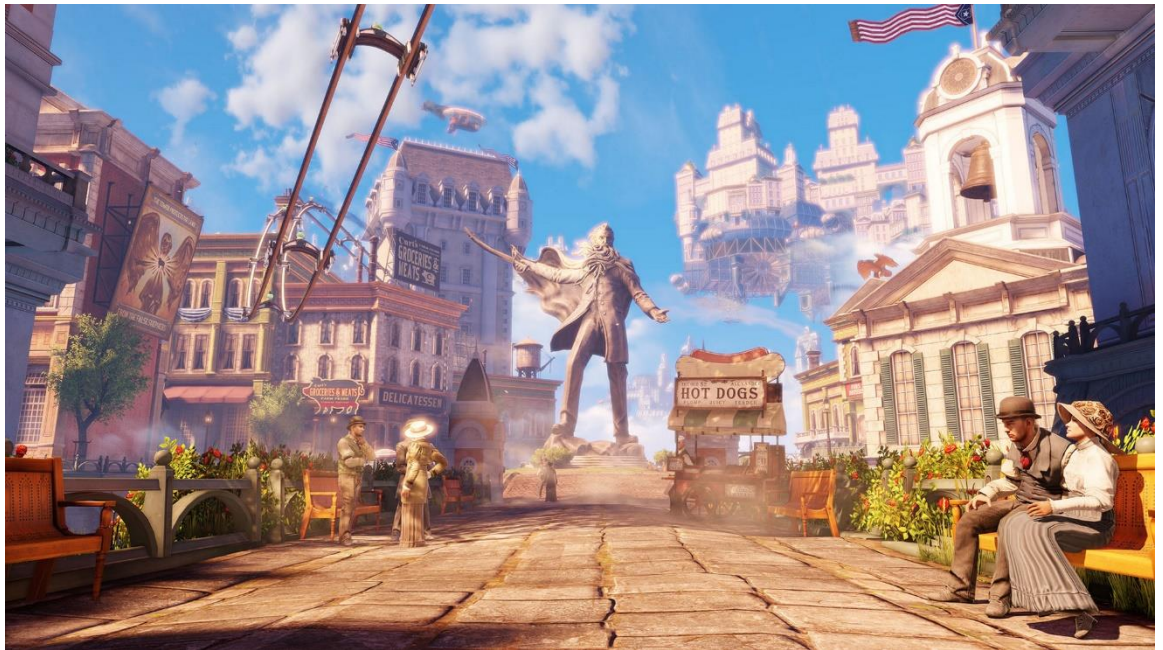
6.1 Valokuvaan pohjautuva teksturointi

Yksinkertaisimmillaan valokuvaan pohjautuvassa teksturoinnissa muokataan valokuvaa. Digikameroilla voidaan ottaa kuvia esimerkiksi nurmikosta. Nurmikkokuva aukaistaan kuvankäsittelyohjelmassa, ja sitä muokataan käyttötarkoitukseen sopivaksi. Kuva voidaan laittaa toistamaan itseään, jolloin sitä voidaan käyttää toistuvasti samalla pinnalla. Kuvankäsittelyohjelmilla on myös mahdollista tehdä erilaisia värien ja kontrastien säätämiseen liittyviä komentoja, jotka tekevät tekstuuritiedostosta kiinnostavamman näköisen. Myös liian selkeitä toistuvia kuvioita voidaan muokata vähemmän erottuviksi esimerkiksi kopioimalla vähemmän erottuvia yksityiskohtia niiden tilalle. (Gantzler 2005, 40–55.)

6.2 Käsimaalatut tekstuurit

Aina ei ole hyvä hakea realistista teksturointitapaa. Uusi teknologia ja sen tuomat edut voivat saada vuosia vanhat realismia hakevat pelit näyttämään karuilta ja

vanhentuneilta. Bioshock Infinite -pelin graafinen tyyli näyttää aika ajoin digitaaliselta maalaukselta. Pelin tekstuureissa on käytetty valokuvista saatuja yksityiskohtia, mutta tekstuureista huokuu huoliteltu viimeistely sekä maalausmaisuuks. (Ophelia, 2013.)



Kuva 12. Bioshock Infinite näyttää paikoitellen kuin digitaaliselta maalaukselta. (Playstation 2015.)

Tyypillisessä käsinmaalatussa tekstuurissa on muutamia ominaispiirteitä. Tekstuureihin piirretyt kulmat tarkennetaan ja täsmennetään. Tällainen toimenpide tekee muodoista visuaalisesti erottuvampia. Tapahtumaa, jossa värin muuttuu liukuen toiseksi, kutsutaan gradientiksi tai väriliukuksi. Väriliuku antaa mahdollisuuden suunnata katselijan katsetta haluttuihin paikkoihin korostaen alueita sekä tuomalla mielenkiintoa ja vaihtelua tekstuureihin. Tekstuuriin voidaan antaa kolmiulotteista vaikutusta lisäämällä tekstuurin objekteille viistoja reunoja ja kulmia. Viistot kulmat antavat syvemmän vaikutuksen sekä lisäävät vaikutelmaa paksuudesta ja massasta. Viistoilla kulmilla voidaan myös lisätä tuntumaa pinnan yksityiskohdista. (Fletcher 2014, 47.)



Kuva 13. Blizzard suosii peleissään käsinmaalattuja grafiikoita (Eurogamer 2015.)

Myös ZBrushissa on mahdollista tehdä käsinmaalattuja tekstuureja. Ominaispiirteet pysyvät samana, mutta työskentelytapa muuttuu. 3D-ohjelmistopakettissa voidaan valmistella esimerkiksi tiilien sijoittaminen niin, että mikään yksittäinen asia ei vie liikaa huomiota ja saa toistuvuutta ilmiselväksi. Tämän jälkeen objektit aukaistaan ZBrushissa, jossa niihin veistellään halutun näköisiä viistoja kulmia sekä yksityiskohtia. Veistelyiden jälkeen objektien informaatio on mahdollista leipoa eri kartoiksi, jotka sitten yhdistellään Photoshopissa halutun näköisiksi tekstuureiksi. ZBrushista löytyy myös erilaisia materiaaleja, joista voidaan saada halutun näköinen tulos yhdistelemällä eri materiaalien ominaisuuksia Photoshopissa. Karttojen eri värikanavia voidaan myös hyödyntää tarpeen mukaan. (Vergne 2015, 268–281.)

6.3 Semi-realistinen teksturointi

Semirealistinen teksturointi on käsinmaalattujen ja realististen tekstuurien sekoitus. Raja semi-realismiin, realismiin ja maalatun välillä on häilyvä eikä sitä voida määrittellä yksiselitteisesti.

Naughty Dog -peilyhtiön Uncharted-peleissä asioilla on käsintehty tuntu. Naughty Dogin tekstuuritaiteilijat katsovat tarkkoja mallikuvia tekstuureja varten. Vanhojen Disney-tuotantojen tapaan yritetään tuottaa mahdollisimman hyvin oikean materiaalin perusolemus ja muoto, mutta lopputulosta pyritään kuitenkin viemään vähän pidemmälle. (Olguin 2015.) Uncharted-peleissä myös valitaan väripaletit huolella kertomaan ja tukemaan pelin tarinaa. Tekstuurien kehityksessä tehdään tärkeitä päätöksiä siitä, mitä ominaisuuksia tekstuureissa pitäisi huomioida ja minkälaisia asioita tulisi jättää vähemmälle huomiolle. (Huxley 2015, 81–85.)

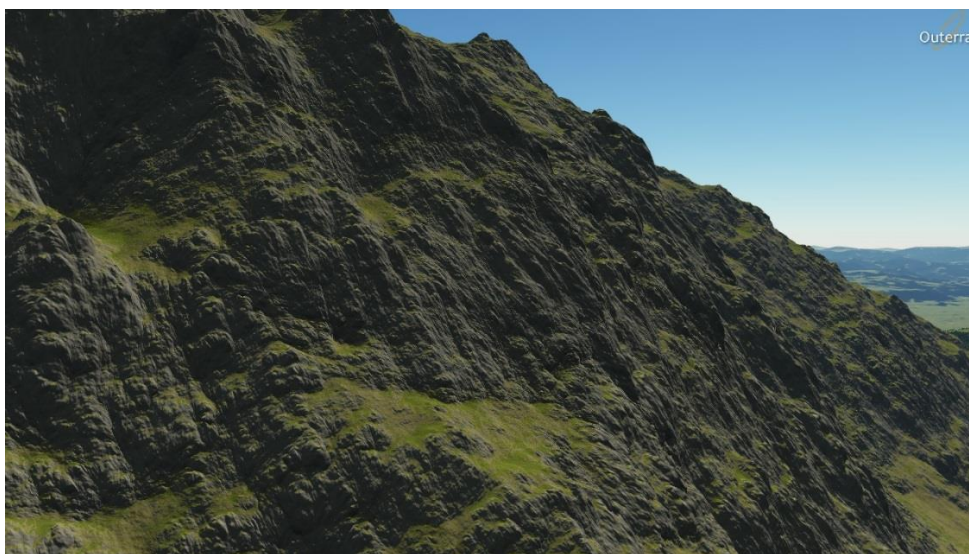


Kuva 14. Naughty Dog jäljittelee realistisesti materiaalien perusolemusta ja muotoa (Gameinformer 2015.)

6.4 Proseduraaliset tekstuurit

Proseduraalisilla tavoilla tehtyjä tekstuureja on helppo muuttaa. Jokainen toimenpide luo kaavioon yhden tietojäljen, solmun. Solmua on mahdollista palata tarkastelemaan ja muokkaamaan jälkeensä. Jokaisella solmulla on omat syötteet, jolla solmuun tuodaan tietoa, sekä tulosteet, joilla solmussa käsitelty tieto voidaan välittää eteenpäin. Soluilla voidaan välittää kaikenlaista tietoa, jotka voidaan esittää numeroilla. (Chopine 2011, 229–234.)

Materiaali- ja tekstuurisolut sisältävät tietoa varjostimista, materiaaleista, tekstuureista ja niiden visualisoinnista. Matemaattisella algoritmilla saatavaa kohinaa voidaan käyttää tuomaan pinnalle sekä kuhmuisuutta että väriä. Koska kohinan luo matemaattinen algoritmi, sen laatu ei kärsi sitä skaalatessa eri pinnoille. Erilaisilla tietosoluilla voidaan vaikuttaa harmaasävyjen jakautumaan sekä antaa harmaasävyarvoille väriarvoja. Fraktaali on pala tai osa geometriaa, josta se on luotu. Fraktaalit toistavat geometriaa luoden toistuvaa kuviointia, jonka vaihtelevuutta ja säännöllisyyttä voidaan hallita. Erilaisia soluja yhdistelemällä ja niiden järjestyksiä muuttamalla saadaan nopeasti muokattavia proseduraalisia tekstuureja. (Chopine 2011, 234–240.)



Kuva 15. Proseduraalisesti generoitu maisema Outerra-moottorista. (Outerra 2015.)

7 ERILAISET TEKSTUURIKARTAT

Tekstuurikartoilla voidaan saada paljon aikaan. Tekstuurikartoilla voidaan säädellä esimerkiksi objektin väriä ja kiiltävyyttä, mutta niillä voidaan myös saada informaatiota 3D-objektista.

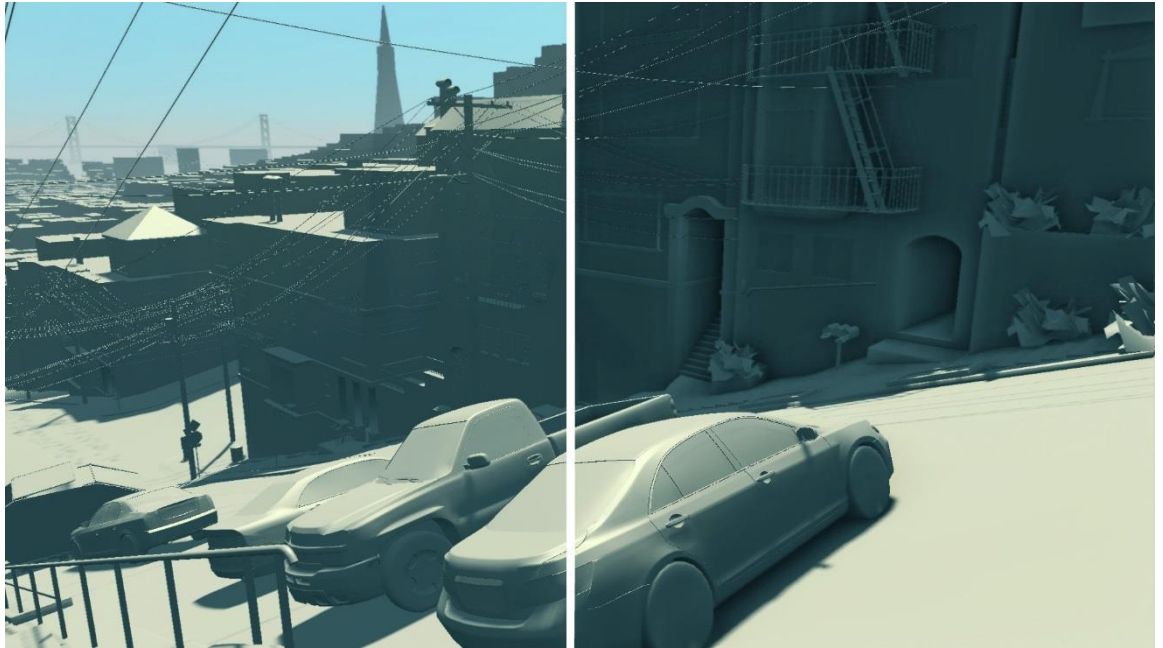
Diffuusiokartalla tarkoitetaan yleisesti värikarttaa. Diffuusiokartta, diffuse map, antaa objektille värin. Diffuusiokarttoihin on ollut tapana lisätä valoinformaatiota, kuten tekemällä puulankkujen välinen syvä rako tummaksi, jos sinne ei pääse valoa. Myös esineen historiasta kertovat seikat kuten halkeamat, lika ja maali kuuluvat osaksi diffuusiokarttaa. Ennen pelimalleilla oli ainoastaan värikartta käytettävissä, jonka takia valoinformaatio piti lisätä suoraan siihen. Nykyisin diffuusiokarttaa käytetään pääosin eri väreihin kohdistuvien yksityiskohtien luomiseen. (Ahearn 2008, 74–76.)

Perusvärikartta on uudempi versio diffuusiokartasta. Perusvärikartta, englanniksi basecolor map, sisältää tiedon esineen heijastaman värin eristeille ja heijastuskyvyn metallille. Perusvärikartassa ei ole hyvä käyttää liian kirkkaita tai tummia värejä. Koska perusvärikartta kertoo heijastuvan valon määrästä, siihen ei saisi laittaa valoinformaatiota kuin erikoistapauksissa. Erikoistapauksiksi lasketaan sellaisia asioita, kuten jos varjostin ei pysty ilmentämään mikrotason valosulkeutuma-kohtia, eli mikrotasoisia kohtia, joihin valo ei pääse. Toisinaan diffuusiokarttaa, perusvärikarttaa ja albedo-karttaa käytetään samaa tarkoittavina sanoina. (McDermott 2015b, 5–7.)

Läpinäkyvyyskartalla, opacity map, saadaan osa objektia läpinäkyväksi. Läpinäkyvyyskartta on harmaasävyinen kartta, jonka avulla objektista saadaan läpinäkyvä, osittain läpinäkyvä tai täysin läpinäkymätön. Tällaisella kartalla on mahdollista säästää paljon geometriaa. (Ahearn 2008, 86.)

Ympäristön sulkeutuma -kartalla voidaan simuloida globaalia valaisua. Ympäristön sulkeumassa, englanniksi ambient occlusion, lähellä olevat pinnat peittävät

valoa toisiltaan. Esimerkiksi erilaiset murtumat, syvennykset ja pintojen väliset kulmat värjätään tummemmiksi. Ympäristön sulkeuma ei ole oikean elämän valoilmioihin perustuva asia, mutta se näyttää hyvältä 3D-kuvien kuvannuksessa. (Blender Reference Manual 2015a.)



Kuva 16. Ympäristön sulkeutuma lisää yhteenkuuluvuutta ja syvyyttä. (ModDB 2015.)

Spekulaarisuuskartalla voidaan hallita spekulariheijastusta eli peiliheijastusta. Spekulaariheijastus voi olla pieni ja vahva tai suuri ja lähes huomaamaton. Objektiin eri pinnoilla voi olla erilaisia spekulaarisuusarvoja. Spekulaarisuuskartalla hallitaan peiliheijastuksen vahvuutta. (Ahearn 2008, 80.)

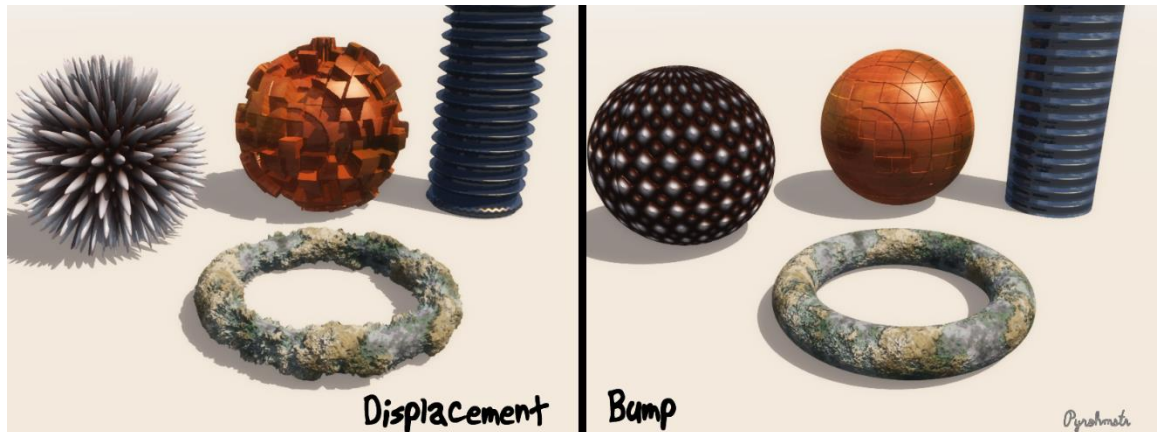
Kiiltokartalla hallitaan spekulariheijastuksen laajuutta. Spekulaariheijastuksen laajuus kertoo objektin kiiltävyydestä tai mikrotason karkeudesta. Pienet eli tummat väriarvot kertovat karkeasta mikrotason pinnasta ja vastaavasti suuret väriarvot antavat kuvan sileämmästä pinnasta. Karkeuskartta kertoo saman asian käänteisesti, jolloin siis pienet arvot kertovat objektin sileydestä mikrotasolla ja suuret arvot karkeudesta. Karkeuskartalla on helpoin kertoa objektin kolhuista ja muista ympäristön vaikutteista. (McDermott 2015b; 10, 16.)

Emissiivisyys- eli säteilykartalla voidaan huijata hohtamista. Säteilykartta antaa vaikutelman, että materiaalista tulisi valoa, vaikka niin ei oikeasti tapahdu. Tällainen valon huijaus on paljon tehollisesti halvempaa, kuin oikean valon käyttäminen. Säteilykartan valo ei kuitenkaan valaise liikkuvia objekteja kuten pelaajahahmoa. (Epic Games 2015a.)

Kuhmukartoilla, bump map, voidaan huijata objektille lisää yksityiskohtia. Kuhmukartat ovat vanhimpia karttoja, joita vielä käytetään jossain määrin. Syvyysvaikutelma luodaan harmaasävykuvalla, jonka avulla tietokoneelle kerrotaan onko kohta ylempänä tai alempana alkuperäisestä sijainnista. Kuhmukartat eivät lisää geometriaa objektiin, vaan kaikki pintakuviointi on pelkkää valaistuksen tuomaa harhakuva. (Russell, E. 2014.)

Normaalikartat, normal map, ovat uudempi versio kuhmukartoista. Samoin kuin kuhmukartat, myös normaalikarttojen tekemät yksityiskohdat ovat vain huijausta eli ne eivät lisää geometriaa. Kuvatiedoston värikanavat vastaavat suoraan kolmiulotteisen tilan X-, Y- ja Z-akseleita. Normaalikartat kertovat pinnan normaalien suuntautumisen ja näin vaikuttavat esineen varjostukseen reaaliajassa. (Russell, E. 2014.) Tangenttitilan normaalikartta, tangent space normal map, kertoo yksityiskohtien orientoitumista pintaan verrattuna. Objekti- tai maailmatilan normaalikarttojen, object ja world space normal map, värit kertovat kuinka yksityiskohdat suuntautuvat kokonaisen objektin suuntautumisen mukaan. (Crytek 2013.) Valve käytti Half-Life 2 -pelissä radiositeettinormaalikarttaa, radiosity normal map, jossa normaalikarttaan on myös lisätty suunnattu ympäristön sulkeuma -kartta luomaan uskottavampi objektiin itseensä kohdistunut varjostus. (Green 2007.)

Siirtymäkartat vaikuttavat geometriaan. Siirtymäkartalla, englanniksi displacement map, on mahdollista siirtää objektien avaruuspisteiden olinpaikkaa. Siirtymäkartta ei itsessään lisää geometriaa vaan objektilla on itsellä oltava paljon geometriaa jo valmiiksi, joita siirtymäkartalla on mahdollista siirtää. Geometriavaatimusten takia siirtymäkarttoja ei vielä käytetä juurikaan videopeleissä. (Blender Reference Manual 2015b.)



Kuva 17. Siirtymäkartta puskee objektin geometriaa muuttaen sen muotoa toisin kuin kuhmukartat. (pyrohmstr 2007.)

Metallikartalla, metallic map, ilmennetään puhtaat metallit. Metallikartta on harmaasävyinen kartta, joka toimii peitemaskin tavoin. Se kertoo varjostimelle miten perusvärikartan arvoja tulisi tulkita. Musta väriarvo, eli nolla, kuvaa epämetallia tai eristettä ja vastaavasti valkean väriarvon kohta metallia. Väriarvon mukaan varjostin tietää lukea perusvärikartasta kohdalle joko metallin heijastuskykyarvon tai eristeen heijastusväriarvon. Yleisesti metallikartta on mustavalkea, mutta tähän voi olla poikkeuksia. Esimerkiksi ruosteen peittoista tai pintamaalattua objektia ei värjätä valkeaksi metallikarttaan. Kevyet kerrokset likaa tai pölyä voivat antaa pieniä harmaasävyjä metallikarttaan, koska muuten varjostin tulkitsisi niiden värin kuin ne olisivat metallin värejä. (McDermott 2015b, 7–9.)

3D-objektista on mahdollista luoda yksityiskohtiin liittyviä kartoja. Yksityiskohtia voidaan soveltaa muiden tekstuurikarttojen tekemisessä. Kaarevuuskartoista, tunnetaan englanniksi nimellä curvature map, saadaan tietää objektin koverista ja kupperista kulmista. Kaviteetti- tai ontelokartta on pieniin halkeamiin keskittyvä ympäristön sulkeuma -kartan versio. (Polycount 2015.) Malleista on myös mahdollista leipoa värikarttoja objektin erilaisten ominaisuuksien mukaan, kuten antaen tiettyyn pehmennessryhmään kuuluville sama väri (Schoenmaker 2010).

Tiheyskartta toimii pinnan normaalien vastaisesti. Mitä lähempänä objektin normaalin vastapuolella pinta on, sitä tummemmaksi kartta värjäytyy. Tiheyskarttaa

voidaan käyttää hyödyksi jos käytetään varjostinta, jolla halutaan luoda vaikutelma täydestä tai kokonaisesta läpikuultavuudesta. (Allegorithmic 2015a.) Tätä kutsutaan alitason hajonnaksi, Subsurface Scattering. Se on efekti, jossa valo hajoaa kulkiessaan läpikuultavan tai osittain läpikuultavan objektin läpi. Iho ja vaha ovat esimerkiksi tällaisia materiaaleja. (Epic 2015b.)



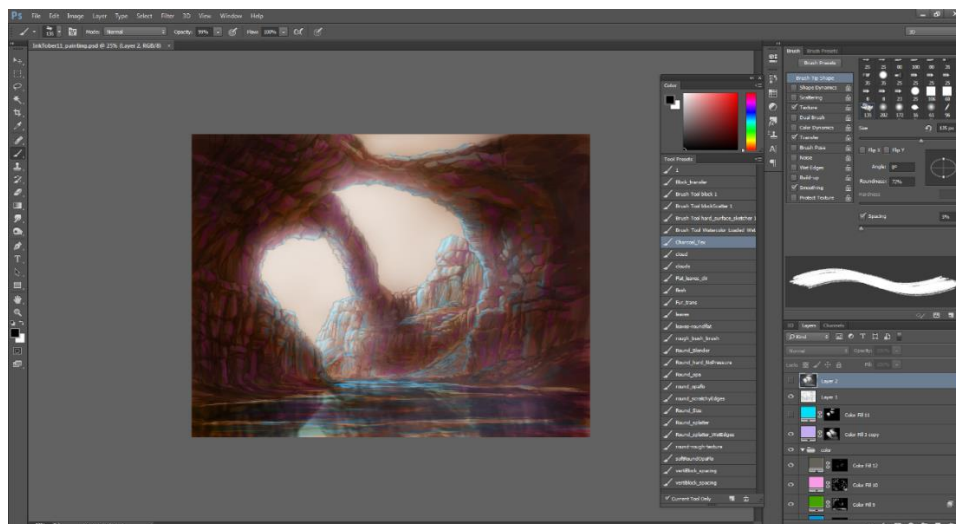
Kuva 18. Käden läpikuultava punasävy johtuu alitason hajonnasta. (Mr Bluesummers 2010.)

8 TEKSTUROINTIIN KÄYTETTYJÄ OHJELMIA

Tekstuurointiin käytetään useita ohjelmia. Artisteilla on valinnanvapaus tekstuurien tekemisessä 2D-ohjelmista 3D-ohjelmiin ja niiden molempien tekniikoita hyväksikäyttävien hybridiohjelmien välillä.

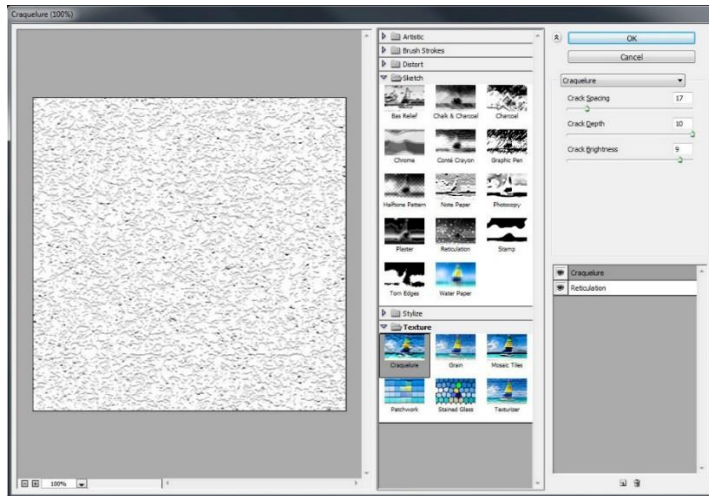
8.1 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop on tehokas ohjelma. Sitä käyttävät monet ammattilaiset valokuvaus- ja suunnittelualoilla. Photoshopissa on mahdollista esimerkiksi muokata ja säätää kuvia ja luoda korkeatasoista grafiikkaa. Photoshopissa on todella paljon erilaisia ominaisuuksia, jotka saattavat tehdä siitä haastavan ohjelman aloitteleville ammattilaisille. (GCFLearnFree.org 2015.)



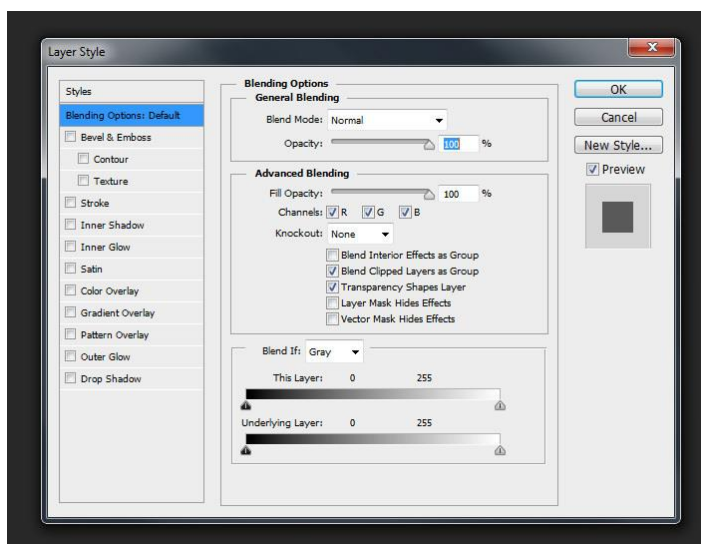
Kuva 19. Adobe Photoshopista löytyy työkalut vasemmalta, suotimet ja toiminnot yläpalkista sekä kerrokset ja niiden muutokset oikealta alhaalta.

Photoshopilla on mahdollista luoda omia tekstuureita. Adobe'n Photoshop-ohjelma tarjoaa paljon erilaisia suodattimia, joiden avulla voidaan saada vakuuttavia tuloksia. Suodattimia voidaan yhdistellä, jolloin voidaan aikaansaada esimerkiksi puuta muistuttava kuvio. (Petraný 2014a.)



Kuva 20. Photoshopista löytyy suodatingalleria eri suodattimien nopeaan esikat-
seluun. (Petrany 2014b.)

Toinen hyvä teksturointitekniikka Photoshopissa liittyy kerrostustyyliihin. Kuvan-
käsittelyohjelmat tarjoavat useita eri tapoja sekoittaa kerroksia keskenään. Tarjolla
on myös edistyneempiä sekoitustekniikoita, kuten Sekoita jos - liukusäädin, jonka
avulla kerros voidaan säätää läpinäkyväksi sen itsensä, tai alla olevan kuvan, ol-
lessa tiettyä arvoa tummempi tai vaaleampi. (Petrany 2014a.)



Kuva 21. Vaihtelemalla kerrostyyliaasetuksia aikaansaadaan monenlaisia höydylli-
siä efektejä. (Petrany 2014c.)

Sivellin-työkalu voi olla tärkein osa teksturointia. Luomalla ja muokkaamalla siveltimiä voidaan saada aikaan ääretön määrä erilaisia siveltimien esiasetuksia. Esimerkiksi siveltimen voi saada kääntymään siveltimen vedon suuntaisesti ja siveltimestä saatavan maalin läpinäkyvyyttä voidaan muokata eri asetuksilla. Myös siveltimen tai muotoa on mahdollista muuttaa. Täysin uusia siveltimien muotoja on myös mahdollista tehdä kuvatiedostoista. (van der Byl 2013.)

Photoshopissa voidaan myös muokata alempia kerroksia. Hienosäätökerroksilla on mahdollista esimerkiksi säätää värisävyjä, kuvan kontrasteja ja väritasojen eroja. Hienosäätökerrokset vaikuttavat kaikkiin sen alla oleviin kerroksiin. Niitä on kuitenkin mahdollista kiinnittää, jolloin vaikutukset jäävät ainoastaan yhteen alla olevaan kerrokseen tai kerroskansioon. (van der Byl 2013.)

Kerroksia voidaan hallita myös peittomaskeilla. Peittomaskilla voidaan hallita kerroksen näkyvyyttä. Vaikka maskia muokattaisiin esimerkiksi maalaamalla, kerroksen sisältämä informaatio säilyy samana. Yhdistelemällä hienosäätökerroksia, erilaisia kerrostyylejä, suotimia sekä mukautettuja sivellintyökaluja voidaan saada aikaan hyvinkin realistisia lopputuloksia. (van der Byl 2013.)

Photoshop on nykyisin pääosin kuukausimaksullinen ohjelma. Adobe myy palvelua, jossa opiskelija tai ammattilainen maksaa jäsenyysmaksuja kuukausittain riippuen jäsenyysohjelmasta. Creative Cloud -valokuvausjäsenyys sisältää Photoshopin, Lightroomin sekä mobiilisovelluksia ja palveluita. Valokuvausjäsenyys maksaa 12,39€ kuukaudessa ja sillä saa tehdä liiketoiminnallista työtä. (Adobe, 2015a.) Opiskelijoille, jotka eivät harrasta kaupallista toimintaa, on tarjolla myös opiskelijaversio kaikista Adoben Creative Cloud -ohjelmista hintaan 20,15€ kuukaudessa. Tämä jäsenyys antaa opiskelijalle pääsyn Photoshopin lisäksi esimerkiksi Illustatoriin, InDesigniin, Premiere Prohon sekä mobiilisovelluksiin että Adoben palveluihin kuten Behance-sivustoon. (Adobe 2015b.)

8.2 Quixel Suite

Quixel Suite on Quixelin myymä teksturointiohjelmistopaketti. Quixel Suiteen kuuluu kolme ohjelmaa, jotka toimivat yhdessä Adoben Photoshopin kanssa. (Quixel 2015a.)

8.2.1 NDO

Quixel Suite - ohjelmistopakettin NDO-ohjelma on tarkoitettu normaalikarttojen tekemiseen. Sen avulla kaikkia Photoshopin työkaluja voidaan käyttää normaalikarttojen veistelyyn sekä kovilla pinnoilla näkyvien design-kuvioiden tekemiseen. NDO myös mahdollistaa kuvien muuttamisen normaalikartoiksi. (Quixel 2015b.)

NDO sisältää pienen ja mukautuvan käyttöliittymän. Käyttöliittymä muuttuu Photoshopin käyttötarkoitusten mukaan. Esimerkiksi tehdylle valinnalle annetaan vaihtoehtoja, joilla siitä voidaan muokata normaalikartta. Jos valinnan kohteena onkin normaalien ryhmä, käyttöliittymä näyttää mahdolliset hienosäätövaihtoehdot. Säädettäviin asetuksiin kuuluu esimerkiksi koko, syvyys ja pehmeys. (Bergsman 2015, 130–131.)



Kuva 22. NDO tarjoaa liukusäätimiä työkaluilla tehtyjen toimintojen tulkitsemiseen. (Quixel 2015c.)

NDO on yksinkertainen ja nopea. Monimutkaisia suuren geometriamäärän malleja ei ole pakko mallintaa kuin pääpiirteissään, sillä yksityiskohtien lisäys voidaan tehdä nopeasti NDO:ssa. Yksityiskohtia on myös helpompi säätää halutun näköiseksi, mikäli muutokset ovat tarpeen. Myös aiemmin määritellyille kulmille on mahdollista tehdä erilaisia kuvioita. Karttojen tiedoista voidaan myös muuntaa muita karttoja, kuten ympäristön sulkeuma ja korkeuskarttanakin tunnettu siirtymäkartta. Ohjelma kääntää kartan ensin kaviteetti- tai ontelokartaksi, josta NDO voi muuttaa esimerkiksi normaalikartan tai siirtymäkartan. Valokuvia ja maalattuja tekstuureja voidaan myös muuntaa muihin muotoihin. Karttoja, kuvia tai itsemaalattuja ontelokarttoja muunnettaessa ohjelma antaa vaihtoehtoja mahdollista hienosäätöä varten. Ohjelma voi antaa vaihtoehtoja esimerkiksi pienien ja isojen halkeamien vahvuuksien säätämiseksi. (Ohman 2015, 134–152.)

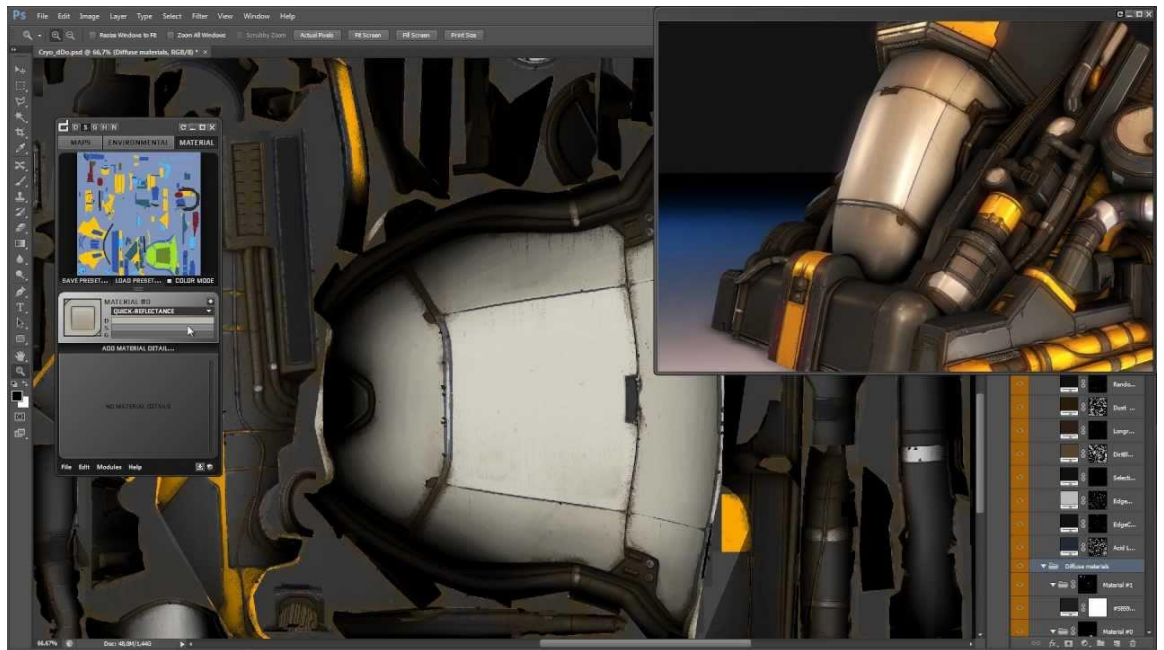
NDO voi nopeuttaa peliobjektien tekoa. Ohjelmalla voidaan tehdä normaalikarttoja kuvista, joiden lopputulosta voidaan muokata monipuolisilla liukusäätimillä. Myös muita Photoshopin tuttuja työkaluja voidaan käyttää normaalikarttojen luomiseen. Toisinaan täysin leivotut kartat voivat antaa paremman lopputuloksen kuin NDO, mutta kaikkien leivottavien yksityiskohtien mallintaminen vie aikaa. Photoshopin työkalut saattavat vähentää ohjelman oppimiseen tarvittavaa aikaa. (Slick 2015a.)

8.2.2 DDO

DDO-ohjelma on tarkoitettu tekstuurikarttojen luontiin. Sen avulla voidaan luoda karttoja 3D-objekteille niille tyypillisten ominaisuuksien perusteella. Ohjelma tulkitsee näitä ominaisuuksia esimerkiksi objekti- sekä tangenttipohjaisista normaalikartoista, kaarevuuskartoista ja ympäristön sulkeumista. (Quixel 2014.)

DDO perustuu materiaalien erilaisiin sijoittamisiin. Objektille voidaan tehdä materiaalijako värikartasta, joka toimii tällöin peitemaskin tavoin. Peitemaskia on mahdollisuus muokata ohjelman omilla liukusäätimillä, jotka vaihtelevat valitun hyväksikäytettävän kartan mukaan. DDO-ohjelman mukana tulee Quixel Megascans -

materiaalikirjastosta löytyviä materiaaleja. Megascans-kirjastosta löytyvät materiaalit perustuvat Quixelin omiin materiaaliskannauksiin, jotka ovat PBR-työskentelytavalle tarkkoja. Materiaaleja on myös mahdollista luoda tekstuurikarttojen pohjalta. (Quixel 2014.)



Kuva 23. Kuva dDo Legacy –versiosta, jossa objektille on annettu materiaalit värikartan mukaan. (Yting 2015.)

Quixelin DDO vähentää työmäärää. DDO automatisoi pohjatekstuurien luomisen ja jättää viimeistelyn graafikolle. Toisaalta automatisointi vähentää työhön vaadittavaa aikaa, jonka on pelätty vähentävän peliteollisuudessa tarvittavia työpaikkoja ja tekevän graafikoista tarpeettomampia. (Slick 2015b.)

8.2.3 3DO

3DO on kevyt mallien ja materiaalien esikatseluun tarkoitettu lisäosa. Ohjelman avulla 3D-mallien materiaaleja on nopea esikatsella suoraan Photoshopissa toimi-

vassa 3D-näkymässä. 3DO on tarkoitettu pääsääntöisesti toimimaan Quixelin ohjelmistopaketeissa tehtyjen projektitiedostojen kanssa, mutta sen pitäisi toimia myös muiden projektien kanssa. (Quixel 2014.)



Kuva 24. 3DO on näyttävä ja toimiva 3D-näkymä, jonka saa hankittua ilmaiseksi Quixel Suitesta. (Quixel 2015d.)

8.2.4 Muuta yleistä Quixel Suitesta

Quixel Suite -ohjelmistopaketti on uusista teksturointipaketeista ehkäpä halvin vaihtoehto. Opiskelijat pääsevät harjoittelemaan Quixel Suiten käyttöä 49\$ ja modaajat, harrastelijat sekä freelancerit maksavat ohjelmista 99\$. Itsenäisille pelinkehittäjille paketti kuitenkin kustantaa 249\$. Julkaisijan alaiset pelistudiot maksavat paketista 499\$. Hintoihin ei ole laskettu veroja mukaan. Quixel Suite on kuitenkin vain Photoshopin lisäosa, joten se vaatii toimivan Adobe Photoshop CS3:n tai uudemman version ollakseen avuksi. (Quixel 2015e.)

Ohjelmistopakettia on myös mahdollista kokeilla ilmaiseksi. Quixel tarjoaa 30 päivän kokeiluajan Quixel Suitesta, jota voidaan myös käyttää kaupalliseen tarkoitukseen. Uusien päivityksien myötä vanhemmat versiot, legacy-versiot, DDO:sta

sekä NDO:sta ovat saatavilla ilmaiseksi Quixelin omilla nettisivuilla. (Thacker 2015a.)

8.2.5 Quixel Suite 2.0

Quixel on julkistanut Quixel Suite 2.0 -ohjelmistopakettin tulevan loppuvuodesta 2015. Paketin ohjelmien nimet ovat muuttuneet. Entinen NDO:n korvataan ohjelmalla nimeltä NDO Painter, uusi DDO on vastaavasti DDO Painter ja 3DO:n uusin versio tunnetaan 3DO Baker -nimellä. Myös tässä paketissa on mukana rajoitettu määrä Megascans-kirjaston materiaaleja, joiden kuvakoot ovat aiempia suurempia ja tarkempia. (Thacker 2015b.)

Suurin päivitys lienee se, että teksturointia voidaan tehdä suoraan 3D-näkymässä. Aiemmalla Quixel Suitella maalaaminen tapahtui 2D-näkymässä. Quixelin julkistama mainosvideo myös näyttää, että ohjelmalla voidaan tehdä jopa 8K-kokoisia tekstuureja. Quixel on vakuutellut, että ohjelmien reaaliaikainen suorituskyky ja vakaus ovat kokeneet edistysaskelia. Kehittäjät ovat vihjailleet mahdollisesta FBX-tiedostojen tukemisesta aiemman OBJ-tiedostotuen lisäksi. Myös niin kutsuttu DynaMask-peitemaskeerausmuokkain on päivitetty nopeammaksi. Dynamaskin peitemaskeja voi olla myös mahdollista tallentaa erillisiksi kuvatiedostoiksi. (Thacker 2015b.)

3DO Baker -ohjelmassa voidaan leipoa karttoja. Aiemmin teksturoitavalle objektille tuli leipoa ainakin ontelokartta ja mahdolliset normaalikartat erillisessä ohjelmassa. 3DO Bakerissa on mahdollista leipoa objekti-tilan normaalikarttoja, kaarevuuskarttoja, liukuvärimuutoskarttoja sekä ympäristön sulkeuman kartta. Leivottujen karttojen suurimmat koot voivat olla jopa yli 32 000 pikseliä vaaka ja pystysuunnassa. (Thacker 2015b.)

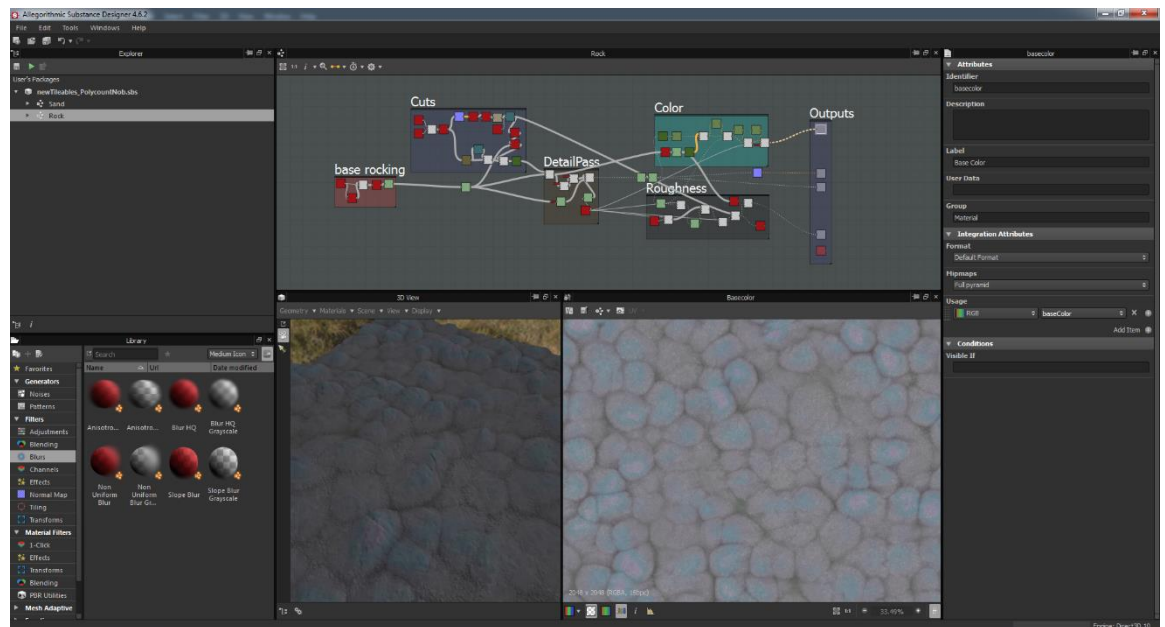
Quixel Suite 2.0 on kohtuullisen halpa teksturointiohjelmistopaketti. Sen saa 129\$ hintaan. Kyseinen hinta kuuluu Indie, Hobby & Freelance -lisenssiin, jolla itsenäi-

set henkilöt voivat käyttää ohjelmistoa ja käyttää sitä kaupallisiin tarkoituksiin. Akateeminen lisenssi on hinnoiteltu 69\$:n hintalapulla, jolla oppilaat ja koulut voivat käyttää ohjelmistoa, mutta eivät saa tehdä kaupallisia projekteja. Commercial-lisenssi maksaa 549\$ ja sillä ei ole mitään rajoituksia. (Quixel 2015f.)

8.3 Allegorithmic-yhtiön ohjelmat

8.3.1 Substance Designer

Substance Designer on solmupohjainen, node-based, teksturointityökalu. Solmupohjaisuus mahdollistaa tekstureiden nopean muokkaamisen. Jokaista solmu-kohtaa on mahdollista muokata sen sijainnista tai suoritusjärjestyksestä riippumatta milloin vain. Substance Designerissa on myös mahdollisuus leipoa tekstuurikarttoja. (Allegorithmic 2015b.)



Kuva 25. Substance Designerin käyttöliittymä.

Substance Designerissa luodaan substance-tiedostoja. Substance-tiedostot eli .sbsar-tiedostot ovat kuin pieniä materiaalitiedostoja. Nämä materiaalit sisältävät

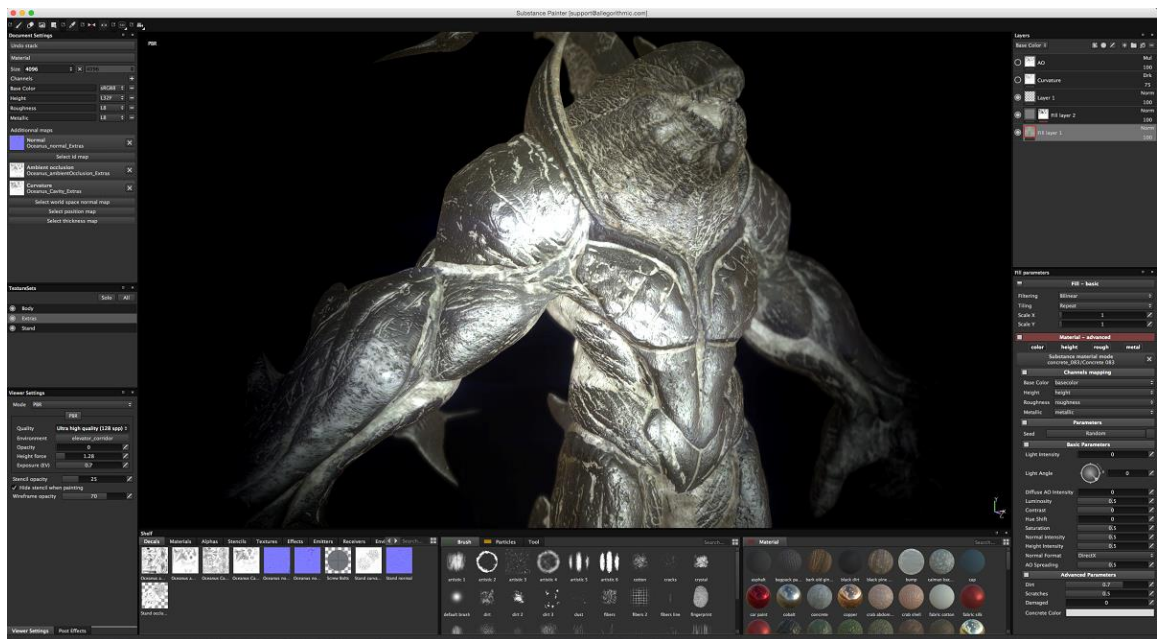
kaikki kartat, jotka siihen on tehty. Nämä tiedostot generoidaan ohjelman ajoaikaan, joka pienentää pelipaketin kokoa. Substance-tiedostojen hienouteen kuuluu myös mahdollisuus muokata niitä vielä moottorissa. Generoitujen tiedostojen mittoja voidaan muuttaa ja niiden ulkonäköä on mahdollisuus hallita tekijän paljastamien liukuarvojen mukaan. Muutokset myös tulevat käyttöön jokaisessa kartassa, jolloin ylimääräinen kaikkien karttojen erillinen käsittely jää vähemmälle. (Allegorithmic 2014a.)

Teksturointi Substance Designerissa tapahtuu yhdistelemällä erilaisia tietosolmuja. Ohjelmasta löytyy useita ydinoperatiivissolmuja, joista jokainen tekee yhden operaation. Esimerkiksi blend-solmu yhdistää kahden solmun kuvat yhdeksi erilaisilla tyyleillä, jotka toimivat samoin tavoin kuin kerrostyyli. Näiden lisäksi kirjastosta löytyy erilaisia ohjelmistoon sisällytettyjä graafeja, joita voidaan käyttää toisten tietosolmujen tavoin. Käyttäjä voi myös itse tehdä graafeja, lisätä ne kirjastoon ja käyttää niitä muissa graafeissa. Graafissa olevien tietosolujen arvoja voidaan myös paljastaa muokattaviksi toisissa ohjelmissa tai graafeissa. (Allegorithmic 2014b.)

Substance Designer loistaa erityisesti toistuvien tekstuuriin teossa. Fraktaaleihin ja kohinaan perustuvat tietosolut tuottavat hyvännäköisiä luonnollisten materiaalien, kuten puun sekä kiven, tekstuureja. Ohjelman haittapuoliin kuitenkin kuuluu sen pitkä opiskeluprosessi. Perusohjelman voi oppia nopeasti muutamassa tunnissa, mutta tietämys siitä, minkä tietosolujen yhdistely saa aikaan halutun lopputuloksen, vie aikaa oppia. Vaikka Substance Designer tekeekin eräänlaisia substance-materiaalipaketteja, se ei pakkaa mukaansa käytettävää varjostin-ohjelmaa, jolloin pelimoottorissa tekstuuri näyttää yleensä vähän eriävältä ohjelman omaan 3D-näkymään verrattuna (Renderosity 2015). Osaavissa käsissä Substance Designerilla on kuitenkin mahdollista säästää todella paljon tuotantoaikaa sekä vaivaa. Tietosolmupohjainen työskentelytapa ei kuitenkaan sovi kaikille. (Slick 2015.)

8.3.2 Substance Painter

Substance Painter on Allegorithmicin 3D-maalausohjelmalla. Sen avulla mallille on mahdollista maalata suoraan materiaaleja, jotka voivat vaikuttaa useaan eri karttanaanavaan samanaikaisesti. 3D-maalausohjelmasta löytyy uuden ajan fyysisiin laskelmoihin perustuva maalausikkuna. Substance Painterissa on myös mahdollista leipoa erilaisia tekstuurikarttoja. (Allegorithmic 2015c.)



Kuva 26. Substance Painterin käyttöliittymä. (Animation World Network 2015.)

Perusidea Substance Painter -ohjelmassa on sekoitus Photoshoppia ja Quixel Suitea. Pääasiallisesti teksturointi tapahtuu materiaalikerroksilla. Kerroksilla voidaan valita kyseisen sen vaikutusaluekartat. Tämän jälkeen kerroksia voidaan peitemaskeerata halutulle alueelle. Peitemaskeja voidaan muokata erilaisilla siveltimillä, suotimilla ja objekti-informaatiokarttoja hyväksikäyttävillä generaattoreilla. Siveltimet toimivat pääosin kuten Photoshopissa. Niillä voidaan käyttää kuvatiedostoja tuomaan siveltimelle tekstuuria ja niiden vahvuutta ja sekoittumista voidaan säädellä. Substance Painter tarjoaa myös hienosäätökerroksia ja kerroksen jokaiselle kanavalle on mahdollista erikseen määrittää niiden käyttämä kerrostyyli. (Allegorithmic 2014c.)

Substance Painter myös erottuu muista ohjelmista. Siinä on partikkelisiveltimiä, joiden avulla fysiikkalaskelmia voidaan käyttää hyväksi maalaustarpeissa. Partikkelisiveltimillä voidaan tehdä helposti esimerkiksi veden vuotamista kuvaava jälki tai peitemaski. Partikkelisiveltimillä on myös paljon säätöasetuksia. Niillä voidaan esimerkiksi hallita painovoiman vaikutusta partikkeleihin, turbulenssia ja tuulta, partikkelien elinikää, nopeutta sekä normaalikartan vaikutusta partikkelien käyttäytymiseen. (Allegorithmic 2014b.)

Allegorithmicin ohjelmat pelaavat hyvin yhteen. Esimerkiksi Substance Designerissa tehdyt graafit on mahdollista tuoda Substance Painteriin, jossa niillä voidaan saada aikaan erilaisia Substance-efektejä kuten ruostumista, likaantumista sekä laitojen kulutusta. Useiden kerroksien tietoja voidaan yhdistellä klikkauksen päässä oleviksi älykkäiksi materiaaleiksi. Älykkäät materiaalit sisältävät useiden kerroksien, hienosäätösuotimien sekä Substance-efektien tiedot ja lisäävät ne automaattisesti uudelle objektille käyttäen niiden omia yksityiskohtakarttoja. Näin älykkäät materiaalit helpottavat, nopeuttavat ja yhtenäistävät samoista materiaaleista koostuvien pintojen teksturointia. (Allegorithmic 2015d.)

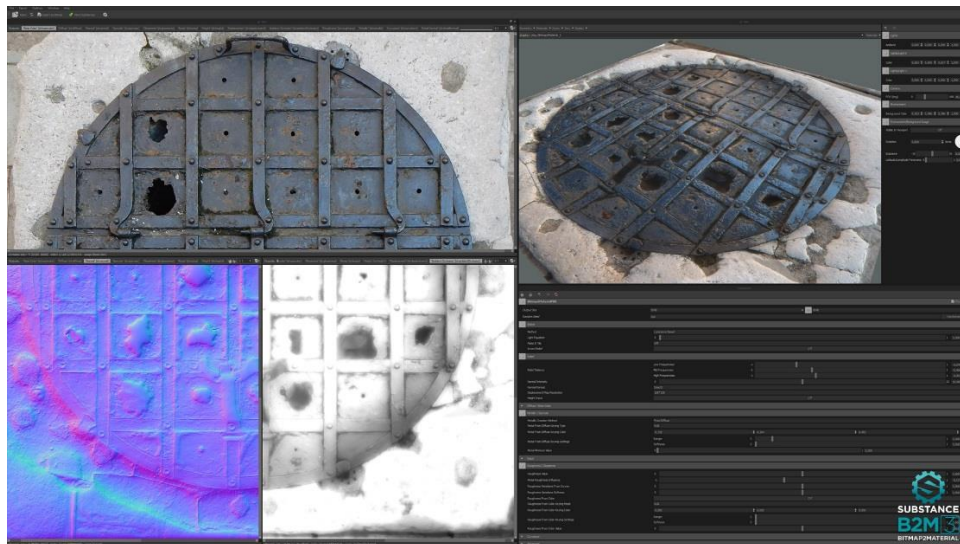
Painterin käyttöliittymä on tutunoloinen. Käyttöliittymä on helppo ja siitä löytyy helposti tarvittavat työkalut ja asetukset, joka lyhentää oppimiskäyrää. 3D-näkymä toimii hyvin ja sisältää mahdollisuuden PBR-yhteensopivaan varjostimeen. Painter myös tarjoaa tuhoutumatonta teksturointia siten, että tekstuurikokoa muutettaessa se osaa piirtää sivellinvedot uusiksi. Partikkelisiveltimillä saadaan aikaan luonnollista ja realistista jälkeä. Ohjelman suorituskyky voi kuitenkin toisinaan hidastua. (Finch 2015.)

8.3.3 Bitmap2Material

Allegorithmicin kolmas ohjelma, Bitmap2Material, mahdollistaa tekstuurikarttojen luomisen valokuvasta. Ohjelmassa on säätöarvoja, joita muuttamalla voidaan hal-

lita esimerkiksi mikrotason pintoja ja tehdä kuvasta PBR-yhteensopivia perusvärikarttoja. Ohjelmalla on myös mahdollista tehdä toistuvia tekstuureja poistamalla saumakohtia. (Allegorithmic 2015e.)

Bitmap2Materialilla voidaan tehdä PBR-valmis materiaali yhdestä valokuvasta. Ohjelma osaa tehdä kuvasta lähestulkoon kaikki materiaaleissa käytettävät kartat huolimatta käytetäänkö PBR-pohjaista metallisuus-karkeus-työtappaa tai spekulaaari-kiiltävyys-työtappaa. Eri kartoilla on omat liukusäätimet, joiden avulla esiastuksien tuomia kartoja voidaan säätää helposti ja nopeasti enemmän fysikaalisesti tarkkoihin muotoihin. Yleisistä säädöistä löytyy esimerkiksi valon suunta, joka vaikuttaa valojen ja varjojen vähentämiseen värikartassa. Ohjelmalla voidaan myös valottaa ympäristön sulkeumasta johtuvia tummia kohtia. Toistuvia tekstuureja varten Bitmap2Materialissa on muutamia eri algoritmi-vaihtoehtoja, joista yksi on satunnaisuuteen perustuva toistuvuus. Sen avulla alkuperäisestä kuvasta voidaan ottaa palasia, joita voidaan kääntää satunnaisuuksien turvin. Myös palasten muuttamista toiseksi voidaan säätää peitemaskin tarkkuuden puolesta. (Allegorithmic 2014d.)



Kuva 27. Bitmap2Materialin näkymät näyttävät ulostuotavat kartat sekä 3D-näkymän kartojen kanssa. (Steam 2015.)

Bitmap2Material on liikusäätimistä koostuva muokkausohjelma. Kaikkea säädel-
lään liikusäätimillä, jotka muuttavat kuvista saatavia tietoja ja arvoja. Karttoihin
voidaan myös lisätä esivalmiita likakarttoja, joiden vaikutusta on mahdollista sää-
tää eri kartoille erikseen niiden vahvuuden ja sekoitustyylien puolesta kuten Pho-
toshopissa. (Allegorithmic 2014d.)

8.3.4 Yleistä Allegorithmicin ohjelmista

Allegorithmicin ohjelmille on tarjolla kaksi maksuvaihtoehtoa. Indie-kehittäjät, eli
itsenäiset pelikehittäjät, saavat hankittua ohjelmistot halvemmalla hinnalla kuin
pro-kehittäjät, eli ammattilaiskehittäjät. Ero itsenäisten pelikehittäjien ja ammatti-
käyttäjien välille on vedetty vuosittaisten pelituottojen mukaan. Mikäli yrityksen tai
käyttäjän vuotuinen liikevaihto on alle 100 000\$, he voivat hankkia halvemman
itsenäisten kehittäjien version. Ohjelmien ominaisuudet ovat kuitenkin täysin ident-
tiset riippumatta maksetusta hinnasta. (Thacker 2015c.) Substance Designer 5 -
ohjelman hinnat ovat 134,99€ sekä 549,99€ (Valve 2015a) ja Substance Painterin
vastaavasti 129,99€ sekä 275€ (Valve 2015b). Uudet käyttäjät voivat myös ko-
keilla Substance Designeria ja Substance Painteria maksutta 30 päivän ajan. Bit-
map2Materialin kokeiluversio on täysinäinen versio ohjelmasta, mutta siinä tehtyi-
hin tekstuureihin tulee vesileimat estämään tekstuurien kaupallisen käytön. (Alle-
gorithmic 2015f.)

Allegorithmicin ohjelmistoja ei ole pakko ostaa heti kerralla. Jokainen ohjelma on
ostettavissa erikseen kertahinnalla, mutta yritys tarjoaa myös vaihtoehtoisen rat-
kaisun kaikkien ohjelmien hankkimiseen. Vaihtoehto on Substance Live -niminen
palvelu, jossa käyttäjä maksaa joka kuukausi 19,90\$ ja saa näin omistusoikeuden
maksua seuraaville 31 päivälle indie-versioiden käyttöön. Vastaava kuukausihinta
pro-versioille on 64,90\$. 16 kuukauden maksujakson jälkeen käyttäjä on maksa-
nut tarpeeksi jokaisesta ohjelmasta, ja tällöin hän omistaa kyseiset ohjelmat. Uu-
den maksavan päivityksen tullessa Substance Liven käyttäjä voi valita siirtävänsä

puolet maksetusta aiemmasta versiosta uuden version maksuun tai vaihtoehtoisesti jatkaa maksamista aiemmasta versiosta siihen asti, että omistaa ohjelman. Omistusoikeus on mahdollista saada jo aiemmin, mikäli käyttäjä esimerkiksi omistaa jo osan ohjelmistopakettien ohjelmista. (Thacker 2015c.)

Allegorithmic tarjoaa myös palvelua nimeltä Substance Database. Substance Database on maksullinen substance-tekstuurikirjasto. Kirjaston materiaalit toimivat suoraan pelimoottoreissa, jolloin peliyrityksen ei tarvitsisi tehdä materiaaleja itse. Materiaaleilla on myös liukusäätimet, joilla voidaan luoda useita eri variaatioita kirjaston valmiista materiaalista. Databasesta löytyy pieniä kilotavujen kokoisia materiaaleja. Substance Database maksaa joko 149\$ kuussa tai täytenä ostoksena 1590\$ ja se sisältää yli 1000 Substance-tekstuuria, joista 650 ovat PBR-sopivia. (Allegorithmic 2015f.)

Substance Share on Allegorithmicin selainpohjainen jakelualusta. Substance Sharen avulla käyttäjät voivat jakaa toisilleen substance-tiedostoja, älykkäitä materiaaleja, 3D-objekteja, varjostimia sekä objektin ominaisuuksien mukaan mukautuvia materiaaleja selaimiensa kautta. Jaetuille tiedostoille voidaan antaa avainsanoja, niitä voidaan kommentoida ja niille voidaan antaa arvosanoja. Substance Share on ilmainen kaikille käyttäjille syyskuusta 2015 lähtien. (Chapple 2015.)

8.4 Mari

Mari on 3D-maalausohjelma, jonka on tehnyt The Foundry -niminen yhtiö. Sitä käytetään niin elokuva-, design- kuin peliteollisuudessakin.

Marissakin on yhtäläisyyksiä muihin maalaus- ja kuvankäsittelyohjelmiin. Marissa on kerroksia, jotka kuuluvat aina yhteen tekstuurityyppiä kuvaavaan kanavaan, kuten diffuusiokanavaan. Kerroksille voidaan tehdä peitemaskeja ja kerroksia voidaan muokata hienosäätökerroksilla. Ohjelmassa on mahdollista tehdä omia sivellinesiasetuksia. Siveltimelle voidaan esimerkiksi muokata kokoa, läpikuultavuutta ja tekstuuria. (The Foundry 2015a.)

Tekstuurien tarkkuus on eräs Marin erikoisuus. Mari-projekti vaatii vähintään yhden 3D-mallin, mutta se voi käsitellä myös useampia malleja samanaikaisesti. Objekteilla ei ole pakko olla UV-kartoitusta, koska Mari tukee Ptex-järjestelmää, per-face texturing, jossa jokaisella objektin tahkolla on oma tekstuurinsa. Sen avulla voidaan esimerkiksi vaihdella tekstuurin tarkkuutta eri kohdissa kasvoja. (The Foundry 2015a.) Mari tarjoaa mahdollisuuden tehdä pieniä tai suuria tekstuurikarttoja. Projektin luomisvaiheessa on mahdollista valita pienistä 256x256 pikselin kartoista aina todella suuriin 32768x32768 pikselin karttoihin. Tämän lisäksi Mari tukee 8-bittistä, 16-bittistä ja jopa 32-bittistä värisyvyyttä tekstuureille. (Hanson 2014.)

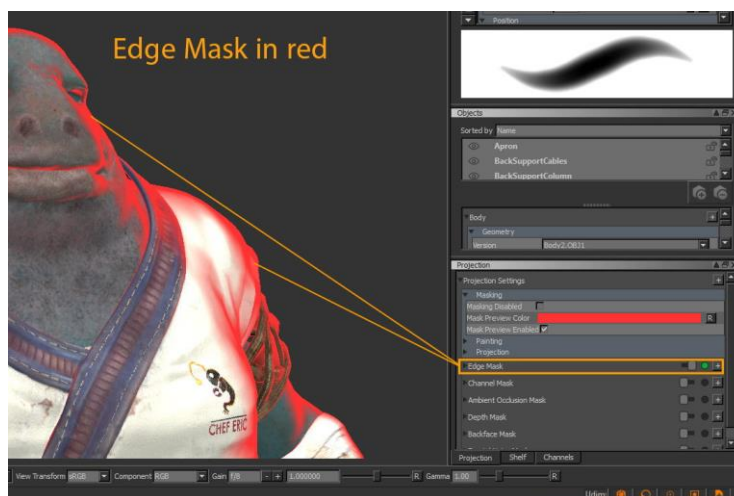


Kuva 28. Marissa voidaan maalata samanaikaisesti useita tekstuurikarttoja. (Vi-deotuts 2011.)

Siveltimet ovat samalla Marin erottuin sekä tutuin asia. Sivellin-työkalulle löytyy samankaltaisia asetuksia kuin Photoshopin vastaavalle työkalulle. Esimerkiksi kookoa, läpikuultavuutta ja tekstuureja voidaan muuttaa tuomaan haluttu jälki. Maalaminen kuitenkin tapahtuu näytön tasolla. Tämä tarkoittaa, että 3D-näkymän ja maalauksen välillä on eräänlainen kalvo, josta maalaus sitten projisoidaan teks-

tuurin leipomisen yhteydessä mallin pinnalle. Maalausjälkien leipominen on mahdollista pitää automaattisena tapahtumana jokaisen maalaustapahtuman jälkeen, mutta sitä voidaan myös hallita manuaalisesti. Myös maalausjälki itsessään on mahdollista poistaa manuaalisesti, joka mahdollistaa aiempien tekstuurimaalauksien uusiokäytön eri kohdissa 3D-mallia. Maalaamisessa tulisi huomioida maalin puskurointiarvo. Se kertoo maalattujen jälkien piirtämis- tai leipomistarkkuudesta. Puskurointiarvon tulisi olla vähintään suurimman käytetyn kartan kokoinen, joka voi olla leimasimen tapaan käytetty kuva tai karttojen tarkkuus. (Hanson 2014.)

Mari tarjoaa kerroksien peitemaskien lisäksi 3D-näkymään perustuvia maskeerausvaihtoehtoja. Kuten useimmat kuvankäsittely- ja teksturointiohjelmat, myös Marissa on mahdollista käyttää peitemaskeerausta. Kerroksille on mahdollista lisätä omia maskeja tai jopa maskikasautuma. Myös 3D-näkymälle on mahdollista muodostaa omia maskeja, jolloin maalattua jälkeä ei leivota maskeerattuun alueeseen. Tällaisilla maskeilla on mahdollista estää maalaamista laidoissa, tahkoissa joiden normaalit osoittavat vastakkaiselle puolelle maalausnäköä sekä 3D-näkymän syvyyden mukaan. Ohjelma tarjoaa myös mahdollisuuden käyttää proseduraalisesti generoituja kohinakarttoja, joiden avulla voidaan jäljitellä esimerkiksi likatahroja. 3D-näkymän maskeja on mahdollisuus säätää ja muokata erilaisilla liukusäätimillä. (Hanson 2014.)



Kuva 29. Laitamaskeerauksen visualisointi Marissa (Pacheco 2013.)

Mari vaikuttaa erittäin kalliilta ohjelmalta. The Foundry on hinnoitellut Marin 'pysyvän lisenssin' 1463 euron hintaiseksi halvimmillaan. Pysyvä lisenssi sisältää ohjelman vuoden kestävän ylläpidon, johon kuuluu ohjelmistopäivitykset ja suuret julkaisut sekä mahdollisuuden tekniseen tukeen. Vaihtoehtoisesti tarjolla on myös ohjelmiston vuokraaminen, jossa jokainen neljännesvuosi maksaa 430 euroa. Edellä mainituissa hinnoissa ei ole mukana veroja. (The Foundry 2015b.)

The Foundry kuitenkin tarjoaa Steamien kautta halvemman version Marista. Yksityisille käyttäjille tarkoitettu paketti kantaa nimeä Mari Indie, ja se on käytännössä täysiversio ohjelmasta. Joitain toiminnollisia eroavaisuuksia löytyy. Projektitiedostot ei voida jakaa toisten käyttäjien kanssa, objektien lukumäärä on rajoitettu kolmeen, tekstuurikoko voi olla korkeimmillaan 4k, väriavaruus on rajoitettu 8-bittiseen väriavaruuteen per värikanava, ulossaatavat tiedostomuodot ovat psd, png, tga sekä jpg, Python-koodaus on poistettu käytöstä ja omia varjostimia ei voida käyttää. (Steam Community, 2014.) Mari indie maksaa Steam-palvelusta 139,99€ kertaostona. Vaihtoehtoisesti Steamien kautta voidaan ostaa jäsenyysaikaa, jolloin kuukauden kertatilauksella maksaa 12,99€, kolmen kuukauden tilaus 9,33€/kk ja 6 kuukauden tilaus kustantaa 7,66€ per kuukausi. (Valve 2015c.)

The Foundryn Mari panostaa itse teksturointiin. Marissa on mahdollista luoda todella suuria tekstuurikarttoja. Se myös tukee miljoonien monikulmioiden objekteja sekä useiden UV-karttojen teksturoinnin samanaikaisesti. Mari on kuitenkin raskas ohjelma ja vaatii tehokkaan tietokoneen toimiakseen hyvin. (Orsetti 2013.)

9 UUDET TEKSTUROINTIOHJELMAT AMMATTILAISEN NÄKÖKULMASTA

Pelikehityksessä aikaa on rajatusti. 3D-objektit vaativat enemmän tarvittavia karttoja ja hienosäätöä kuin ennen. Osa ohjelmista auttaa automatisoimaan prosessia ja näin lyhentämään kehitysaikoja. Pelikehittäjät myös luovat omia ratkaisuja prosessien nopeuttamiseksi.

Uudet teksturointiohjelmat nopeuttavat pelinkehitystä. Peligraafikot voivat nopeasti tehdä erilaisia veistoksia ja versioita pelimalleista. Pelimoottorille sopiva versio peliobjektista tai -hahmosta on todella nopea laittaa pelitestiin. Lisäämällä tietoa objektista, graafikko voi saada nopealla muutaman napin painalluksella myös tekstuurit pelimalleilleen. Tämä nopeuttaa prosessia ja antaa selkeämmän kuvan siitä, mikä toimii pelissä ja mikä ei. Pelitestauksen jälkeen graafikko voi mennä takaisin aiempaan vaiheeseen, tehdä tärkeitä päätöksiä sekä alkaa viimeistelemään työtä. (Pavlovich 2015.)

Avainsana on automaatio. Graafikot joutuvat tekemään paljon epämiellyttäviä säätämistehtäviä. Uudet kartat ja niihin tehtävät muutokset jouduttiin tekemään Photoshopissa jokaiseen dokumenttiin erikseen. Nykyiset ohjelmat mahdollistavat materiaalipohjaisen työskentelytavan avulla sen, että pohjamateriaaleihin tehtävät muutokset voidaan ajaa suoraan kaikkiin samaa materiaalia käyttäviin peliobjekteihin. Tämä vapauttaa graafikoiden työskentelyaikaa tärkeämmille ja mielenkiintoisemmille asioille. (Pavlovich 2015.)

Automaatio ja proseduraalisuus lisäävät sisältöä. Kaikenlaisen pelisisällön tekeminen on kallista ja siihen menee aikaa. Proseduraaliset työskentelytavat lisäävät sisältöä antamalla graafikoille mahdollisuuden säätää asioista hyvännäköisiä. Järjestelmällisellä tuotannolla, jossa yhdistellään esimerkiksi erilaisia materiaaleja ja kuvioita, saadaan aikaan paljon mahdollisia vaihtoehtoja, joita voidaan käyttää eri tilanteissa eri tavoin. Myös proseduraaliset materiaali- tai kuviosekoitukset tuottavat lisää vaihtoehtoja. (Carlisle 2011.)

10 YHTEENVETO

Adobe Photoshopissa on mahdollista tehdä kaikkea muuta, mutta ei leipoa tekstuureja. Photoshopilla on vankka tausta monelta graafiselta osa-alueelta ja sitä ei voida sivuuttaa täysin mietittäessä peligrafiikan työstöön tarkoitettavaa ohjelmaa. Mobiili- ja selainpelien graafiset tyylit ovat pääsääntöisesti graafisten elokuvien ja piirrosanimaatioiden mukaisia, joita on helppo mukailla leivottavilla kartoilla sekä maalattavilla värikartoilla.

Adoben Photoshop on ollut peliteollisuudessa vakio-ohjelma. Se tarjoaa maalaustyökalut, joihin suurin osa pelialan graafikoista on totuttautunut vuosien mittaan. Koska myös muilla graafisilla aloilla käytetään Photoshopia, sen käyttäjäkunta on laaja ja se on tuttu ja turvallinen ratkaisu monille. Ohjelmaa käytetään paljon suunnittelu- eli konseptointivaiheessa sekä käyttöliittymän suunnittelussa, joten samaa ohjelmaa voidaan käyttää useaan eri työvaiheeseen peliyrityksen sisällä. Photoshop toimii myös todella suorituskykytehokkaasti.

Quixel Suite tuo uusia ominaisuuksia Photoshopiin. Quixel Suiten mielenkiintoisin ominaisuus on sen NDO-ohjelma, jolla siis voidaan tehdä normaalikarttoja Photoshopin eri työkaluilla. Kaikkia pieniä yksityiskohtia ei ole pakko mallintaa suuren tahkomäärän malliin, vaan esimerkiksi ruuvit, mutterit ja hitsausjäljet voidaan lisätä jälkeinpäin.

Quixel Suite automatisoi työskentelytapaa. Materiaalien esiasetuksia voidaan kokeilla nopeasti värimaskeerauksien avulla objektin eri osiin. Liukusäätimillä voidaan muokata esiasetusmateriaalien kuluneisuutta ja epämukaisuuksia. Nopeat ja näkyvät muutokset auttavat kehittämään objektin lopullista visuaalista tyyliä.

The Foundryn Mari tarjoaa kolmiulotteisen objektinäköm. Suuret tekstuurikoot sekä useamman objektin samanaikainen työstö ovat Marin parhaita ominaisuuksia. 3D-näkymään pohjautuvat maskeeraukset ovat omaperäinen lisä verrattuna muihin ohjelmiin. Monet Marin työkaluista toimivat samoin kuin Photoshopissa, joten ohjelmasta toiseen siirtyminen ei ole niin hankalaa. Marissa maalaus tapahtuu

näytön tasolla, josta ne leivotaan tekstuureiksi 2D-tilaan. Leipominen vie aikaa ja saattaa viedä ajatukset pois työnteosta tai keskeyttää hyvän työntekorytmin. Leipomisen voi tehdä manuaalisesti tai automaattisesti esimerkiksi jokaisen sivellinvedon jälkeen.

Substance Painter on Allegorithmicin taiteilijaystävällisempi teksturointiohjelma. Painter on kaksi- sekä kolmiulotteinen maalausohjelma, josta löytyy myös kolmitasoinen tekstuurien projisointi. Painterissa maalaaminen voi tapahtua näyttötasolla esimerkiksi muokattavien sapluunoiden, engl. stencil, mukaisesti tai objektin normaalien mukaisesti. Objektien karttoja voidaan myös tehdä UV-kartoituksen mukaisesti 2D-pinnalle samoin kuin Photoshopissa. NDO:n tavoin Substance Painterissa voidaan lisätä myös yksityiskohtia normaalikarttoihin.

Substance Painterissa on mahdollista luoda erilaisia Substance-materiaaleista tulevia efektejä, kuten likaa muistuttavia maskeerauksia. Materiaaleja voidaan liittää väriarvojen perusteella tietyille alueille mallia. Painterista löytyy myös partikkeli-siveltimet, joilla voidaan saada aikaan hyvinkin luonnollista jälkeä. Substance Painter tarjoaa myös tekstuurikarttojen leipomistyökalut. Quixel Suite 1.0 sisältää vain karttojen muuttamisen toisiin muotoihin, mutta versiossa 2.0 pitäisi olla mahdollisuus oikeaan leipomiseen. Hinnan puolesta Substance Painter ja Quixel Suite ovat samoilla linjoilla, mikäli Photoshopin kustannukset jätetään huomioimatta.

Substance Designer vaikuttaa varmimmalta ohjelmalta oppia opiskelijan näkökulmasta. Designerissa on mahdollista ylläpitää materiaalipohjaista työtapajärjestelmää, joka antaa paljon vaihtelevaa sisältöä käytettäväksi peliprojekteihin. Ohjelmaa voidaan käyttää myös toistuvien tekstuurien tekoon. Proseduraaliset tekstuurit tarjoavat rajattoman määrän eri variaatioita. Viitattuun substance-materiaaliin tehdyt muutokset tulevat automaattisesti voimaan myös siinä materiaalissa, jossa viittaus oli tehty. Substance-materiaalitiedostot voivat olla hyvin pieniä. Pienet tiedostokoot taas pienentävät pelien latauskokoa. Tämän lisäksi Substance Designerista löytyy leipomistyökalut sekä 2D- ja 3D-näkymät.

Pääosin työskentely Substance Designerissa tapahtuu siirtymäkarttoja tukevaa varjostinta käyttäen. Tällöin työ perustuu siihen, että rakennetaan korkeuskartta tai siirtymäkartta niin, että korkeuskartan luoma vaikutelma 3D-näkymässä näyttää halutunlaiselta. Korkeuskarttaa ja eri tietosoluja voidaan jälkeinpäin käyttää esimerkiksi peitemaskeeraukseen ja normaalikartan luomiseen. Esimerkiksi tietynlaisista kiven lohkeamisjälkeä tai mikroyksityiskohtaa voidaan hakea useamman kaavion kokeiluilla sekä muuttamalla liukusäätimiä. Substance Designer 4 ei sisällä PBR-yhteensopivaa varjostinta, joka tukisi myös siirtymäkarttoja niin, että 3D-näkymän objektin avaruuspisteet liikkuisivat siirtymäkartan mukaisesti. Ohjelma kuitenkin tukee erilaisia mukautettuja GLSL-varjostimia. Allegorithmicin työkaluja käyttävät useat isot sekä pienet peliyritykset.

Substance Designerista löytyy myös maalaustyökalut. Bittikartat ja vektoritiedostot kuitenkin kasvattavat substance-materiaalin kokoa. Ohjelmasta voidaan halutessa myös tehdä tekstuurit kuvamuotoihin, mutta tällöin perusmateriaalimuutokset eivät välttämättä tule voimaan ilman erillistä työstöä.

Valokuvista tekstuureja tekevä Bitmap2Material on hyvä lisä graafikon työkaluihin. Liukusäädintoiminnot ovat helppokäyttöinen tapa muokata kuvista tekstuureja.

11 POHDINTA

Photoshopia käytetään edelleen ja tullaan käyttämään tulevaisuudessakin. Puhelin- ja mobiilipelit sekä pelien käyttöliittymät ja konseptointi tapahtuvat pääosin Photoshopissa. Vankka ja laaja käyttäjäkunta takaa sen, että ohjelmalle on tarjolla paljon opetusmateriaalia sekä ilmaiseksi että maksullisena. Photoshop toimii hyvin niin sanottuna joka paikan höylänä, jolla graafikon on mahdollista tehdä sekä konseptointia, 2D-taidetta sekä tekstuureja 3D-malleille.

Photoshopinkin opetteleminen voi kuitenkin olla vaativaa aloittelevalle graafikolle. Käyttöliittymä on aivan toisenlainen kuin Microsoft Paint. Photoshopilla voidaan tehdä monenlaista jälkeä, ja jo siveltimen antamaa väriä voidaan muokata eri tavoin. Läpikuultavuus, opacity, sekä värin virtaus, flow, kumpikin laimentavat annettavaa väriä eri tavoin. Myös erilaiset kerrostyyliit vaikuttavat hyvinkin eroavasti lopputulokseen. Vastaavanlaisia eroja kuitenkin löytyy opeteltavaksi myös muista ohjelmista. Tämän lisäksi Photoshop toimii paljon tehokkaammin suorituskyvyllisesti kuin muut ohjelmat. Photoshopilla on myös mahdollista tehdä todella paljon muita juttuja kuin ainoastaan teksturointia, joten se on loistava vaihtoehto ensiohjelmaksi sekä täydentämään muita ohjelmia.

Quixel Suite tarjoaa hyvän vaihtoehdon kovapintamallinnukseen. Photoshopin tunteville tutut työkalut mahdollistavat nopean suunnittelun toistuville kovapinta-tekstuureille. Materiaaliesiasetukset nostavat yksittäisten objektien tuottamisnopeutta tekemällä mallien tekstuurit suoraan lähes viimeistellylle tasolle. Quixel Suite kuitenkin vaatii Photoshopin pohjalleen. Mikäli Photoshopin jo omistaa tai se on pakollinen jotain muuta työvaihetta varten, Quixel Suite on järkevä ratkaisu teksturointiohjelmistoa mietittäessä. Quixel Suite on myös hyvä ohjelma esittelemään normaalikarttojen mahdollisuuksia ja minkälaisiin tarkoituksiin niitä voidaan käyttää tehokkaasti. Quixel Suitessa voidaan maalata myös orgaanisia tekstuureja, mutta Substance Designerin antamat proseduraaliset vaihtoehdot vaikuttavat soveliaammilta kyseiseen tehtävään.

Quixel Suitellakin on oma opiskelukynnyksensä. Videot ja opetusmateriaalit kyseiselle ohjelmistolle ovat vähän yksipuoliset ja tuntuvat vähemmän selkeiltä kuin Allegorithmicin vastaavat. Pelkällä Photoshopin tietotaidolla Quixel Suitesta ei saada kaikkea hyötyä ja tehoa irti, mutta siitä ilmaiseksi saatava 3DO-näkymä voi nopeuttaa ja helpottaa pelimallien teksturointia tarjoamalla reaaliaikaisen 3D-näkymän.

Substance Painterilla teksturoidaan yksittäisiä objekteja. Objektien työstäminen voi lähteä tekstuurikarttojen leipomisesta. Materiaalien määrittäminen sekä järkevät materiaalit luovat pohjan objektin tekstuurille. Tämän jälkeen graafikko voi viimeistellä mallin 3D-näkymässä eri asetuksia omaavien sivellintyökalujen ja useisiin kanavoihin vaikuttavien kerroksien avulla. Yksinänsä Painter on lähes kuitenkin kuin Photoshop, jossa kaikki pitää tehdä pääosin itse. Substance Designerilla voidaan täydentää Painterin mahdollisuuksia helpottaen perusmateriaalien luomista sekä omien efektien luontia.

Substance Painter ei ole kuitenkaan vielä todella hyvä. Painter on tällä hetkellä menossa versiossa 1.5, ja siitä puuttuu asioita, joihin Photoshopin käyttäjät ovat tottuneet. Esimerkiksi pikanäppäin nopeaan mustan ja valkoisen värin vaihteluun maskeerausta maalattaessa lisättiin päivityksessä. Ohjelman reagoivuus voi olla toisinaan hieman hidasta ja aiempaan tilaan palaaminen, undo, pysäyttää ohjelman hetkellisesti täysin. Pohjamateriaaleja on mahdollista tehdä Substance Painterissa eri kerrosten avulla, mutta loppupeleissä tuntuu järkevimmälle tehdä omia Substance-materiaaleja, joita käytetään pohjana ennen objektien viimeistelyä. Järkevien materiaalien tekeminen on kuitenkin yksi ratkaisu ongelmaan, mutta Painterista ei voida viedä pois Substance-materiaaleja, vaan ainoastaan tekstuurikarttoja. Jokainen muutos tulee tehdä erillisesti jokaiselle objektille. Järkevät materiaalit kuitenkin auttavat omalta osaltaan prosessin automatisointia.

Substance Designer tuntuu alaa eniten mullistavalta ohjelmalta. Designerissa voidaan tehdä upeita toistuvia orgaanisia tekstuureja. Sattumat antavat uudenlaisia sekä hyviä että huonoja tuloksia, mutta enimmäkseen ohjelmassa haetaan aina tiettyä askelta, joka vie tekstuurin askeleen lähemmäs lopullista tuotosta.

Substance Designer ei siis kuitenkaan ole välttämättä paras ratkaisu. Designerin käyttö vaatii oman totuttelunsa, sillä se eroaa muista teksturointiohjelmista sen verran paljon luomistyyliältään. Oppimiskäyrä voi olla aloittelevalla graafikolle turhan jyrkkä ja ehkäpä jopa haitallinen, mikäli ei tiedä teksturoinnin perusteista. Työskentelytapansa vuoksi Substance Designer saattaa myös tuntua vähemmän luovalta ja taiteelliselta ohjelmalta.

Bitmap2Material ei yksinään riitä teksturointiin. Bitmap2Material antaa hyviä tekstuureja kuvatiedostoista. Liukusäätimillä tekstuurien säätäminen on helppoa ja vaivatonta. Valokuvaintoilijat hyötyvät tästä ohjelmasta, mutta osaisivat hyvin luultavasti itsekin muokata kuvistaan halutunlaisia tekstuureja erilaisilla Photoshopin työkaluilla. Halutunlaisen tekstuurin löytäminen oikeasta ympäristöstä kuitenkin vie yllättävän paljon aikaa. Graafikon tulisi matkustella ympäri maailmaa ja ottaa todella paljon kuvia kaikenlaisista asioista. Matkustuskulut olisivat aivan päätä huijaavat. Kun huomioidaan, että ohjelman hinta on myös käytännössä yhtä suuri kuin kokonaisella Quixel Suite-paketilla, se ei vaikuta kaikkein hyödyllisemmältä ostopäätökseltä opiskelevan graafikon työkalupakissa. Valokuvista saatavia tekstuureja on myös hankala mukailla kuvastamaan muita tekstuurityylejä kuin realistista valokuvaan pohjautuvaa peliä.

Mari on suunniteltu enemmänkin elokuva-alalle. Marin kehitti alunperin Weta Digital Avatar-elokuvaa varten, josta se kehitettiin markkinoille sopivaksi tuotteeksi (The Foundry 2015c). Ohjelma on kuitenkin loppujen lopuksi aika tyhjä, koska sitä ei voida käyttää muuhun kuin teksturointiin. Tekstuurien maalaaminenkin tapahtuu näytön tasolla, jonka myös Substance Painter mahdollistaa objektin normaalien mukaisen maalaamisen sekä kaksiulotteisen UV-näkymän maalaamisen lisäksi. Mari ei myöskään tarjoa automaatioon verrattavia toimintoja, jotka nopeuttavat työntekoa. Useiden mallien samanaikainen teksturointi on kuitenkin suuri ohjelman puolestapuhuja tehokkaan 3D-näkymän lisäksi. Maria käytettiin The Order 1886 -nimisessä pelissä, jossa kehittäjät Ready At Dawn -pelistudiossa käyttivät materiaalipohjaista työskentelytapaa. Maria käytettiin kyseisessä työskentelytavassa esinekohtaisten maskien muokkaukseen ja luomiseen sekä yksityiskohtien

lisäämiseen (Ready At Dawn 2015). Elokuva-alasta sekä elokuvamaisista traileista kiinnostuneet peligraafikot voivat hyötyä Marin opiskelusta. Jos myös jokin tietty peliyritys käyttää Maria, sen osaaminen voidaan nähdä hyvänä asiana työpaikkahaussa. Marin tukemat suuret tekstuurikartat ovat niin suuria, että sellaisia ei välttämättä tulla näkemään ihan pian reaaliaikaisissa videopeleissä. Kuitenkin, uudet väliohjelmistot, kuten Granite, voivat johtaa siihen, että suuremmat tekstuurikoot ovat välttämättömiä, mikäli pelien tekstuuritarkkuus halutaan saada mahdollisimman hyväksi. Granite on väliohjelmisto, joka jakaa tekstuuritiedostoja pienempiin tiedostoihin ja lataa tietokoneen muistiin ainoastaan ne osat tekstuureja, jotka ovat nähtävissä (Demeulemeester 2015). Esimerkiksi virtuaalitodellisuutta hyväksikäyttävät pelit voivat hyötyä suurista ja tarkoista tekstuureista.

LÄHTEET

3DShapes. <http://3dshapes.org/images/stories/faces-edges-vertices.png> (Katsottu 28.9.2015.)

Adobe. 2015a. <https://www.adobe.com/fin/products/photoshop.html?promoid=KLXLS> (Katsottu 9.10.2015.)

Adobe. 2015b. <http://www.adobe.com/fin/creativecloud/buy/students.html> (Katsottu 9.10.2015.)

Ahearn, L. 2008. 3D game environments : create professional 3D game worlds. Burlington, MA: Focal Press.

Allegorithmic. 2014a. Substance Designer #1 - Overview of a Substance <https://youtu.be/OwLWishhLPM> 20.2.2014. (Katsottu 14.9.2015.)

Allegorithmic. 2014b. Substance Designer #4 - Project library, Substance nodes part 1. <https://youtu.be/y7z3w68EZH4> 20.2.2014. (Katsottu 14.9.2015.)

Allegorithmic. 2014c. Substance Painter Tutorial #4 - Texturing the body: Part Two. <https://youtu.be/gXd-8vRZgyc> 17.10.2014. (Katsottu 21.9.2015.)

Allegorithmic. 2014d. Bitmap2Material 3 - Walkthrough Tutorial. <https://youtu.be/UKQTMHVOMKk> 29.9.2014. (Katsottu 22.9.2015.)

Allegorithmic. 2015a. Thickness Map from Mesh. <https://support.allegorithmic.com/documentation/display/SD5/Thickness+Map+from+Mesh> (Luettu 11.9.2015.)

Allegorithmic. 2015b. <https://www.allegorithmic.com/products/substance-designer> (Luettu 10.9.2015.)

Allegorithmic. 2015c. <https://www.allegorithmic.com/products/substance-painter> (Luettu 10.9.2015.)

Allegorithmic 2015d. Substance Painter 1.3 - Smart Materials. <https://youtu.be/B3oruU-cgUU> 4.3.2015. (Katsottu 21.9.2015.)

Allegorithmic. 2015e. <https://www.allegorithmic.com/products/bitmap2material> (Luettu 10.9.2015.)

Allegorithmic. 2015f. <https://www.allegorithmic.com/download> (Luettu 12.10.2015.)

Allegorithmic. 2015g. <https://www.allegorithmic.com/products/substance-database-game-texture-library> (Luettu 6.10.2015.)

Animation Arena 2012. Introduction to 3D Modeling. <http://www.animation-arena.com/introduction-to-3d-modeling.html> (Luettu 9.6.2015.)

Animation World Network. 2015. <http://www.awn.com/sites/default/files/styles/original/public/image/featured/1020843-allegorithmic-ships-substance-painter-1.0.png?itok=xpoaxny7> (Katsottu 3.11.2015.)

Autodesk 2010. Subdivision Surface Modeling <http://download.autodesk.com/us/support/files/subds.pdf> (Luettu 24.9.2015)

Autodesk. 2015a. Polygonal Modeling. <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-7941F97A-36E8-47FE-95D1-71412A3B3017-htm.html> 4.9.2015.

Autodesk. 2015b. http://download.autodesk.com/us/maya/2010help/images/MED/Stargate/English/SubDs/comp_subd_bottle.png (Katsottu 8.10.2015.)

Bergsman, T. 2015. Vertex 1. <https://gumroad.com/l/GAAOs#> (Luettu 17.9.2015.)

Blender Reference Manual. 2015a. Ambient Occlusion. http://www.blender.org/manual/render/blender_render/lighting/ambient_occlusion.html (Luettu 8.9.2015.)

Blender Reference Manual. 2015b. Displacement Maps. http://www.blender.org/manual/render/blender_render/textures/influence/material/displacement.html (Luettu 4.9.2015.)

Blender Wiki 2015. Vertices, Edges and Faces. http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.4/Manual/Modeling/Meshes/Mesh_Structures (Luettu 9.6.2015).

Carlisle, P. 5.9.2011. Opinion: The Content Conundrum. http://www.gamasutra.com/view/news/126916/Opinion_The_Content_Conundrum.php (Luettu 14.10.2015.)

Chapple, C. 2015. Allegorithmic to launch Substance Share next month. <http://www.develop-online.net/news/allegorithmic-to-launch-substance-share-next-month/0209495> 30.7.2015.

Chopine, A. 2011. 3D art essentials: the fundamentals of 3D modeling, texturing, and animation. Burlington, MA: Focal Press.

Collins, D. http://www.davidcollinsonline.com/_images/_projects/SE5/SE5_001.jpg (Katsottu 1.10.2015.)

Crytek. 2013. Tangent Space Normal Mapping. <http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC4/Tangent+Space+Normal+Mapping> (Luettu 8.9.2015.)

Demeulemeester, A. Two Thousand Gigapixels of Textures, Anyone? <https://www.unrealengine.com/blog/two-thousand-gigapixels-of-textures-anyone> 30.10.2015.

Epic Games. 2015a. Use the Emissive Material Input. <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Rendering/Materials/HowTo/EmissiveGlow/index.html> (Luettu 2.9.2015.)

Epic. 2015b. Material Editor - How To Use Subsurface Scattering in Your Materials. https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Rendering/Materials/HowTo/Subsurface_Scattering/index.html (Luettu 11.9.2015.)

- Esaak, S. 2015. What is the Definition of Texture in Art? http://arthistory.about.com/cs/glossaries/g/t_texture.htm (Luettu 21.7.2015)
- Eurogamer. <http://images.eurogamer.net/2015/usgamer/Blizzard-Heroes-Shot-08.jpg> (Katsottu 1.10.2015.)
- Fletcher, J. 2014. Vertex 1. Saatavilla osoitteessa <https://gumroad.com//GAAOs#> (Luettu 17.9.2015.)
- Gahan, A. 2012. 3ds Max Modeling for Games. Waltham, MA: Focal Press.
- Gameinformer. http://media1.gameinformer.com/imagefeed/screenshots/Uncharted4AThiefsEnd/Uncharted-4_drake-sully-stairs_1434429069.jpg (Katsottu 28.9.2015.)
- GCFLearnFree.org. Photoshop Basics What is Photoshop? <http://www.gcflearn-free.org/photoshopbasics/1> (Luettu 1.10.2015.)
- Green, C. 2007. Efficient Self-Shadowed Radiosity Normal Mapping. http://www.valvesoftware.com/publications/2007/SIGGRAPH2007_Efficient-SelfShadowedRadiosityNormalMapping.pdf (Luettu 11.9.2015.)
- Hanson, T. 6.4.2014. The Freelancer's Guide to Mari from The Foundry. <https://youtu.be/amdM173mg7U> (Katsottu 23.9.2015)
- Hourences. 2014. Tutorials - Vertex Blending. <http://www.hourences.com/tutorials-vtx-blending/> (Luettu 17.9.2015.)
- Huxley, J. 2015. Vertex 1. <https://gumroad.com//GAAOs#> (Luettu 18.9.2015.)
- m5 Design Studio. 2015. <http://m5designstudio.com/wp-content/uploads/2010/08/1.png> (Katsottu 15.10.2015.)
- McDermott, W. 2015a. The Comprehensive PBR Guide by Allegorithmic - vol. 1. https://www.allegorithmic.com/system/files/software/download/build/PBR_Guide_Vol.1.pdf (Luettu 15.9.2015.)

McDermott, W. 2015b. The Comprehensive PBR Guide by Allegorithmic - vol. 2. PDF-dokumentti. Saatavilla: https://www.allegorithmic.com/system/files/software/download/build/PBR_Guide_Vol.2.pdf (Luettu 3.9.2015.)

Mishkinis, A. 16.7.2013. Advanced Terrain Texture Splatting. http://www.gamasutra.com/blogs/AndreyMishkinis/20130716/196339/Advanced_Terrain_Texture_Splatting.php (Luettu 17.9.2015.)

ModDB. 2015. http://media.moddb.com/images/engines/1/1/94/Screen_Space_Ambient_Occlusion.jpg (Katsottu 12.11.2015.)

Mr Bluesummers. 2010. Sub-Surface Scattering Guide Part 1. <http://www.mrbluesummers.com/3510/3d-tutorials/3dsmax-mental-ray-sub-surface-scattering-guide> 5.7.2010 (Luettu 16.10.2015.)

Ohman, W. 2015. Vertex 1. <https://gumroad.com/l/GAAOs#> (Luettu 17.9.2015.)

Olguin, R. 2015. Cobble Roughness. <http://www.thegnomon-workshop.com/store/product/1149/#.VfwEFfTYEWs> (Katsottu 18.9.2015.)

OpenGL. 2015. Shader. <https://www.opengl.org/wiki/Shader> (Luettu 2.11.2015.)

Ophelia, I. Here's Why Bioshock Infinite's Stylized Texturing May Be the Key to its Beauty. <http://nwn.blogs.com/nwn/2013/04/bioshock-infinites-texturing-may-be-the-key-to-its-beauty.html> 4.4.2013.

Orsetti, D. Mari 2.0 review. <http://www.3dartistonline.com/news/2013/04/mari-2-0-review/> 25.4.2013.

Outerra. 2015. <http://www.outerra.com/shots/k175-lf.jpg> (Katsottu 16.10.2015.)

Pacheco, E. The Making Of Chef Eric. http://www.3dtotal.com/admin/new_cropper/tutorial_content_images/1818_tid_11.jpg 18.12.2013.

Pavlovich, M. 2015. Remaking the Art of Halo 2 for Xbox One - GDC 2015. <https://youtu.be/N6pdeECc5d4> 6.3.2015.

- PCMag. 2015. Definition of:flat shading. <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/43294/flat-shading> (Katsottu 14.10.2015.)
- Petrany, S. 2014a. Techniques For Creating Custom Textures in Photoshop. <http://www.smashingmagazine.com/2014/07/creating-custom-textures-photoshop-techniques/> 3.7.2014.
- Petrany, S. 2014b. <http://media.mediatemple.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/06/02-filter-gallery-panel-opt.jpg> (Katsottu 3.11.2015.)
- Petrany, S. 2014c. <http://media.mediatemple.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/06/11-blending-options-opt.jpg> (Katsottu 3.11.2015.)
- Playstation. 2015. <https://www.playstation.com/en-us/games/bioshock-infinite-ps3/> (Katsottu 14.10.2015.)
- Polycount wiki. Curvature map. http://wiki.polycount.com/wiki/Curvature_map Luettu 22.8.2015. (Luettu 11.9.2015.)
- pyrohmr. 2007. <http://pyrohmr.deviantart.com/art/Displacement-vs-Bump-47969176> (Katsottu 3.11.2015.)
- Quixel. 2014. DDO & 3DO Workflow Primer. <https://youtu.be/YyJJAp17K-Y> 18.3.2014. (Katsottu 9.9.2015.)
- Quixel. 2015a. <http://quixel.se/index> (Luettu 8.9.2015.)
- Quixel. 2015b. <http://quixel.se/ndo> (Luettu 9.9.2015.)
- Quixel. 2015c. http://quixel.se/sites/default/files/imagesndo/ndo_multisculpting.jpg (Katsottu 3.11.2015.)
- Quixel. 2015d. <http://quixel.se/sites/default/files/images3do/3dobig1.jpg> (Katsottu 9.10.2015.)
- Quixel. 2015e. <http://quixel.se/shop> (Luettu 12.10.2015.)

- Quixel. 2015f. <http://quixelab.myshopify.com/collections/frontpage/products/quixel-suite-2-0> (Luettu 9.10.2015.)
- Ready At Dawn. 2015. Tech Talks. <http://www.readyatdawn.com/presentations/> (Luettu 19.10.2015.)
- Renderosity. 2015. Substance Designer 5 Review. <https://www.renderosity.com/substance-designer-5-review-cms-17674> 7.5.2015.
- Republic of Code. 2010. Modeling with Spline & Lathe. http://www.republicofcode.com/tutorials/3ds/spline_lathe_stealth/ (Luettu 25.6.2015).
- Rgxb2002. 2012. <https://rgxb2002.files.wordpress.com/2012/04/11-screw-driver.jpg> 11.4.2012. (Katsottu 2.11.2015.)
- Russell, E. Eliminate Texture Confusion: Bump, Normal and Displacement Maps. <http://blog.digitaltutors.com/bump-normal-and-displacement-maps/> (Luettu 3.9.2015.)
- Russell, J. 2015a. Basic Theory of Physically-Based Rendering. <https://www.marmoset.co/toolbag/learn/pbr-theory> (Luettu 15.9.2015.)
- Russell, J. 2015b. http://www.marmoset.co/wp-content/uploads/pbr_theory_refl_diff.png (Katsottu 13.10.2015.)
- Russell, J. 2015c. http://www.marmoset.co/wp-content/uploads/pbr_theory_water-mud.png (Katsottu 13.10.2015.)
- Schoenmaker, H-J. 2010. TexTools. <http://www.renderhjs.net/texttools/> (Luettu 11.9.2015.)
- Slick, J. 2015a. New Software – nDo2 First Impressions. <http://3d.about.com/od/A-Guide-To-3D-Software/tp/New-Software-Ndo2-First-Impressions.htm> (Luettu 3.11.2015.)

- Slick, J. 2015b. First Look - Quixel dDo Texturing Framework. <http://3d.about.com/od/A-Guide-To-3D-Software/tp/First-Look-Quixel-Ddo-Texturing-Framework.htm> (Luettu 3.11.2015.)
- Slick, J. 2015. Allegorithmic Substance Designer 3.5 - Software Review. <http://3d.about.com/od/Creating-3D-The-CG-Pipeline/tp/Allegorithmic-Substance-Designer-3-5-Software-Review.htm> (Luettu 2.11.2015.)
- Steam Community. 2014. FAQ - MODO indie + MARI indie. <http://steamcommunity.com/app/321540/discussions/0/617321352414734044/> 9.12.2014.
- Steam. 2015. http://cdn.akamai.steamstatic.com/steam/apps/326050/ss_84d8e600514702c819de3f47ddd-daf04d06baebb.1920x1080.jpg?t=1412102700 (Katsottu 3.11.2015.)
- Thacker, J. 2015a. Quixel releases Quixel Suite. <http://www.cgchannel.com/2014/10/quixel-unveils-quixel-suite/> 23.10.2014.
- Thacker, J. 2015b. Quixel unveils Quixel Suite 2.0. <http://www.cgchannel.com/2015/09/quixel-unveils-quixel-suite-2-0/> 9.9.2015.
- Thacker, J. 2015c. Allegorithmic announces Substance Live. <http://www.cgchannel.com/2015/03/allegorithmic-announces-substance-live/> 3.3.2015.
- The Foundry. 2015a. http://thefoundry.s3.amazonaws.com/products/mari/releases/2.6v5/Mari_2.6v5_UserGuide.pdf (Luettu 9.10.2015.)
- The Foundry. 2015b. <https://www.thefoundry.co.uk/products/mari/buy/> (Luettu 9.10.2015.)
- The Foundry. 2015c. <https://www.thefoundry.co.uk/case-studies/mari-and-avatar/> (Luettu 12.11.2015.)
- Tsplines. 2015. <http://www.tsplines.com/t/MtoNurbs06.png> (Katsottu 12.11.2015.)

- Ucbugg-labs. 2015. https://ucbugg-labs.wikispaces.com/file/view/uv2_01.png/542052860/uv2_01.png (Katsottu 2.11.2015.)
- Valve. 2015a. Substance Designer 5 Indie. <http://store.steampowered.com/app/330160/> (Luettu 12.10.2015.)
- Valve. 2015b. Substance Painter. <http://store.steampowered.com/app/273390/> (Luettu 12.10.2015.)
- Valve. 2015c. Mari indie. <http://store.steampowered.com/app/289550/?l=finnish> (Luettu 9.10.2015.)
- van der Byl, L. 10 tips for better Photoshop textures. 28.3.2013. <http://www.creativebloq.com/10-tips-better-photoshop-textures-3133109> (Luettu 31.8.2015.)
- Vergne, F. 2015. Vertex 1. Saatavilla osoitteesta (Luettu 18.9.2015.)
- Videotuts. 2011. http://videotuts.ru/uploads/posts/2011-08/1313986908_2.jpg (Katsottu 3.11.2015.)
- What-when-how. 2015. http://what-when-how.com/wp-content/uploads/2012/06/tmpc13a617_thumb222.png (Katsottu 13.10.2015.)
- Wikipedia 2015. Digital Sculpting. https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_sculpting (Luettu 21.7.2015.)
- Wynn, C. 2015. An Introduction to BRDF-Based Lighting. <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall06/cos526/tmp/wynn.pdf> (Luettu 16.9.2015.)
- Ytimg. 2015. <http://i.ytimg.com/vi/cuVzQKJjKVo/maxresdefault.jpg> (Katsottu 3.11.2015.)

LIITTEET