



Airi Kervinen

# Tyylitellyn 3D-pelihakmon käsinmaalattu teksturointi Substance Painterilla ja Photoshopilla

Proseduraalisten menetelmien hyödyntäminen käsinmaalauksen pohjana

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestintä

Opinnäytetyö

21.5.2021

## Tiivistelmä

Tekijä(t):	Airi Kervinen
Otsikko:	Tyylitellyn 3D-pelihahmon käsinmaalattu teksturointi Substance Painterilla ja Photoshopilla: Proseduraalisten menetelmien hyödyntäminen käsinmaalauksen pohjana
Sivumäärä:	42 sivua + 1 liite
Aika:	21.5.2021
Tutkinto:	Medianomi (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Viestintä
Suuntautumisvaihtoehto:	3D-animointi ja -visualisointi
Ohjaaja(t):	Lehtori Jaro Lehtonen

---

Opinnäytetyön tavoite on tarkastella käsinmaalattua teksturointia proseduraalisesta näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena on proseduraalisten menetelmien soveltaminen projektiosuudessa tyylitellyn 3D-pelihahmon käsinmaalatussa teksturoinnissa.

Opinnäytteen luvuissa 1-4 käsitellään käsinmaalatun teksturoinnin teoriaa, ja miten proseduraalisia tekstuureita luodaan ja käytetään Substance Painterissa. Luku 5 sisältää lyhyen teoriaosuuden maalaamisen perusteista—valöörit, kontrasti, värit ja tasapainoisuus—jotka ovat olennainen osa onnistuneen käsinmaalatun tekstuurin saavuttamista.

Luku 6 sisältää projektiosuuden, jossa aiempien lukujen teoriaa sovelletaan hahmon mallinnuksesta aina teksturointiin saakka. Projektiosuudessa käydään läpi muun muassa hahmosuunnittelua, hahmon veistämistä ZBrushissa, retopologisointia, UV-koordinaattien määrittelyä sekä tekstuurien beikkausta ja maalausta Substance Painterissa ja Photoshopissa.

Opinnäytteen lopussa on pohdintaosuus, jossa käsitellään projektiosuuden onnistumista ja lopputuloksia. Johtopäätöksenä työstä on se, että proseduraaliset teksturointimenetelmät käsinmaalauksen pohjana auttavat ja nopeuttavat huomattavasti teksturointiprosessia.

Avainsanat: Teksturointi, käsinmaalattu, 3D-mallinnus

## Abstract

Author(s):	Airi Kervinen
Title:	Handpainted Texturing of a Stylized Game Character Using Substance Painter and Photoshop: Procedural Methods as a Base for Handpainting
Number of Pages:	42 pages + 1 appendix
Date:	21 May 2021
Degree:	Bachelor of Media
Degree Programme:	Media Communication
Specialisation option:	3D Animation and Visualization
Instructor(s):	Jaro Lehtonen, Lecturer

---

The goal of this thesis is to study the handpainted texturing process from a procedural perspective. The first half of the thesis contains theory on handpainted methods as well as procedural texturing, and the second half examines said theory in the form of a final project.

Chapters 1-4 explain the basic theory of the diffuse handpainting method. It also contains information on procedural texturing methods, such as baking and texture bake maps. In addition to texturing methods, chapter 5 contains basic design theory and painting principles regarding texturing: values, contrast, color and balance—which are imperative to achieving successful textures.

In chapter 6, the final project of this thesis examines the theory mentioned above and utilizes it to create a stylized 3D-character in the handpainted style. It includes topics such as character design, character sculpting in ZBrush, retopology, UV-mapping as well as texture baking and painting in both Substance Painter and Photoshop.

The final chapter ends the thesis with thoughts on handpainting and the final project. In conclusion, procedural textures are very useful in handpainting; they can be used as a starting base which aids and speeds up the handpainted texturing process.

Keywords: Texturing, handpainted, 3D-modeling

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Käsitteitä	2
3	Tekstuuri ja teksturointi	3
3.1	Mikä on tekstuuri?	3
3.2	UV-koordinaatit	3
3.3	Teksturointitavat	4
3.3.1	Proseduraalinen teksturointi	4
3.3.2	Käsinmaalattu teksturointi	4
4	Substance Painter	6
4.1	Substance Painterin hyödyt ja rajoitukset käsinmaalauksen pohjana	6
4.2	Baking eli beikkaus	7
4.3	Bake-kartat	8
4.3.1	Normaali	10
4.3.2	Ambient occlusion eli ympäristövalokartta	11
4.3.3	World space normaali	12
4.3.4	ID	13
4.3.5	Curvature	14
4.3.6	Thickness	15
4.3.7	Position	16
5	Käsinmaalatun teksturoinnin periaatteita	16
5.1	Valöörit ja kontrasti	17
5.1.1	Valöörit	17
5.1.2	Kontrasti	18
5.2	Värit	19
5.2.1	Värin ominaisuudet	20
5.2.2	Olennaisia väripaletteja	20
5.3	Tasapainoisuus	22
6	Projektiosuus	23
6.1	Suunnitteluvaihe	23
6.2	Hahmon veistäminen ZBrushissa	25

6.3	Retopologisointi Mayassa	26
6.4	UV-koordinaattien määrittely ja unwrappaus	27
6.5	ID-kartan määrittely	28
6.6	Tekstuurien alkukäsittely Substance Painterissa	29
6.6.1	Beikkaus	29
6.6.2	Pohjavärit	31
6.6.3	Pohjavärien muokkaaminen bake-kartoilla	33
6.7	Tekstuurien käsinmaalaaminen	34
6.7.1	Referenssikuvien kerääminen	34
6.7.2	Käsinmaalaus Substance Painterissa	34
6.7.3	Silmien heijastukset	35
6.7.4	Korjailu Photoshopissa ja yksityiskohtien maalailu	36
6.8	Tekstuurien jälkikäsittely ja esittäminen	37
7	Yhteenveto ja pohdinta	38
7.1	Lopullisen työn analyysi	38
7.1.1	Hahmon optimointi	38
7.1.2	Tekstuurit	39
7.2	Johtopäätökset	40
	Lähteet	41
	Liitteet	43
	Kuvia valmiista hahmosta ja sen tekstuureista	43

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään käsinmaalatun teksturoinnin perusteita ja niiden soveltamista 3D-hahmon teksturoinnissa käyttäen Adoben ohjelmistoja Substance Painteria ja Photoshoppia. Opinnäytetyössä käsitellään käsinmaalattua teksturointia proseduraalisesta näkökulmasta: kuinka proseduraalisia menetelmiä pystytään hyödyntämään käsinmaalatun teksturoinnin pohjana, ja miten ne nopeuttavat käsinmaalattua teksturointiprosessia. Lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi lyhyesti käsinmaalatun teksturoinnin periaatteita, jotka tulisi huomioida teksturointiprosessin aikana ja jotka ovat välttämättömiä onnistuneen käsinmaalatun teksturoinnin saavuttamiseksi. Käsinmaalattua teksturointiprosessia käydään tarkasti läpi projektiosuudessa tyylitellyn 3D-pelihahmon rakentamisen ohella. Teksturoinnin merkitystä pohditaan jo hahmon ideointivaiheessa.

Käsinmaalattu teksturointi on perinteinen menetelmä teksturoida 3D-asetteja. Käsinmaalattua teksturointia voidaan soveltaa erittäin laajasti, eikä sillä ole olemassa vain yhtä tekotapaa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin tyylitellyn pelihahmon teksturointiin. ”Tyylitelty” pelitaide on suosittu tyylistyys, jossa hahmon tai muun pelikappaleen piirteitä liioitellaan ja tehdään karikatyyrimaiseksi. Tyylitellyssä pelitaiteessa keskitytään realismiin sijaan enemmän perusmuotoihin, väreihin ja siluetteihin, joiden kautta hahmosta tehdään tunnistettava. Tästä syystä käsinmaalattu teksturointi on suosittua etenkin fantasiagenren peleissä. Esimerkkejä tyylitellyistä peleistä, joissa käytetään käsinmaalattua teksturointityyliä ovat mm. *World of Warcraft* ja *Diablo III* (Blizzard), *League of Legends* (Riot) ja *Dota II* (Valve).

Suosioistaan huolimatta käsinmaalatusta teksturoinnista löytyy yllättävän vähän tietolähteitä, eikä siitä ole olemassa universaalia yhteisymmärrystä tai tekniikkaa (Bubenová 2016). Käsinmaalatusta teksturoinnista ei ole olemassa kirjallista dokumentaatiota satunnaisten forum-julkaisujen tai internet-artikkeleiden ulkopuolella. Akateemiset lähteet muodostuvat muutamasta samaa aihetta käsittelevästä

artikkelista. Suurin osa tässä opinnäytteessä käytetyistä lähteistä on täten par-sittu kasaan erilaisista foorumeista, nettiartikkeleista ja opastusvideoista löyty-neistä lähteistä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esitellä käsinmaalatun teks-tuurin hyötyjä ja sen tarjoamia mahdollisuuksia, ei kuvata yhtä ainoata lähesty-mistapaa.

## **2 Käsitteitä**

3D: kolmiulotteinen

2D: kaksiulotteinen

Assetti: pelialalla käytetty termi pelissä esiintyvälle kappaleelle

Polygoni: monikulmio, joiden kokonaisuus muodostaa 3d-mallin

Lowpoly: polygoniverkko, jossa on vähän polygoneja

Highpoly: polygoniverkko, jossa on paljon polygoneja

Retopologisointi: prosessi, jossa highpoly-mallin geometriasta optimoidaan low-poly-versio, eli se retopologisoidaan

UV: 2D-tekstuurin U- ja V-akselit

Renderöinti: prosessi, jossa 2- tai 3D-kappaleesta luodaan kuva

Polygoniverkko: monesta polygonista koostuva verkkomainen kokonaisuus

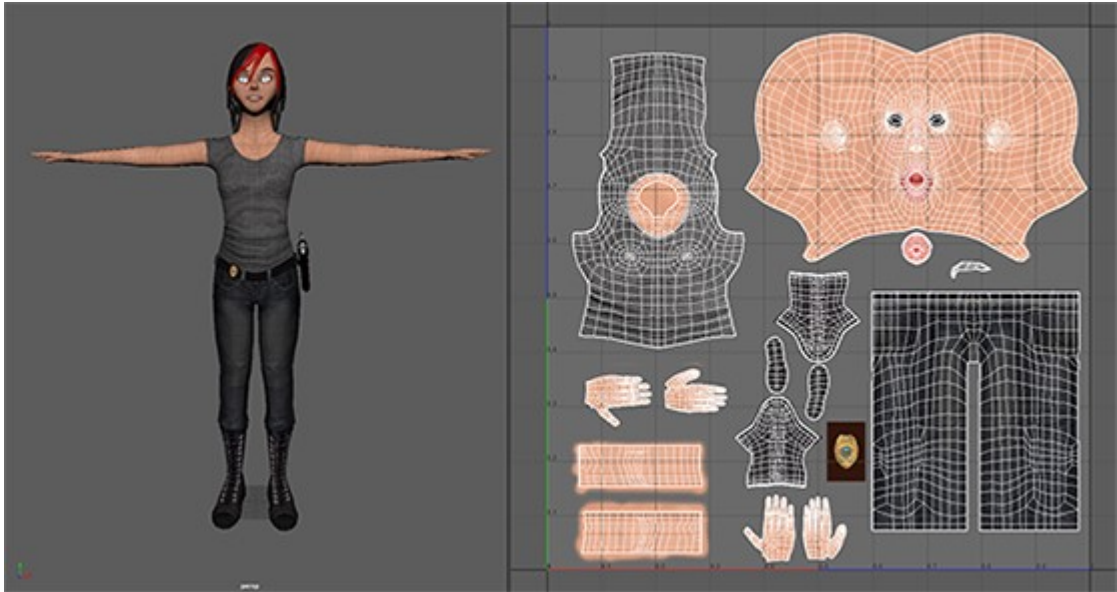
Filtteri: suodatin

Ray tracing: 3D-grafiikassa käytetty renderöintimenetelmä, jossa käytetään rea-listista valaistusta

## 3 Tekstuuri ja teksturointi

### 3.1 Mikä on tekstuuri?

Tekstuuri on pinnan ominaisuuksista informaatiota sisältävä kaksiulotteinen bittikarttakuva.



Kuva 1. Esimerkki 3D-mallista ja sen UV-koordinaateista (Autodesk, 2018).

3D-mallinuksessa tekstuuri projisoidaan kappaleen päälle sen UV-koordinaattien avulla (kuva 1).

### 3.2 UV-koordinaatit

3D-kappaleen teksturoinnissa käytetään kappaleen UV-karttaa. UV-kartta on kaksiulotteinen kuva kolmiulotteisesta mallista, joka määrittelee tekstuurin sijainnin UV-koordinaatistolla. UV-karttaa tehdessä 3D-mallille on määriteltävä UV-koordinaatit. Tämä tapahtuu merkitsemällä UV-karttaan saumat, joita pitkin 3D-objekti avataan ja levitetään 2D-muotoon. Helppo tapa ymmärtää UV-kartan käyttötarkoitus on kuvitella UV-karttaa käärepaperina, joka ympäröi 3D-objektin. UV-kartan avulla pystytään siis maalaamaan kuvainformaatiota 3D-hahmon pinnalle. Tätä kutsutaan teksturoinniksi.

### 3.3 Teksturointitavat

Erilaisia teksturointitapoja on niin runsaasti, että pelkästään erilaisten teksturointimetodien ja -käytäntöjen läpikäyntiin tarvittaisiin oma opinnäytetyönsä. Tämän vuoksi opinnäytetyöni on rajattu käsinmaalattuun ja proseduraaliseen teksturointiin. Edellä mainitut on valittu rajaukseksi, koska hyödynnän opinnäytetyön projektiosuuden teksturointivaiheessa kyseisiä menetelmiä.

#### 3.3.1 Proseduraalinen teksturointi

*Proseduraalinen teksturi* tarkoittaa matemaattisella algoritmilla generoitua kuvaa. Proseduraalisella tekstuurilla ei ole resoluutorajoitteita eikä olemassa olevia reunoja tai rajoja, eivätkä ne vaadi ulkopuolisia tiedostoja kuten bittikarttatekstuureja. Täten proseduraaliset tekstuurit voivat olla laskennallisesti tehokkaampia kuin muut teksturointitavat. (Lanier 2015, 130).

*Proseduraalisella teksturoinnilla* tarkoitetaan teksturointitapaa, jossa hyödynnetään proseduraalisesti luotuja tekstuureja.

#### 3.3.2 Käsinmaalattu teksturointi

Käsinmaalattu teksturointi on tekniikka, jolla teksturoidaan lowpoly-pelimalleja ja jossa suurin osa visuaalisesta informaatiosta kommunikoidaan diffuse-tekstuurikartalla (Phan 2016, 118). *Diffuse-kartta* on tekstuurikartta, joka sisältää pelkkää väri-informaatiota. Myös 3D-mallin valaistus maalataan suoraan diffuse-karttaan. Tämä säästää tehoja myöhemmin pelimoottorissa. Kääntöpuolena tässä teksturointitavassa on, että valot ja varjot ovat maalattu suoraan diffuse-karttaan, eivätkä ne voi mukautua 3D-ympäristön valaisutilanteeseen. Tämä ei ole kuitenkaan kiveen hakattu prosessi, ja diffuse kartan lisäksi voidaan hyödyntää renderöintiohjelman ns. "ulkopuolista" valaistusta. Tässä opinnäytetyössä kuitenkin keskitytään pelkästään diffuse-menetelmällä valojen ja varjojen maalaamiseen suoraan tekstuuriin.



Kuva 2. Esimerkki käsinmaalatusta teksturoinnista ja sen diffuse-kartasta (Habezai-Fekrin, 2018).

Käsinmaalattu teksturointi on kauan käytetty tekniikka 3D-asettien teksturoinnissa pelialalla. Teksturointitapa syntyi alun perin pelimoottorien teknisistä rajoitteista, kuten matalasta polygonimäärästä sekä alkeellisista shadereista, valoista ja renderöinnistä. Tekniikka mahdollisti jo pelialan alkuvaiheessa yksityiskohtien lisäämisen yksinkertaisten polygoniverkkojen pinnalle, joihin ei muuten olisi saanut pinnanmuotoja tai muita yksityiskohtia (ks. kuva 2). Reaaliaikainen renderöinti oli tuolloin vasta aluillaan, eikä nykypäivän erilaisia valon ja varjon renderöintiteknologioita ollut vielä olemassa. Tästä syystä valo ja varjo maalattiin usein käsin suoraan 3D-mallien tekstuuriin tai verteikseihin (Benno, 2019). Nykypäivänä käsinmaalattu teksturointi on kehittynyt tyylistuunnaksi, joka on määritellyt taideohjauksen tietyissä peleissä, esimerkiksi Blizzardin julkaisuissa (Phan 2016, 118).

## 4 Substance Painter

*Substance Painter* on 3D-maalausohjelma, jossa voi teksturoida ja renderöidä 3D-malleja. Substance Painterissa 3D-mallien maalaus ja pinnanominaisuuksien lisääminen tapahtuu reaaliajassa. (Adobe 2021.)

### 4.1 Substance Painterin hyödyt ja rajoitukset käsinmaalauksen pohjana

Substance Painter on erinomainen ohjelma teksturointiin monipuolisuutensa vuoksi. Substance Painterissa työskentely on rikkoutumatonta, eli kaikki tehdyt muutokset voidaan myöhemmässä vaiheessa muuttaa ilman, että prosessia tarvitsee aloittaa alusta. Kyseinen ominaisuus on hyödyllinen nimenomaan teksturoinnin alkuvaiheessa, jolloin voi olla tarpeen kokeilla erilaisia teksturointiratkaisuja nopeasti. Substance Painterissa on myös hyödyllinen bake-ominaisuus, jossa 3D-mallin highpolysta voidaan luoda lowpoly-versiolle erilaisia bake-karttoja. Kyseiset kartat ovat hyödyllisiä käsinmaalauksessa, koska niillä saa nopeasti mallista tarvittavan informaation maalausta varten. Suoraan 3D-malliin maalaaminen myös helpottaa teksturointiprosessia, koska tekstuurin näkee 3D-mallin päällä reaaliajassa. Tekstuurisaumoja on myös helpompi korjata suoraan Substance Painterissa kuin jälkikäteen kuvankäsittelyohjelmassa (esimerkiksi Photoshopissa).

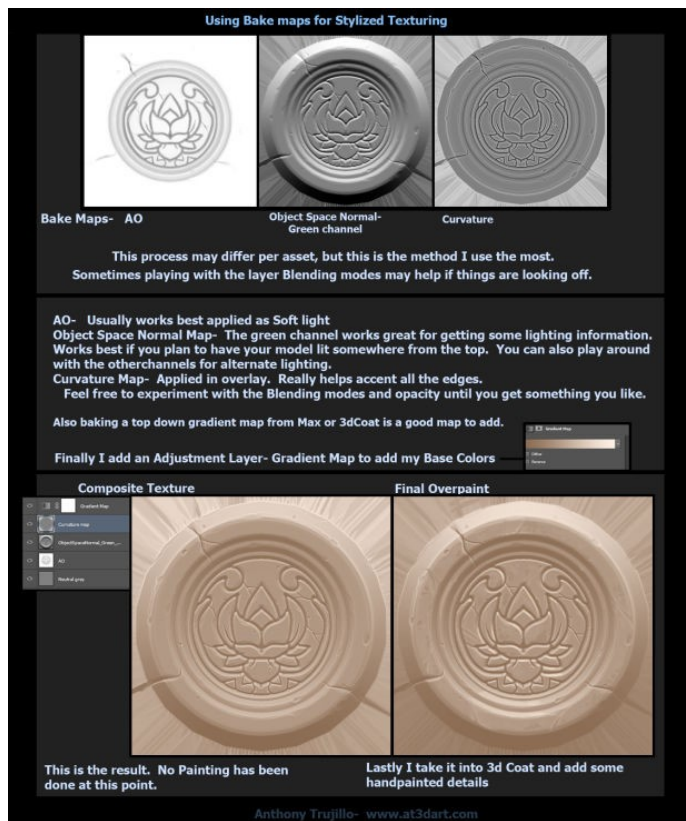
Rajoituksina Substance Painterissa työskentelyssä ovat keskinkertaiset maalaustyökalut. Käsinmaalattu teksturointi voi olla hankalaa, mikäli on tottunut Photoshop-tyylisiin maalaustyökaluihin ja niiden monipuolisuuteen. Myös oma kokemukseni Substance Painterissa maalamisesta on, että luonnollisen maalausjäljen saavuttaminen on vaikeaa ja lopulliset viimeistelyt tulee tehdä kuvankäsittelyohjelmassa. Esimerkiksi värien sekoittaminen ja häivyttäminen on hankalampaa Substance Painterissa kuin Photoshopissa. Myös lopullisten tekstuurien värien muokkaaminen tapahtuu nopeammin Photoshopissa, sillä se on suunniteltu nimenomaan kuvankäsittelyohjelmaksi toisin kuin Substance Painter, jota käytetään teksturointiin.

## 4.2 Baking eli beikkaus

Baking eli *beikkaus* on nimitys tietokonegrafiikassa käytetylle prosessille, jossa tietynlaisen prosessin lopputulos jäädytetään ja tallennetaan. Näitä menetelmiä on monenlaisia. Ne voivat liittyä esimerkiksi animaatioon, simulaatioon, teksturointiin ynnä muuhun. (Burgueno 2021.) Tässä luvussa keskitytään tekstuurien beikkaukseen käyttäen Substance Painterin beikkaustyökalua.

Tekstuurien beikkauksessa (englanniksi *texture baking*) 3D-polygoniverkosta tallennetaan informaatiota tekstuuritiedostoon eli bittikartakuvaan (Trammell 2016). Substance Painterin beikkaustyökalu hyödyntää algoritmeja, joilla se laskee ja tallentaa polygoniverkosta informaatiota tekstuuritiedostoihin. Tämän jälkeen Substance Painter lukee informaation erilaisia shadereita ja Substancen filtereitä hyödyntäen, joilla se pystyy luomaan efektejä teksturoinnissa. (Adobe 2021.)

Beikkauksessa hyödynnetään yleisesti kahta eri menetelmää. Ensimmäisessä menetelmässä käytetään yhtä polygoniverkkoa, jolloin beikkaustyökalu käyttää pelkästään tätä informaation tallentamiseen. Toisessa menetelmässä käytetään kahta eri polygoniverkkoa: beikkaustyökalu laskee yhdestä lähteenä toimivasta polygoniverkosta informaatiota ja siirtää informaation toiseen vastaanottavaan verkkoon. Tyypillisesti tässä prosessissa käytetään highpoly-polygoniverkkoa, jonka tiedot siirretään ja projisoidaan lowpoly-verkon UV:hen ja tallennetaan tekstuuritiedostoon. Koska Substancen beikkausprosessi käyttää *ray tracing*:ia ja hyödyntää polygoniverkon ominaisuuksia toimiakseen, polygoniverkon tulee olla siisti eikä sen tule sisältää ongelmia geometriassaan (Adobe 2021).

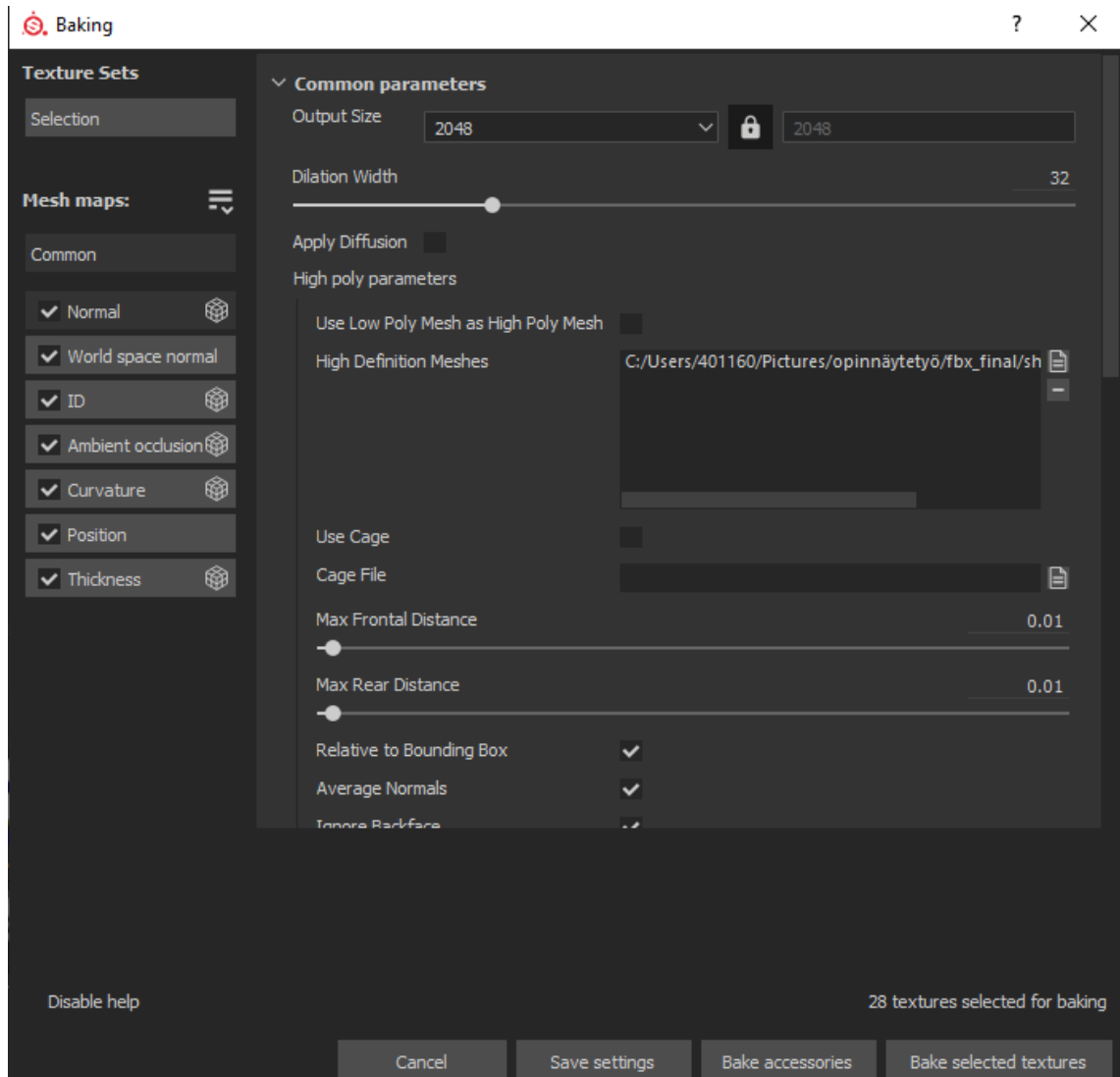


Kuva 3. Esimerkki proseduraalisten bake-karttojen hyödyistä (Trujillo, 2017).

Beikkaus toimii Substance Painterissa työskentelyn ytimenä, ja sen avulla pystyy hyödyntämään Substancen erilaisia työkaluja ja automatisoitua teksturointi-metodeja. Useat filtrit käyttävät beikkauksesta saatua informaatiota. Beikkaus voi esimerkiksi kertoa ohjelmalle, missä 3D-mallin ympäristön okluusiovarjot sijaitsevat, missä geometrian reunat ovat, ja niin edelleen (Adobe 2021). Ku-  
vassa 3 näkyy tämän työskentelytavan periaate.

### 4.3 Bake-kartat

Substance Painterissa pystyy beikkaamaan erilaisia karttoja, jotka on lueteltu tähän lukuun. Nämä kartat ovat normaali-, ambient occlusion- eli ympäristövalo-kartta, world space normaali-, ID-, curvature- ja thickness-kartat (kuva 4).

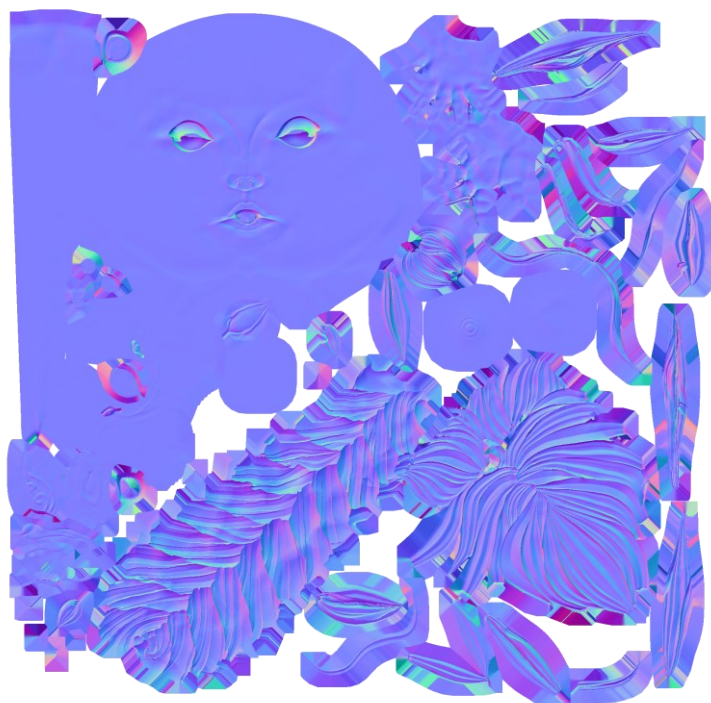


Kuva 4. Substance Painterin beikkaustyökalu.

Tässä opinnäytetyössä hyödynnän kyseisiä bake-karttoja tekstuuripohjien luomiseen.

### 4.3.1 Normaali

Normaali on vektori, joka on aina kohtisuorassa pintatasoon nähden (Trafagander 2019). Normaalikartta on tietynlainen tekstuuri, jolla pystyy lisäämään 3D-malliin pinnanominaisuuksia kuten töyssyjä, uria ja naarmuja, jotka reagoivat valaistukseen ikään kuin ne olisivat oikeaa geometriaa (Unity 2021). Normaalikartta ei kuitenkaan lisää geometriaa 3D-objektille, vaan tekstuuri sisältää informaatiota pinnan normaaleista ja niiden suunnista. Kartta sopii hyvin korkeamman resoluution polygoniverkkojen simuloimiseen, mutta ei kuitenkaan pysty toistamaan suuria tai syviä, siluettia muuntavia pinnanmuutoksia.



Kuva 5. Normaalikartta.

Normaalikartta (kuva 5) on samankaltainen kuin tavalliset väritekstuurit, mutta eroaa siten, että jokainen pikseli kartassa kuvastaa poikkeamaa pinnan normaalin suunnassa, joka eroaa tasaisen tai interpoloidun pinnan normaalin "todennukaisesta" suunnasta (Unity 2021). Kuvan R-, G- ja B-kanavat viittaavat normaalien X-, Y- ja Z-suuntavektoreihin 3D-koordinaatistossa vastaavassa järjestyksessä.

Normaalikartat generoidaan yleensä 3D-mallin highpoly -versiosta, jonka jälkeen se projisoidaan lowpoly-version päälle. Alkuperäinen, korkeamman resoluution malli siis renderöidään lowpoly-version päälle normaalikartan avulla (Unity 2021).

#### 4.3.2 Ambient occlusion eli ympäristövalokartta

*Ambient occlusion*- eli *ympäristövalokartta* (kuva 6) on mustavalkoinen kartta, joka ilmaisee, kuinka paljon hajavaloa pääsee tietylle pinnan alueelle (Trafagander 2019). Mitä enemmän peitossa jokin kohta geometriasta on, sitä enemmän varjossa se on ja sitä tummempi se on (Adobe 2021).



Kuva 6. Ympäristövalokartta.

3D-teksturoinnissa ympäristövalokarttaa käytetään tavallisesti 3D-mallin varjotuksessa. Sillä saadaan malli näyttämään realistisemmalta, koska kartta simuloi luontaisesti epäsuorassa ympäristön valaistuksessa esiintyviä pehmeitä varjoja (Pluralsight 2019).

### 4.3.3 World space normaali

*World space normal* (kuva 7) on objektin tai verteksin absoluuttinen sijainti koko 3D-tilassa (Autodesk 2015). *World space* -normaalikartta sisältää normaalikoordinaatteja, jotka ovat suhteessa paikalliseen kehykseen tai runkoon 3D-tilassa. Tämä eroaa normaalikartasta siten, että normaalikartassa lasketaan normaalien vektorit suhteessa pinnan pikseleihin.

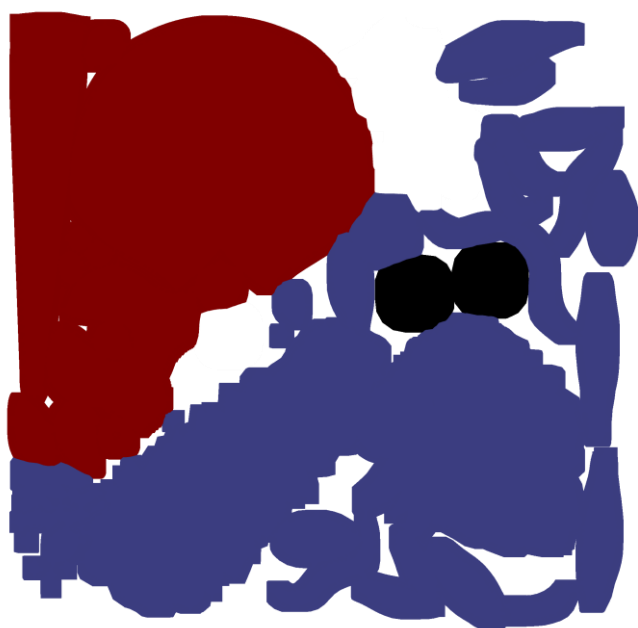


Kuva 7. World space normaalikartta.

Esimerkiksi sininen pikseli, jolla on  $(0,0,1)$  normaalin koordinaatti, viittaa *world space* normaalissa 3D-mallin ylös-suuntaan. Normaalikartassa se taas viittaa suuntaan, joka on kohtisuorassa 3D-mallin pintaan nähden (Substance Forum 2013).

#### 4.3.4 ID

*ID-kartta* eli *värikartta* (kuva 8) on tekstuuri, joka peittää tietyt osat polygoniverkosta eri väreillä (Franczak 2018). ID-kartan avulla pystyy valitsemaan tiettyjä osia polygoniverkosta Substance Painterissa.



Kuva 8. ID-kartta.

ID-kartta on hyödyllinen, kun UV-saarekkeita on paljon ja niiden käsin valitseminen on hidasta ja aikaa vievää. ID-kartalla tiettyjen elementtien rajaus voidaan tehdä pelkällä napin painalluksella, täten nopeuttaen teksturointiprosessia.

#### 4.3.5 Curvature

*Curvature-kartta* (kuva 9) on mustavalkoinen tekstuuri, joka sisältää informaatiota polygoniverkon urista ja reunoista (Adobe 2021).



Kuva 9. Curvature-kartta.

Mustat arvot kartassa viittaavat koveriin alueisiin, valkoiset puolestaan kuperiin. Harmaat alueet ovat tasaisia pintoja eli neutraaleja alueita (Adobe 2021). Curvature-kartta on hyödyllinen etenkin silloin, kun teksturoinnissa halutaan erikseen korostaa pinnan reunoja tai syventymiä (Polycount 2015).

#### 4.3.6 Thickness

*Thickness-kartta* (kuva 10) on samankaltainen kuin ympäristövalokartta. Siinä missä ympäristövalokartta laskee valosäteet polygoniverkon pinnalta ulospäin, *thickness-kartta* laskee ne käänteisesti sisäänpäin (Adobe 2021). *Thickness-karttaa* käytetään tavallisesti 3D-mallin pinnan alla tapahtuvan valon hajaantumisen eli *sub-surface scattering*:in simulointiin.

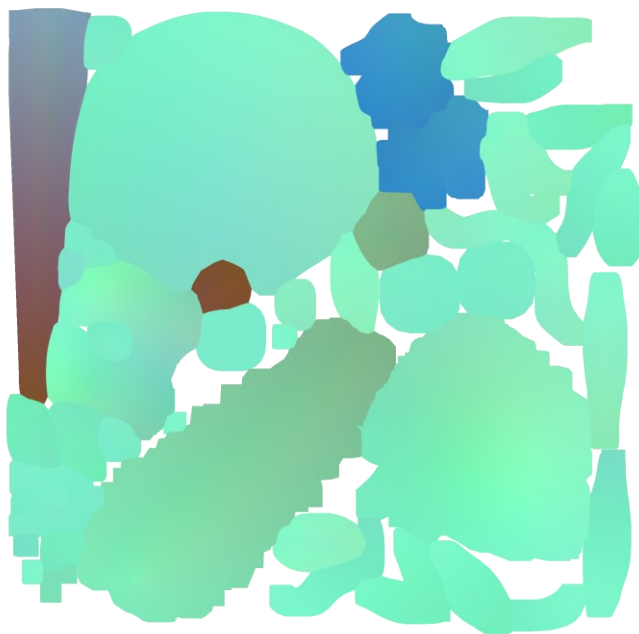


Kuva 10. Thickness-kartta.

Käsinmaalatussa teksturoinnissa *thickness-kartalla* pystyy luomaan *diffuse-karttaan* vastaavanlaisen efektin käyttämällä erilaisia tasotyylejä.

#### 4.3.7 Position

*Position-kartta* (kuva 11) laskee polygoniverkon sijainnin 3D-tilassa teksturoimuotoon (Adobe 2021).



Kuva 11. Position-kartta.

Mallin position-karttaa voi hyödyntää esimerkiksi auton pohjassa olevan ruosteen teksturointiin. Position-kartta kertoo Substancelle missä auton pohja sijaitsee 3D-tilassa, ja täten ohjaa ohjelman generoimaan ruostetta pelkästään auton pohjaan. (Adobe 2021.)

## 5 Käsinmaalatun teksturoinnin periaatteita

Käsinmaalattu teksturointi on käytännössä kuvituksen maalaamista 3D-mallin päälle (Andrews 2010). Näin ollen siihen pätee myös yleiset maalaamisen perusteet. Tässä opinnäytteessä perusteet on karkeasti jaettu seuraaviin periaatteisiin: valööri, kontrasti, väri ja tasapainoisuus. Nämä pätevät mihin tahansa visuaaliseen kommunikaatioon, mutta tässä opinnäytetyössä niistä on kirjoitettu teksturoinnin ja pelihahmon visuaalisuuden näkökulmasta. Noudattamalla seuraavia periaatteita pelihahmon suunnittelussa ja teksturoinnista pelihahmosta

saadaan selkeä ja helposti tunnistettava peli- tai renderöintiympäristössä sekä esteettisesti miellyttävä.

## 5.1 Valöörit ja kontrasti

### 5.1.1 Valöörit

*Valööri* on tietyn aiheen tai objektin valoisuuden ja tummuuden asteikko. Valööri on erityisen tärkeä kolmiulotteisen muodon kuvaamisessa. Käsimaalatussa teksturointiprosessissa ei aina ole ulkoista valonlähdettä valaisemassa 3D-mallia, jonka vuoksi toimivat valöörit ovat prosessissa merkittävässä osassa. Voidaankin katsoa, että valöörit ovat tärkeämmät hahmon suunnittelun onnistumisen kannalta kuin värit, koska niitä käytetään katsojan katseen johdattelun lisäksi myös syvyyden ja kolmiulotteisuuden tunnun luomiseen. (Dota 2 Workshop 2017.)



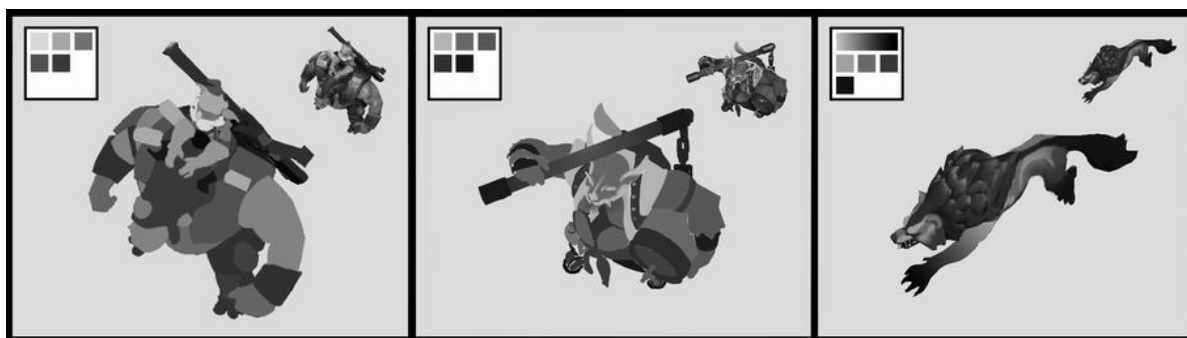
Kuva 12. Esimerkki valöörien liukuväri hahmoissa (Dota 2 Workshop 2017).

Kun valosäteet valaisevat objektin, jossa on poikkeuksia pinnanominaisuuksissaan, valo kulkee näiden muotojen poikki eri kulmissa. Tämän ilmiön silmä näkee valöörien muutoksena. Valöörin näkee helpoiten mustavalkoisissa kuvissa, joita katsoessa aivot eivät kiinnitä huomiota pinnan värimuutoksiin. Tasojen muodon muutokset kommunikoidaan siis valöörimuutoksien avulla. (Robertson 2014.)

Dota 2 Workshop (2017) kehottaa käyttämään liukuväriä, joka on tummin hahmon alavartalon kohdalla ja vaalein ylävartalon ja pään kohdalla, kuten kuvassa 12 näkyy. Liukuväri auttaa johdattelemaan katsojan silmää hahmon tärkeimpiin alueisiin kuten kasvoihin, jotka tavallisesti toimivat hahmon keskipisteenä. Jos jossakin kohtaa tekstuuria on suuria, samanvärisiä alueita, liukuväri voi tuoda vaihtelua ja monipuolisuutta tekstuuriin (Dota 2 Workshop 2017).

### 5.1.2 Kontrasti

*Kontrasti* on tärkeä piirustuksen ja maalaamisen periaate. Kontrasti viittaa vastakkaisten elementtien ja efektien järjestelyyn kuvassa ja niiden luomiin eroavaisuuksiin. Kontrastia voi tapahtua esimerkiksi vaaleiden ja tummien värien, sileiden ja karkeiden tekstuurien, tai suurien ja pienten muotojen välillä. Kontrastia käytetään luomaan vaihtelua, visuaalista mielenkiintoisuutta ja draamaa taideteoksessa. (Ingram 2018.)

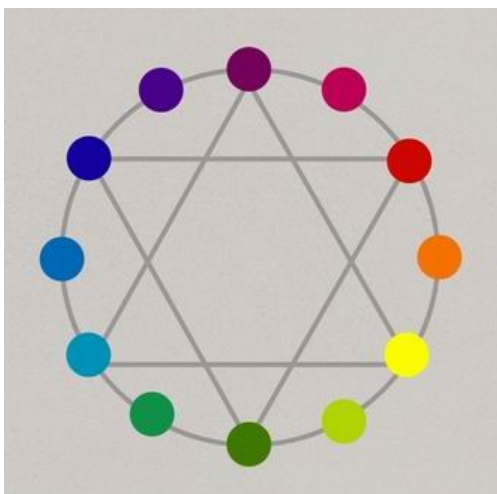


Kuva 13. Kontrastialueiden eroavaisuus (Dota 2 Workshop 2017).

Ihmissilmä etsii luonnostaan kontrastialueita. Tästä syystä teksturoinnissa on kannattavaa luoda alueita, joissa on valöörikontrastia hahmon eri muotojen ku-

vaamiseksi (ks. kuva 13). Jokaisen hahmon eri osan erottaminen omaan valöörinsä edesauttaa sen luettavuutta omana elementtinään. Puhtaan valkoisen ja mustan käyttöä tulisi välttää, koska ne eivät sävyinä reagoi hyvin erilaisiin valaistutilanteisiin renderöintivaiheessa, vaan näyttävät latteilta tai ylivalaistuneilta. (Dota 2 Workshop 2017.)

## 5.2 Värit



Kuva 14. Väriympyrä (Dota 2 Workshop 2017).

Väriteoria itsessään on niin laaja aihealue, ettei sitä voi kokonaan käydä läpi tässä opinnäytetyössä. Värit ovat kuitenkin tärkeä osa teksturointiprosessia, joten niistä on hyvä mainita muutama teksturoinnille oleellinen asia.

Perusymmärrys väriteoriasta on ratkaiseva osa visuaalisesti miellyttävän ja väriharmonisen tekstuurin luomista. Onkin suotavaa, että ensimmäinen askel teksturointiprosessissa on väripaletin suunnittelu. Selkeä suunnitelma ennen teksturoinnin aloittamista auttaa ylläpitämään väriharmoniaa, ja väriteorian perusteiden hyödyntäminen yleensä auttaa toimivan lopputuloksen saavuttamisessa. Väripaletin suunnittelun apuna voidaan käyttää väriympyrää (kuva 14).

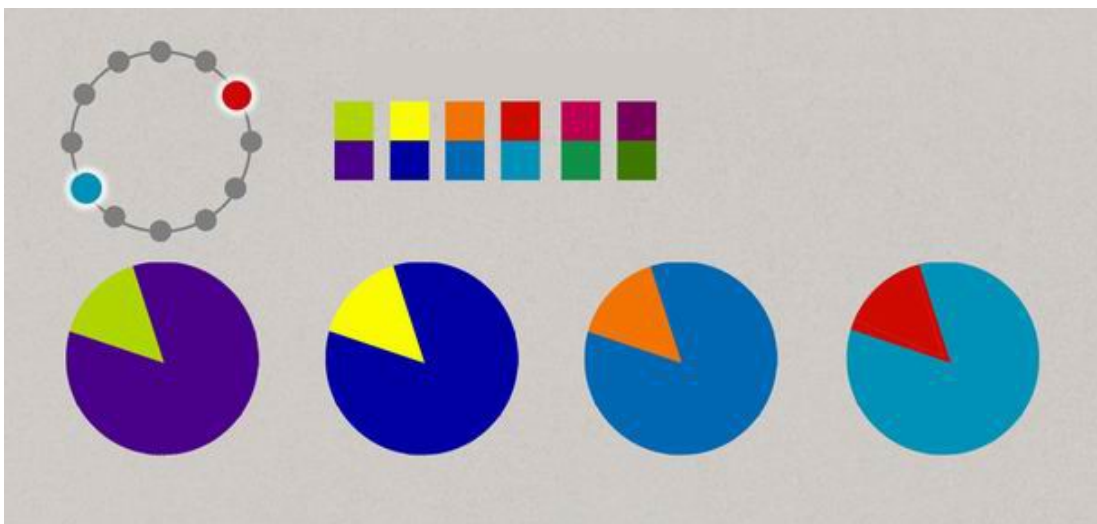
### 5.2.1 Värin ominaisuudet

Värillä on kolme ominaisuutta: valööri, kylläisyys ja sävy. Valööri, kuten edellä todettu, on värin tummuus tai valoisuus tummuusasteikolla. Kylläisyys on värin intensiteetti. Sävy on värin paikka spektrissä.

Värin kylläisyys kohdistaa katsojan silmää. Värikylläisyyttä tulisi näin ollen säädellä maltillisesti hahmon teksturoinnissa. Kylläisyyden tasojen tulee olla vähemmän intensiivisiä hahmon alavartalon alueilla ja enemmän intensiivisiä ylävartalon alueilla sekä tekstuurin keskipisteissä (Dota 2 Workshop 2017). Mikäli hahmo renderöidään tietyssä valaisutilanteessa esimerkiksi pelimoottorissa, teksturoinnissa kannattaa välttää puhtaita värejä, jotka ovat värispektrin R, G tai B-arvojen maksimialueilla. Tämä edesauttaa valaistuksen ja tekstuurien värien vuorovaikutuksen normaaliutta eikä aiheuta poikkeavaisuuksia (Dota 2 Workshop 2017).

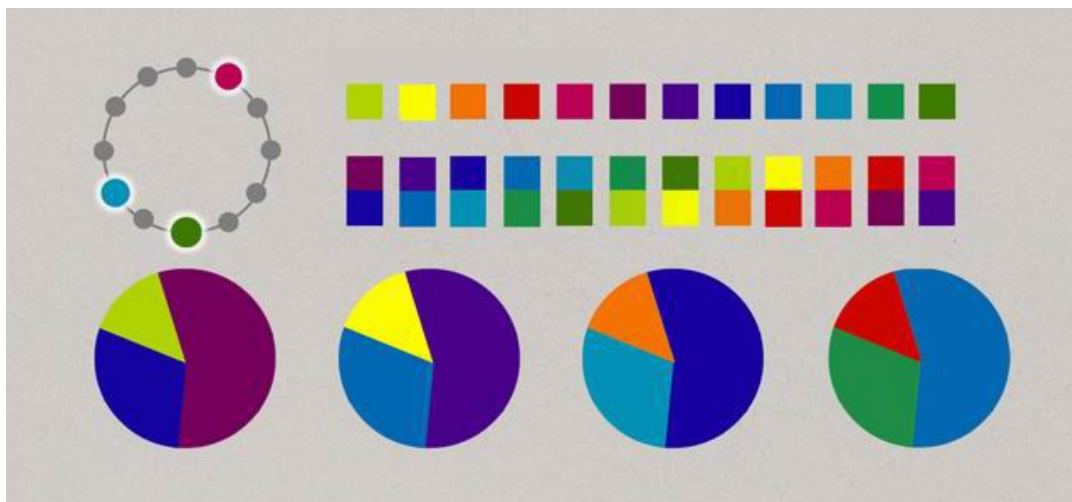
### 5.2.2 Olennaisia väripaletteja

Perinteisten väripaletteitten tunteminen auttaa hahmon tekstuurien värien suunnittelussa. Nämä paletit ovat vastaväri-, jaettu vastaväri-, analoginen ja triadinen paletti.



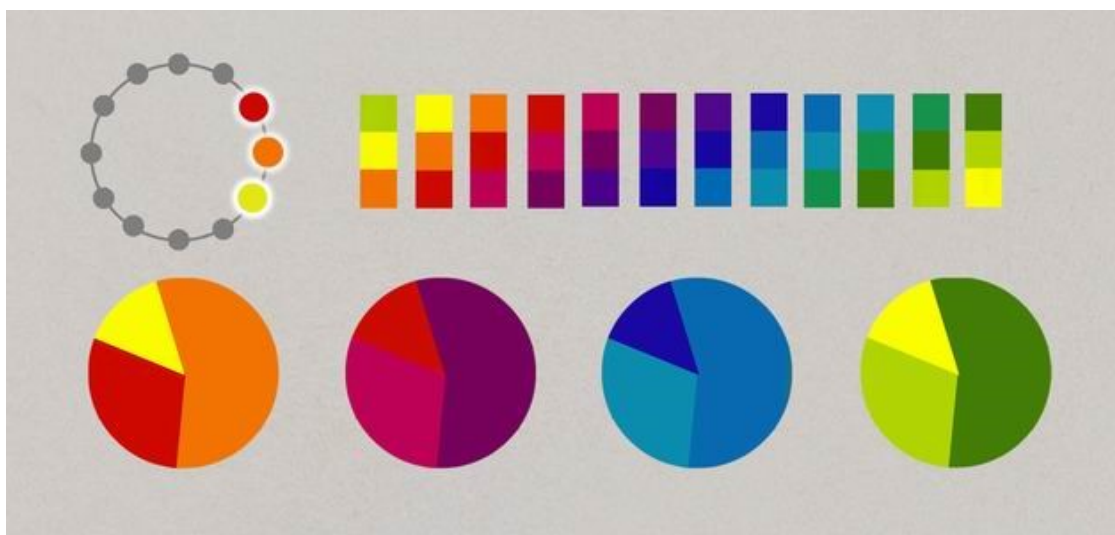
Kuva 15. Vastaväripaletti (Dota 2 Workshop 2017).

Vastaväripaletissa (kuva 15) molemmat värit ovat yhtä kaukana toisistaan eli vastakkain väriympyrässä. Vastaväripaletissa vastakkaisten värien vuorovaikutuskohdassa värit ikään kuin värähtelevät keskenään.



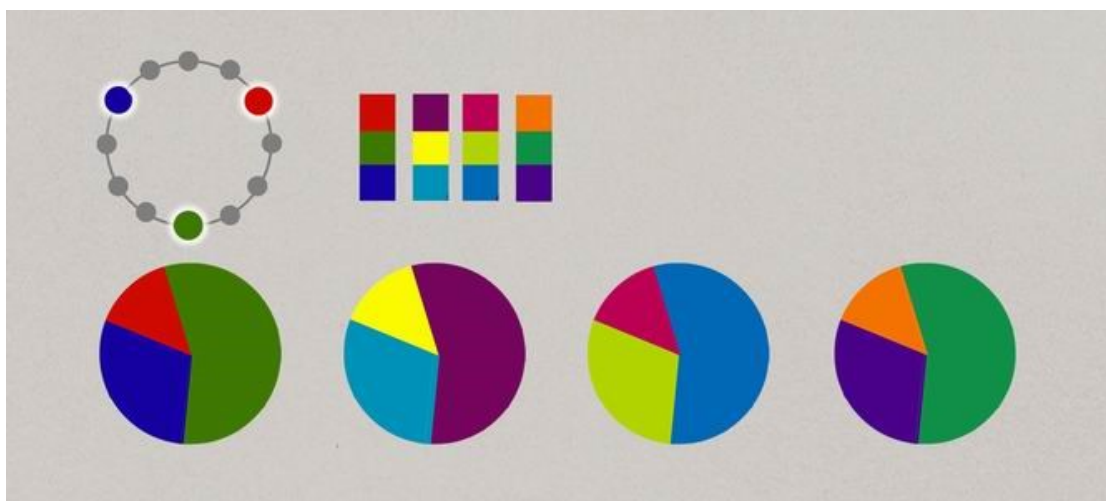
Kuva 16. Jaettu vastaväripaletti (Dota 2 Workshop 2017).

Jaetussa vastaväripaletissa (kuva 16) toinen väreistä jaetaan pariin vierekkäiseen sävyyn (Dota 2 Workshop 2017).



Kuva 17. Analoginen väripaletti (Dota 2 Workshop 2017).

Analogisessa paletissa (kuva 17) värit ovat vierekkäin väriympyrässä. Nämä värit luovat illuusion, jossa ne puskevat toisiaan vasten ja tarkasteltava alue näyttää suuremmalta kuin sen vierellä olevat (Dota 2 Workshop 2017).



Kuva 18. Triadinen väripaletti (Dota 2 Workshop 2017).

Triadisessa väripaletissa kaikki kolme väriä ovat väriympyrässä yhtä kaukana toisistaan (kuva 18).

### 5.3 Tasapainoisuus

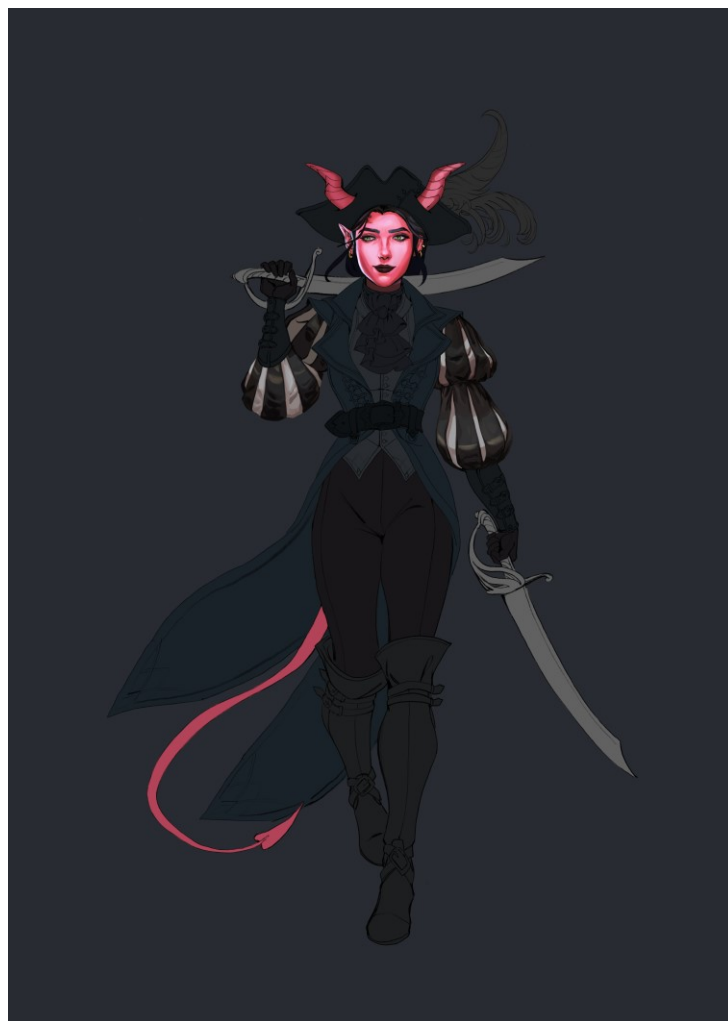
Tekstuurin valöörit, kontrastit ja värit kommunikoivat kaikki keskenään ja muodostavat kokonaisuuden. Niiden tulisi olla tasapainossa toistensa kanssa onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Monimutkaiset tekstuurin yksityiskohdat, korkeakontrastiset valöörit tai vahva värikylläisyys voidaan tasapainottaa alueilla, joilla katse lepää. Nämä alueet sisältävät vähemmän yksityiskohtia, heikompi kontrasteja ja niiden värikylläisyys on huomattavasti alhaisempi.

Koska suuret alueet, joissa on paljon visuaalista monimuotoisuutta voivat ylikuormittaa katsojaa ja muuttua yksitoikkoisiksi, on tärkeää pitää tekstuurit hyvässä tasapainossa. Yksityiskohtaiset alueet voidaan tasapainottaa lisäämällä yksinkertaisempia alueita tekstuuriin, jolloin yksityiskohdilla on suurempi visuaalinen vaikutus. (Dota 2 Workshop 2017.) Tämän vuoksi yksityiskohtaisten alueiden tulisi olla vain pieni osa tekstuurikokonaisuudesta. Tällöin ne säilyttävät mielenkiintonsa ja toimivat katseen kohdistajina.

## 6 Projektiosuus

Tämä luku sisältää kokonaisuudessaan opinnäytteen projektiosuuden. Osuudessa sovellan lukujen 3-5 teoriaa omassa projektissani. Projektissani mallinnan ja teksturoin roolipeli- eli RPG-hahmoni pelistä *Dungeons & Dragons*. Hyödynnän projektissa highpoly-lowpoly-pipelinea, jossa mallinnan ensin highpoly-mallin, jonka sitten retopologisoin siitä lowpoly-version.

### 6.1 Suunnitteluvaihe

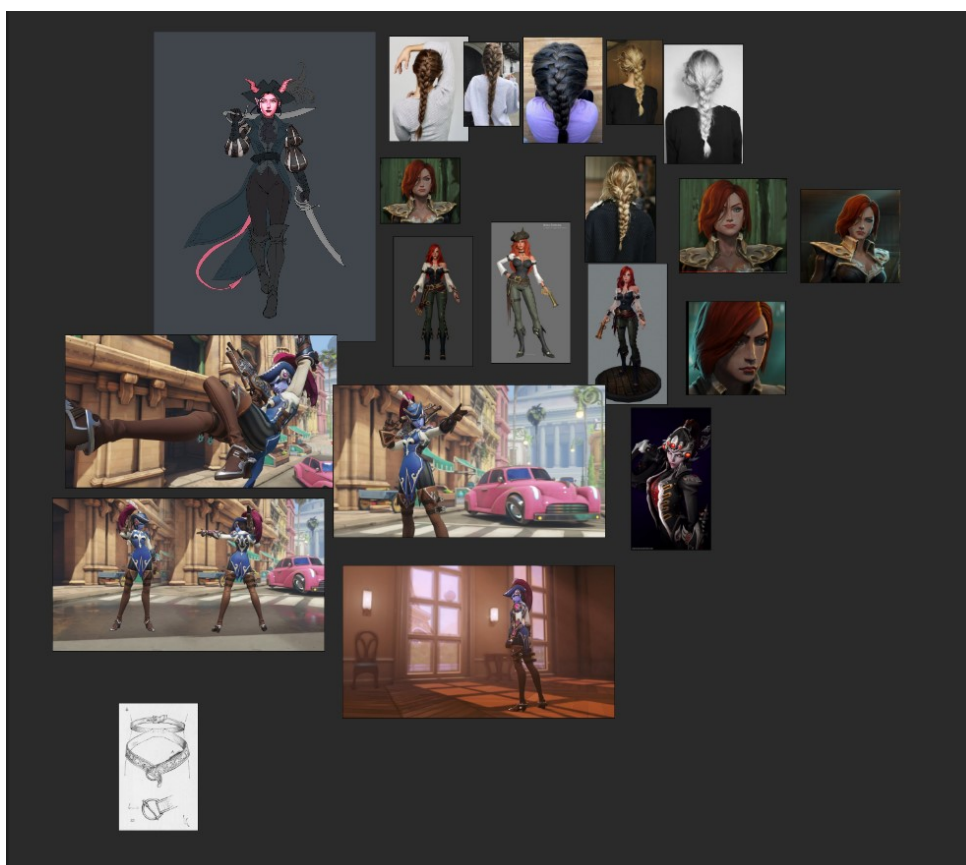


Kuva 19. Tiefling-hahmon konseptikuva.

Suunnitteluvaiheessa on pohdittava, minkälainen hahmo on ja mikä tarina hahmoon liittyy. Usein jo yksinkertaisen taustatarinan keksiminen hahmolle auttaa

huomattavasti sen visuaalisessa suunnittelussa. Työni aiheeksi valitsin *Dungeons & Dragons*-roolipelihahmoni, joka on *tiefling* eli puolidemoni. Hahmo on me-rirosvolaivan kapteeni, jonka miehistö nousi kapinaan. Hän on luonteeltaan hur-japäinen ja arvonsa tunteva. Halusin tuoda esiin nimenomaan näitä luonteen-piirteitä ja hahmon taustaa piirtämässäni konseptissa (kuva 19).

Koska kyseessä oli oma konsepti, mallin ei tarvinnut olla juuri konseptin näköi-nen. Näin ollen pystyin tekemään muutoksia vapaasti. Mikäli konsepti menisi toiselle 3D-mallintajalle, tulisi sen olla huomattavasti viimeistellympi, jotta ulko-puolinen henkilö pystyisi selkeästi näkemään hahmon design-ratkaisut mallin-nusta varten.



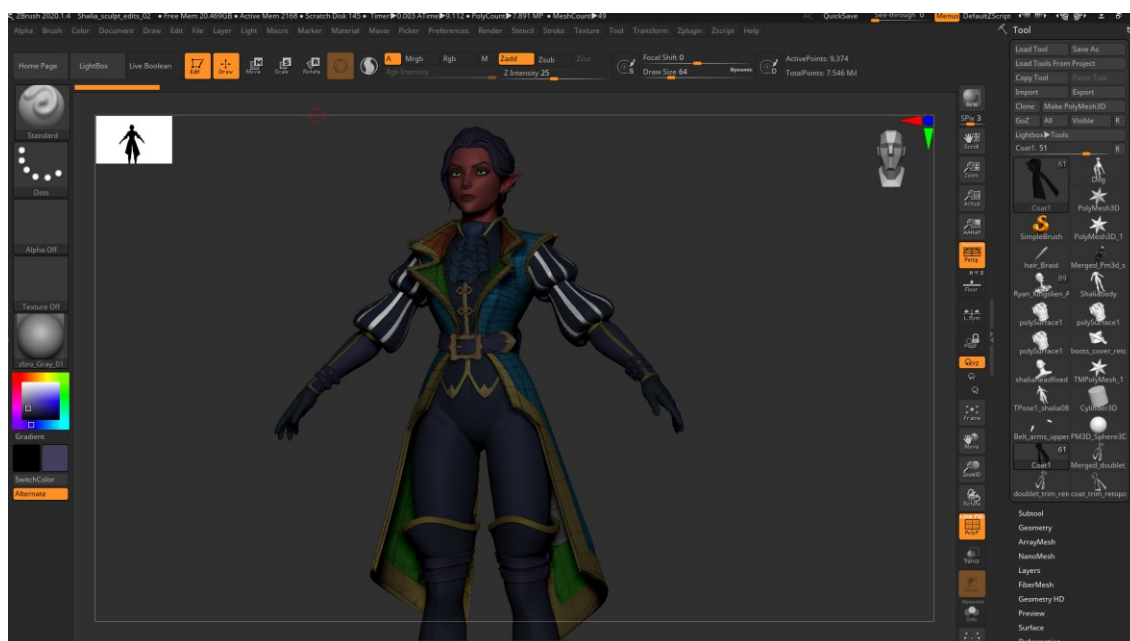
Kuva 20. Mallinnuksessa käytin apuna referenssitaulua.

Ennen mallinnusvaiheeseen siirtymistä keräsin myös erilaisia referenssikuvia, joiden tarkoitus oli avustaa mallinnusprosessia (kuva 20). Referenssikuvien ke-rääminen on olennainen osa minkä tahansa visuaalisen teoksen kehittämistä.

Riittävien referenssien ollessa saatavilla ei tarvitse arpoa, miltä jokin asia näyttää tai miten se toimii. Ne ikään kuin täydentävät jo valmiina aivoissa olevia skeemoja siitä, miltä jokin asia näyttää. Pysin etsimään malleja tyyllitellyistä peleistä sekä tavoittelemaani käsinmaalattua teksturointityyliä edustavia kuvia.

Tässä vaiheessa päätin myös 3D-mallin käyttötarkoituksen. Halusin, että hahmon voisi jatkossa renderöidä pelimoottorissa. Täten päätin käyttää sen tekemiseen highpoly-lowpoly lähestymistapaa.

## 6.2 Hahmon veistäminen ZBrushissa



Kuva 21. Hahmo ZBrushissa

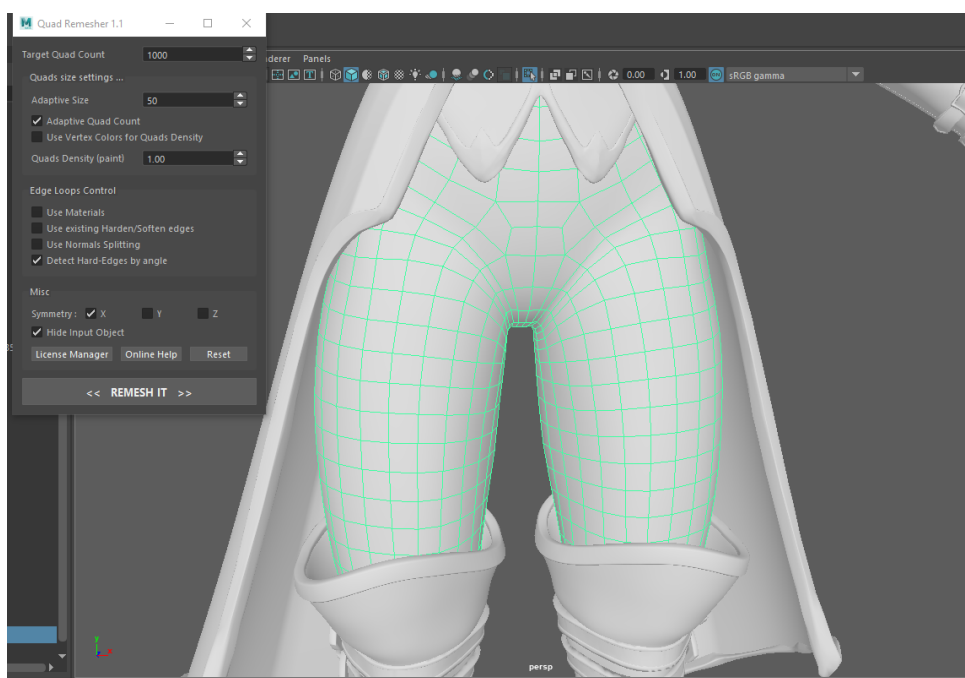
Opinnäytetyöni keskittyessä hahmon teksturointiin en aio erikseen kuvata hahmon veistämisprosessia. Tässä yhteydessä mainittakoon, että vältin tässä vaiheessa pienten yksityiskohtien ja pinnanominaisuuksien veistämistä, koska pysyin maalaamaan ne myöhemmin itse tekstuuriin.

Veistämisvaiheessa (kuva 21) pyrin myös pitämään hahmon topologian mahdollisimman siistinä ja yksinkertaistettuna. Tämä on oleellinen osa ”tyyliteltyä” peli-

taidetta. Pidin myös jatkuvasti silmällä hahmon siluettia, jotta hahmo pysyisi tunnistettavana. Siluetissa otin myös huomioon alueet, jotka vaativat itselleen kolmiulotteisuutta ja jotka näyttäisivät litteiltä ilman alueen mallinnusta. Nämä alueet olivat mm. vaatteiden rypytys ja saumat tietyissä kohdissa, esimerkiksi hahmon kengissä.

Veistämisvaiheessa käytin aktiivisesti apunani kasaamaani referenssitaulua, jonka avulla pystyin tekemään mallinukseen liittyviä ratkaisuja.

### 6.3 Retopologisointi Mayassa



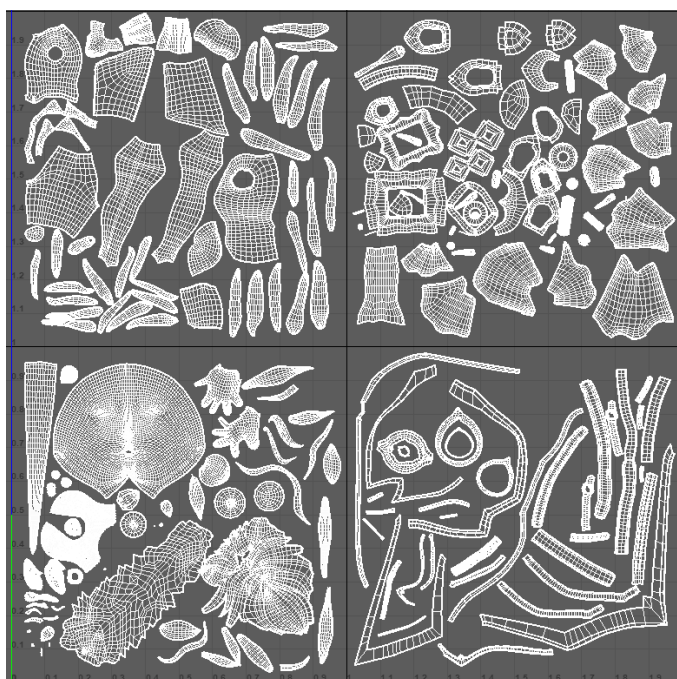
Kuva 22. Esimerkki QuadRemesheristä ja sen toiminnallisuuksista.

Retopologisin hahmon Mayalla. Hahmon retopologisointiin kokeilin QuadRemesher-nimisen lisäosan kokeiluversiota (kuva 22). Syy tälle oli, että halusin säästää aikaa retopologisointivaiheessa keskittyäkseni enemmän teksturointiin. QuadRemesher toimi yllättävän hyvin, mutta vaikeamman topologian kohdalla osa hahmon osista piti retopologisoida käsin käyttäen Mayan quad draw-työkalua.

Yritin pitää retopologisointivaiheessa mielessä tulevan UV-koordinaattien määrittelyn. Olin myös tarkkana geometrian symmetriasta, jotta myös UV:t voitaisiin peilata. Varsinaista polygonien määrää en juurikaan laskenut, sillä vaikka hahmon olisi voinut optimoida, se ei ole menossa jatkoanimaatioon tai pelikäyttöön, jossa polygonien määrällä olisi vaikutusta. Pyrin joka tapauksessa pitämään polygonien määrän maltillisena, jotta 3D-ohjelmat toimisivat sulavasti.

## 6.4 UV-koordinaattien määrittely ja unwrappaus

UV-koordinaattien määrittelyssä yritin aluksi automatisoida koko prosessin käyttämällä Substance painterin ”auto unwrap”-ominaisuutta. Lopputulos oli kuitenkin huono, koska Painter jakoi mallin satoihin eri UV-saarekkeisiin luoden liikaa saumoja ja vaikeat UV-kartat jatkotyöstöä varten. Tämän vuoksi otin askeleen taaksepäin ja päädyin määrittelemään UV-koordinaatit käsin.



Kuva 23. Hahmon UV-kartta.

Jouduin kuromaan umpeen takapakin vuoksi menetettyä aikaa tämän vaiheen teksturointiprosessia. Tästä syystä UV-kartta ei ole täysin optimoitu. Jaoin myös UV:t useammalle eri UDIM-tilelle, jotta niiden organisointi Substance Painterissa olisi helpompaa (kuva 23).

Pidin suurimman osan UV-saarekkeista symmetrisinä säästääkseni UV-tilaa. Pelkästään kasvot pidin epäsymmetrisenä, koska ne ovat tekstuurien keskipiste. Kasvot eivät myöskään koskaan ole symmetriset, joten pieni epätäydellisyys näyttää niissä luonnollisemmalta.

## 6.5 ID-kartan määrittely

Ennen Substance Painteriin siirtymistä määrittelin hahmon värialueet Mayassa ID-karttaa varten. Substance Painter laskee Mayassa luoduista materiaaleista ID-kartan, jossa materiaalien värialueita voidaan hyödyntää eri alueiden rajauksiin.

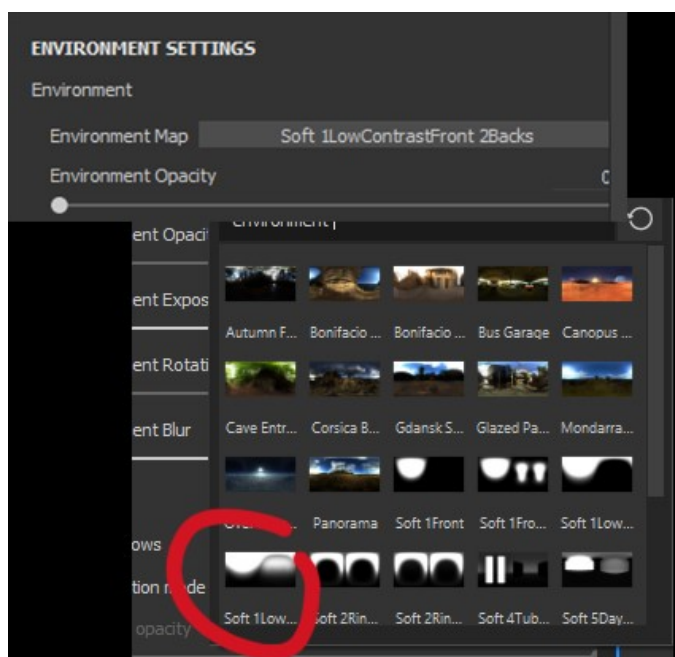


Kuva 24. Hahmon eri alueet jaettuina eri väreihin lambert-materiaaleilla.

Käytin Mayan oletus lambert-materiaalia eri alueiden jakamiseen. On hyvä pitää kaikki värit mahdollisimman erilaisina, koska Substance Painter poimii suoraan materiaalien väreistä informaation ID-karttaa varten (kuva 24) (Wilde 2019). Liian lähekkäin olevat värit voivat sekoittua Substanssessa yhdeksi värialueeksi.

## 6.6 Tekstuurien alkukäsittely Substance Painterissa

Ennen käsinmaalaukseen siirtymistä tein itselleni pohjan Substance Painterissa minkä päälle maalata. Huomioin myös tietynlaiset alkuasetukset, jotka helpottivat prosessia. Substance Painterin default-valaistus käyttää HDRI-kuvaa, joka ei ole käsinmaalauksen puolesta luonteva sillä valo sisältää väri-informaatiota.



Kuva 25. Environment-kartan asetukset.

Muutin siis valonlähteen environment-kartan mahdollisimman neutraaliksi mustavalkoiseksi kartaksi, jotta värit eivät vääristyisi liikaa (kuva 25). Tämä ei ole välttämätöntä, koska suurin osa teksturoinnista tapahtuu base color-kanavalla, jossa valaistusta ei ole. On kuitenkin hyvä aina tarkistaa, miten malli toimisi valon kanssa, mikäli sen haluaa jatkossa renderöidä.

### 6.6.1 Beikkaus

Bake-karttojen beikkaukseen käytin hahmon alkuperäistä highpoly-polygoniverkkoa, jonka tein veistämisvaiheessa. Projisoin highpoly-mallin informaation lowpoly-mallin päälle, ja beikkasin sen avulla kaikki bake-kartat paitsi ID:n. ID-kartta vaati jonkin verran säätämistä toimiakseen. Sitä varten lowpoly-mallista piti tehdä uusi versio, jota käytin highpoly:na. Käytin beikkaustyökalun

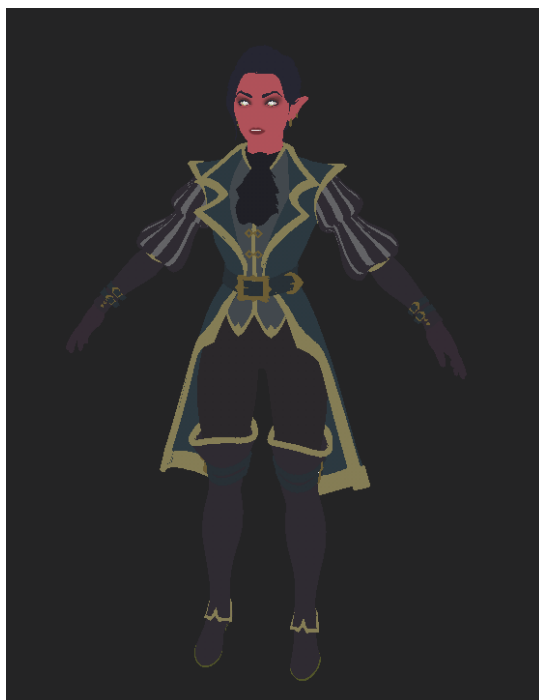
ominaisuutta "bake by mesh name". Ilman näitä asetuksia Substance Painter ei osannut laskea ID-karttaa Mayassa luoduille materiaaleille.



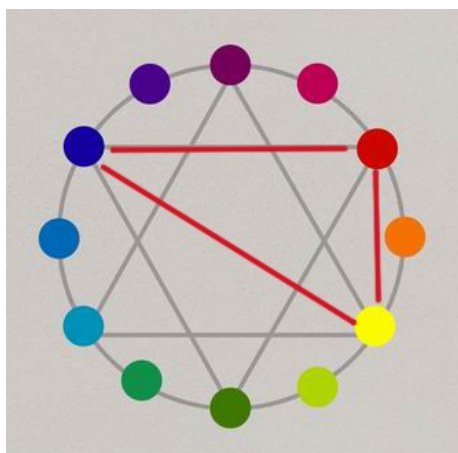
Kuva 26. Hahmo ennen beikkausta (vasen) ja jälkeen (oikea).

Beikkauksella olemassa olevaan lowpoly-malliin sai hyvin lisäinformaatiota ja pohjan teksturoinnin aloittamiselle (kuva 26).

### 6.6.2 Pohjavärit



Kuva 27. Tekstuurit pelkillä pohjaväreillä.



Kuva 28. Jaettu vastaväripaletti.

Tässä vaiheessa teksturointia suunnittelin hahmolle väripaletin. Vaikka hahmosta oli jo olemassa oleva konsepti, se oli väreiltään keskeneräinen ja hahmon väripaletti vaati suunnittelua. Päädyin jaettuun vastaväripalettiin, jossa sininen toimii päävärinä ja punainen ja keltainen tehosteväreinä. Punainen ihonväri auttaa katseen kohdistusta hahmon kasvoihin eli tekstuurin keskipisteeseen. Täten punaisen tuli olla myös kylläisyydeltään intensiivisin, koska halusin, että katse kohdis-

tuu hahmon kasvoihin ensin. Koska punainen toimii pääosin tehostevärinä, keltaisen ja sinisen piti olla paljon vähemmän intensiivisiä. Keltaisella korostin vaatteiden yksityiskohtia, joten se sai olla sinertäviä sävyjä hieman voimakkaampi. Koska paletti koostui kolmesta pääväristä (sininen, keltainen ja punainen), suosin kokonaisuudessa murrettuja sävyjä. Vältin täysin puhtaiden värien käyttöä, jotta tekstuurista ei tulisi liian räikeä ja ”lelumainen”.

Kun olin määritellyt hahmon väripaletin, tein Substancessa vastaavat pohjavärit tekstuurille (kuva 27).

### 6.6.3 Pohjavärien muokkaaminen bake-kartoilla



Kuva 29. Teksturointiprosessi bake-kartoilla.

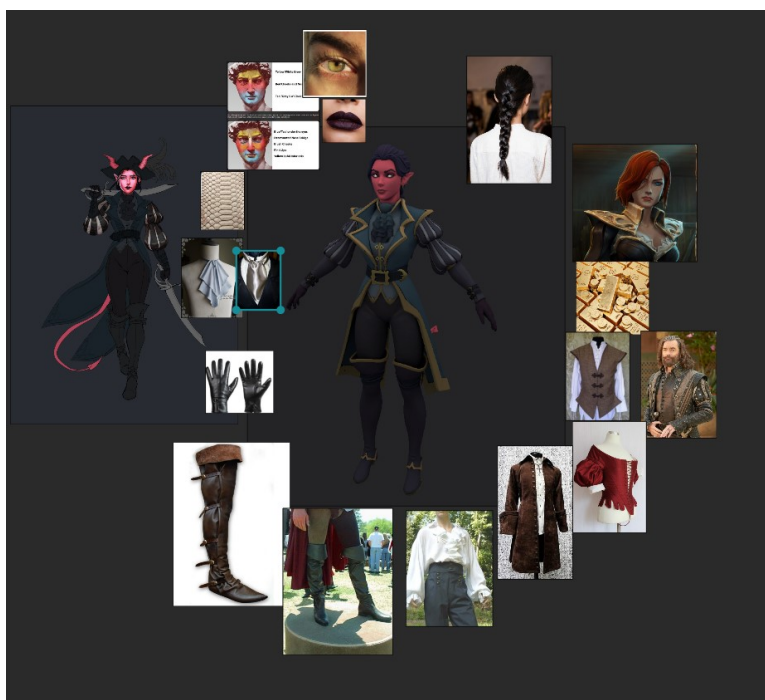
Tässä vaiheessa teksturointiprosessia käytin apunani hahmon highpoly-versiosta beikattuja tekstuurikarttoja (kuva 29). Käytin teksturointiin ambient occlusion-, curvature-, world space normaali- ja positionkarttoja. Niiden avulla pystyin lisäämään pohjavärien päälle yksityiskohtia ja valaistusta proseduraalisesti ilman, että mitään piti maalata käsin.

Ensimmäiseksi käytin ambient occlusion-karttaa ympäristön hajavalon simulointiin. Tämä toi hahmolle kolmiulotteisuutta (kuva 29, kohta 2). Tämän jälkeen käytin curvature-karttaa, jolla korostin lisää hahmon geometrian syvennyksiä ja reunoja. World space normaalikartalla loin hahmolle yksinkertaisen valaistuksen. Käytin siihen world space normaalin vihreää kanavaa, joka saa valon näyttämään siltä, että valonlähde tulee ylhäältä päin. Lopuksi käytin position-karttaa, jolla loin

hahmolle liukuvärin, joka tummensi sitä alavartalosta ylöspäin, jotta katsojan silmä keskittyisi enemmän hahmon kasvoihin.

Kaikkien tekstuurikarttojen käyttämiseen käytin apunani hahmon ID-karttaa, jolla rajasin tiettyjä alueita efektien luomista varten.

## 6.7 Tekstuurien käsinmaalaaminen



Kuva 30. teksturointireferenssit.

### 6.7.1 Referenssikuvien kerääminen

Ennen käsinmaalauksen aloittamista keräsin lisää referenssikuvia, joita käytin apunani teksturoimiseen (kuva 30). Etsin jokaiselle hahmon elementille oman referenssikuvan, jolla oli muista erilaiset pinnan ominaisuudet.

### 6.7.2 Käsinmaalaus Substance Painterissa

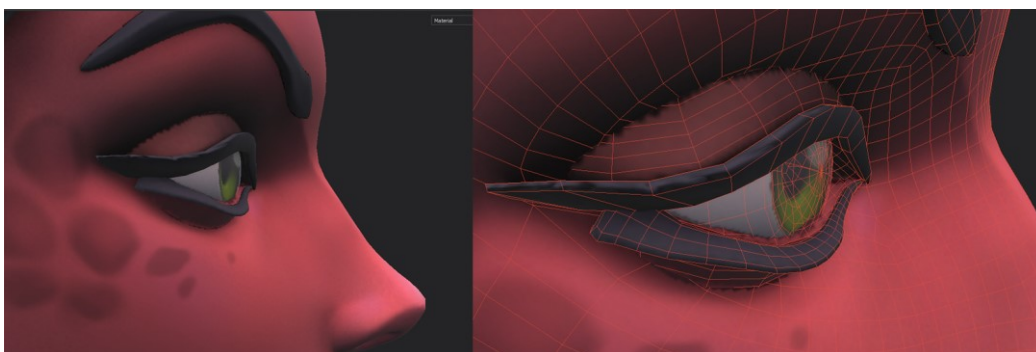
Maalasin tekstuurien yksityiskohdat käsin hyödyntäen Substance Painterin maalaustyökaluja. Säättämällä siveltimen flow- ja opacity-ominaisuuksia pystyin luomaan erilaisia siveltimenvetoja tekstuureihin.



Kuva 31. Tekstuurit ennen käsinmaalausta (vasen) ja käsinmaalauksen jälkeen (oikea).

Keskityin etenkin kasvoihin, jotka ovat tärkeä osa hahmon kokonaisuutta. Koitin tässä vaiheessa pysyä lähellä alkuperäisen tekstuuripohjan valöörejä, jotta kokonaisuus ei muuttuisi liikaa käsinmaalauksen aikana (kuva 31).

### 6.7.3 Silmien heijastukset



Kuva 32. Silmän heijastus.

Tein silmän sarveiskalvolle oman polygoniverkon, jonka tekstuuri on läpinäkyvä. Maalasin läpinäkyvään tekstuuriin silmän heijastuksen. Tämä loi silmälle sarveiskalvon illuusion (kuva 32).

#### 6.7.4 Korjailu Photoshopissa ja yksityiskohtien maalailu

Substancessa käsinmaalauksen jälkeen vein tekstuuritiedostot Photoshoppiin, jossa tein pienimuotoista värikorjausta sekä maalasin sellaiset yksityiskohdat, jotka olisi ollut hankala maalata Substance Painterissa. Nämä olivat mm. hahmon kasvojen suomut sekä silmän iiriksen yksityiskohdat.



Kuva 33. Tekstuurin editointi Photoshopissa.

Käytin Photoshopin erilaisia kuvansäätötasoja, joilla selvensin tiettyjen alueiden kontrasteja, esimerkiksi hahmon hiuksia (kuva 33).

## 6.8 Tekstuurien jälkikäsittely ja esittäminen



Kuva 34. Lopullinen tekstuurikokonaisuus.

Photoshop-korjailun jälkeen vein tekstuurit takaisin Substance Painteriin, jossa tein viimeiset värikorjaukset ja lopulta renderöin hahmon sen esittämistä varten. Lisäsin hieman tummuutta hahmon käsiineisiin sekä kenkiin, jotta ne tulisivat paremmin esiin kokonaisuudesta (kuva 34).

Renderöinnissä käytin Substancen sisäänrakennettua Iray-renderöijää.

## 7 Yhteenveto ja pohdinta

### 7.1 Lopullisen työn analyysi

Projektiosuudessa ilmeni muutamia ongelmia, joiden vuoksi en ole täysin tyytyväinen lopulliseen työhön. Siirryin konseptivaiheesta mallinusvaiheeseen liian nopeasti. Jouduin ratkaisemaan mallinnusvaiheessa ongelmia, jotka olisin voinut ratkaista jo konseptivaiheessa tekemällä konseptista yksityiskohtaisemman ja selkeämmän. Jouduin myös suunnittelemaan väripaletin ennen teksturoinnin aloittamista. Tämä kaikki toi prosessiin lisää vaiheita, jotka hidastivat lopputulokseen pääsemistä ja vähensivät aikaa teksturoinnista. Tämän vuoksi jätin myös tietyt osat hahmosta mallintamatta, kuten hahmon sarvet, hatun ja miekat. Jatkossa voisin käyttää jonkun toisen tekemää konseptia, missä design-ongelmat olisivat jo valmiiksi ratkaistuja, eikä mallinuksessa ja teksturoinnissa tarvitsisi keksiä mitään uutta.

Ajankäytön suunnittelu olisi helpottanut projektia. Koska en suunnitellut ajankäyttöä etukäteen, käytin liikaa aikaa hahmon veistämiseen. Tämä vaikutti prosessin myöhempisiin vaiheisiin, koska aikaa jäi taas vähemmän esimerkiksi hahmon retopologisoinnille ja UV-koordinaattien määrittelylle. Tämä puolestaan johdatti minut käyttämään nopeita, automatisoituja ratkaisuja kuten Quad-Remesher:iä ja Substance Painterin auto unwrap-ominaisuutta. Retopologisointi ja UV-koordinaattien määrittely olisi kuitenkin pitänyt tehdä alusta asti käsin, koska en ollut täysin tyytyväinen automatisoitujen menetelmien lopputuloksiin.

Kaikista vastoinkäymisistä huolimatta, mielestäni onnistuin lopulta tuottamaan valmiin näköisen hahmon, joka vastasi alkuperäistä konseptia.

#### 7.1.1 Hahmon optimointi

Hahmon olisi voinut optimoida paremmin sen käyttötarkoitusta ajatellen. Koska osa topologiasta on tehty automaattisin menetelmin, se on paikoitellen epäsiistää ja vaatisi jatkossa käsin siistimistä, mikäli hahmo animoitaisiin. Joissakin

osissa hahmoa geometriassa on mm. päällekkäisyyksiä ja epäloogista topologiaa. Myös hahmon polygonimäärää voisi vähentää huomattavasti, mikäli se menee koskaan pelikäyttöön. Tämän lisäksi hahmon UV-kartat voisi supistaa yhdeksi, pienemmäksi kartaksi pienentämällä ja optimoimalla UV-saarekkeita.

### 7.1.2 Tekstuurit



Kuva 35. Tekstuurin valöörien tarkistus.

Mielestäni onnistuin hahmon teksturoinnissa. Koitin parhaani mukaan seurata Dota:n hahmosuunnitteluopasta ja soveltaa samoja käytäntöjä omaan teksturointiini. Olen tyytyväinen valitsemaani väripalettiin, ja valöörit toimivat diffuse-kartassa niin kuin alun perin suunnittelin.

Kun muutin tekstuurikokonaisuuden mustavalkoiseksi, pystyin tarkistamaan tekstuurien valöörit (kuva 35). Valöörit noudattavat mielestäni ihan hyvin tummasta vaaleaan liukuväriä, jossa tummin alue alkaa hahmon jaloista. Kontrastia

olisi voinut paikoitellen olla enemmän muun muassa hahmon vaatteissa ja hahmon kasvoissa. Tekstuureja olisi voinut työstää vielä enemmän. Olisin voinut myös lisätä maalauksellisuutta erityisesti hahmon vaatteisiin, jotka näyttävät tällä hetkellä hieman yksitoikkoisilta. Lisäämällä enemmän variaatiota ja materiaalin tuntua vaatteista olisi saatu visuaalisesti mielenkiintoisemmat.

## 7.2 Johtopäätökset

Opinnäytetyötä työstäessä opin paljon käsinmaalatusta teksturoinnista ja siitä, kuinka proseduraalista teksturointiprosessia pystyy hyödyntämään käsinmaalauksen nopeuttamisessa. Substance Painter on erinomainen työkalu tekstuurien nopeaan generoimiseen ja säätelyyn. Lopullinen käsinmaalaus vie kuitenkin aikaa ja vaivaa. Se myös vaatii teknisen osaamisen lisäksi taiteilijalta myös maalaamisen perusteiden ymmärtämistä. Tulen jatkossakin käyttämään Substance Painteria käsinmaalauksen päätyökaluna, koska se nopeuttaa teksturointiprosessia huomattavasti.

## Lähteet

Adobe 2021. Substance Painter. Documentation for the Substance products. Substance Painter. <<https://docs.substance3d.com/spdoc/substance-painter-20316164.html>> (luettu 20.5.2021).

Andrews, 2010. Diffuse Maps. <<https://docs.cryengine.com/plugins/servlet/mobile?contentId=1310766#content/view/1310766>> (luettu 20.5.2021).

Autodesk 2015. Object space, world space and tangent space. Autodesk Knowledge Network. <<https://knowledge.autodesk.com/support/maya-learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MayaLT/files/Asts-Object-space-world-space-and-tangent-space-htm.html>> (luettu 20.5.2021).

Autodesk 2018. UVs. Autodesk Knowledge Network. <<https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Modeling/files/GUID-FDCD0C68-2496-4405-A785-3AA93E9A3B25-htm.html>> (luettu 20.5.2021).

Benno, Ryan. A Brief History of 3d Texturing in Video Games. The Rookies. <<https://discover.therookies.co/2019/05/09/a-brief-history-of-3d-texturing-in-video-games/>> (luettu 20.5.2021).

Bubenová, Zuzana 2016. Texturing a 3D Character in Hand-painted Style. Opin näytetyö. Helsinki: Theseus (Metropolia Ammattikorkeakoulu). Luettavissa osoitteessa <<https://www.theseus.fi/handle/10024/107534>>

Burgueno, Raymundo 2021. What is Baking?. <<http://handlebar3d.com/what-is-baking>> (luettu 20.5.2021).

Dota 2 Workshop, 2017. Character Art Guide. <<https://support.steampowered.com/kb/9334-YDXV-8590/dota-2-workshop-character-art-guide#intro>> (luettu 20.5.2021).

Franczak, Michael 2018. Creating ID maps in Blender. Evermotion. <<https://evermotion.org/tutorials/show/11071/creating-id-maps-in-blender>> (luettu 20.5.2021).

Habezai-Fekri, Jasmin 2018. Handpainted Food Studies Part 1. Artstation. <<https://www.artstation.com/artwork/xEIL2>> (luettu 20.5.2021).

Ingram, Cindy 2018. The Ultimate Collection of Principles of Design Examples and Definitions. Art class curator. <<https://artclasscurator.com/principles-of-design-examples/#Contrast>> (luettu 20.5.2021).

Lanier, Lee 2015. Advanced Maya Texturing and Lighting. New York: John Wiley & Sons, Incorporated.

Phan, Hai 2016. Avian Defender: Diffuse Only Model Workflow Analysis. Vertex 1. <<https://issuu.com/kukkii/docs/vertexhd/118>> (20.5.2021).

Pluralsight 2019. Ambient Occlusion: What You Need to Know. <<https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-ambient-occlusion>> (luettu 20.5.2021).

Polycount 2015. Curvature map. Polycount wiki. <[http://wiki.polycount.com/wiki/Curvature\\_map](http://wiki.polycount.com/wiki/Curvature_map)> (luettu 20.5.2021).

Robertson, Scott 2014. How to Render. Kalifornia, Yhdysvallat: Design Studio Press.

Substance Forum (Cyrille Damez) 2013. Topic: world space normals - world space directions - position 13.09.2013. <https://forum.substance3d.com/index.php?topic=480.0> (luettu 20.5.2021).

Trafagander, Chunck 2019. What is a Diffuse Map?. <<https://www.youtube.com/watch?v=IkXMr20xcZU>> (katsottu 20.5.2021).

Trafagander, Chunck 2019. What is a Normal Map?. <<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jK11WjGuJal&feature=youtu.be>> (katsottu 20.5.2021).

Trafagander, Chunck 2019. What is an Ambient Occlusion Map?. <<https://www.youtube.com/watch?v=xXmeeLyr2Ao>> (katsottu 20.5.2021).

Trammell, Kent 2016. Big Idea: "Baking". <<https://cgcookie.com/articles/big-idea-baking>> (luettu 20.5.2021).

Trujillo, Anthony 2017. Environment Design with Toolbag. 80.lv: Kirill Tokarev. <<https://80.lv/articles/environment-design-with-toolbag/>> (luettu 20.5.2021).

Unity, 2021. Normal map (Bump mapping). Unity User Manual 2020.3 (LTS). <<https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html>> (20.5.2021).

Wilde, Michael 2019. Substance Painter: ID Maps Setup with Maya. <<https://www.youtube.com/watch?v=kP0pG2PJlql>> (katsottu 20.5.2021).

## Liitteet

Kuvia valmiista hahmosta ja sen tekstuureista





