

## TYYLITELLYT 3D-MALLIT

Digitaalinen dioraama tyylitellyn 3D-mallinnuksen ja teksturoinnin oppimisen välineenä

Hästbacka Niklas

Opinnäytetyö

Kuvataiteilijakoulutus  
Kuvataiteilija (AMK)

2024

Kuvataiteilijakoulutus  
Kuvataiteilija (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Niklas Hästbacka	<b>Vuosi</b>	2024
<b>Ohjaaja(t)</b>	Eija Rajalin		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin AMK		
<b>Työn nimi</b>	Tyylitellyt 3D-mallit Digitaalinen dioraama tyylitellyn 3D-mallinnuksen ja teksturoinnin oppimisen välineenä		
<b>Sivumäärä</b>	25		

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa omaa tieto-, ja taitoperustaa 3D-mallien luomisesta oppimalla niiden teksturoinnin perusperiaatteita. Käytännössä opinnäytetyöteos on teksturoitu digitaalinen ympäristö, eli digitaalinen dioraama. Ennen dioraaman luomista tutkin erilaisia teksturoinnin tekniikoita löytääkseni työnkulun, joka sopii hyvin omaan visuaaliseen tyyliini 3D-mallinnuksessa. Tutkimuskysymykseni on: Miten mallinnetaan ja teksturoidaan tyylitelty 3D-ympäristö?

Käyn läpi 3D-mallinnuksen ja teksturoinnin työnkulkua, alkaen yleisistä käsitteistä ja menetelmistä, joita käytetään useimpien 3D-mallien luontiin. Sen jälkeen kävin läpi käsitteet ja menetelmät, joilla loin tekstuurit teokseeni.

Opin joitain tekstuurien luomisessa käytettyjä teorioita ja periaatteita ja toteutin oppimani käytännössä luomalla tyylitellyn digitaalisen dioraaman. Vaikka 3D-mallien tuotantoprosessille on selkeästi eroteltavat askeleet, niiden toteuttamiseen on lukemattomia eri tapoja. Käyttämäni menetelmä on vain yksi niistä, mutta teoria ja periaatteet pysyvät samana.

Avainsanat  
Muita tietoja

3D, 3D-mallinnus, teksturointi, dioraamat  
Työhön liittyy 3D-mallinnettu digitaalinen dioraama

Degree Programme in Visual Arts  
Bachelor of Culture and Arts

---

<b>Author</b>	Niklas Hästbacka	<b>Year</b>	2024
<b>Supervisor(s)</b>	Eija Rajalin		
<b>Commissioned by</b>	Lapland UAS		
<b>Title</b>	Stylized 3D-models Digital diorama as a tool for learning stylized 3D modeling and texturing		
<b>Number of pages</b>	25		

---

The aim of the thesis was to improve my knowledge and skills in creating 3D models by learning the basic principles of texturing. In practice the thesis work is a textured digital environment, i.e. a digital diorama. Before creating the diorama, I researched different texturing techniques to find a workflow that compliments my own visual style in 3D modeling. My research question is: How to model and texture a stylized 3D environment?

I go through the 3D modeling and texturing workflow, starting with the general concepts and methods used to create most 3D models. After that, I go through the concepts and methods I used to create the textures for my work. During my thesis process I learned some of the theory and principles used in creating textures and put what I learned into practice by creating a stylized digital diorama.

Although there are clearly distinguishable steps for the process of creating 3D models, there are countless different ways to implement the said steps. The method I use is only one of them, but the theory and principles remain the same.

Keywords

3D, 3D-modeling, texturing, dioramas

Special remarks

The thesis includes a 3D-modelled digital diorama

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 3D-TAITEEN PERUSTEET .....	6
2.1 3D-mallin rakenne: Verteksit, särmät ja polygonit.....	6
2.2 3D-mallinnustekniikat.....	8
2.2.1 Polygonimallinnus: 3D-mallinnuksen perustekniikka .....	8
2.2.2 Digitaalinen veistäminen: Luonnolliset yksityiskohdat .....	9
2.3 3D-mallin elävöittäminen: Teksturoinnin vaiheet ja tekniikat.....	9
2.3.1 UV-mappaus ja saumat: Kolmiulotteinen kaksiulotteiseksi .....	10
2.3.2 Beikkaaminen: Yksityiskohtien siirto mallista toiseen .....	10
2.3.3 Fysiikkaperustainen renderöinti (PBR): Tyyllitelty realismi .....	11
3 TEORIASTA KÄYTÄNTÖÖN.....	14
3.1 Pöydän kannen mallinnus.....	14
3.2 Pöydän kannen teksturointi .....	17
4 POHDINTA .....	21
LÄHTEET.....	23

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni haluan täydentää omaa portfolioitani sekä kehittää omaa osaamistani 3D-artistina. 3D-asettien tuotantoprosessin eri vaiheet voi tiivistää karkeasti seuraaviin osiin konsepti, high- ja lowpoly-malli, uv-mappaus ja teksturointi (Frozenbyte 2023). Frozenbyten kuvaama prosessi on minulle tuttu vain mallinnuksen eli low- ja highpoly mallin osalta. Näin opinnäytetyöni aihe oli helppo rajata uv-mappaukseen ja teksturointiin.

Kirjasin ylös aiheita ja ideoita opinnäytetyöteokselleni, jonka jälkeen kävin läpi oman portfolioni sisältöä. Yleisesti ottaen portfolion tulisi sisältää riittävästi erilaisia töitä, joiden kautta taiteilijan osaaminen tulee ilmi kokonaisuudessaan (FlippedNormals 2018). Vaikka opinnäytetyöni keskiössä ovat tekstuurit ja uv-mappaus, haluan silti haastaa itseäni myös mallinnuksen osalta. Vertailin aiheideoita portfolioni sisältöön, jonka pohjalta aloin karsia ideoita. Koen, ettei portfoliossani ole tarpeeksi näyttöä ympäristöjen tai esineiden mallintamisesta. Yleisesti ottaen myös teksturoinnin taso on portfoliossa olevissa töissäni heikkoa. Näin toteuttavaksi teokseksi ja opinnäytetyön päätutkimuskysymykseksi karsiutuu: miten mallinnetaan ja teksturoidaan tyylitelty 3D-ympäristö?

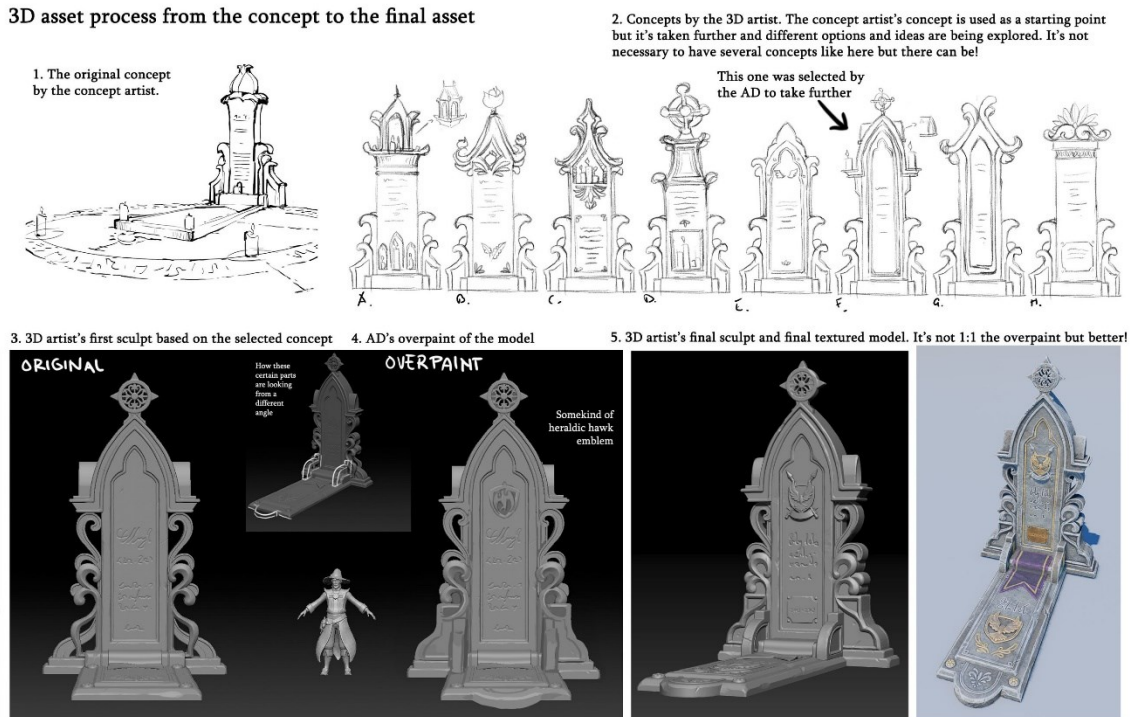
Koska opinnäytetyön tarkoitus on laajentaa omaa osaamistani ja tietoperustaani 3D-asettien valmistukseen valitsin tutkimusmenetelmäksi toiminnallisen opinnäytteen. Kehittämispainotteinen lähestymistapa sopii opinnäytteelleni, koska opinnäytteeseeni kuuluu toiminnallinen, taiteellinen osa (ks. Salonen 2013, 13), jonka lopputulos on tyylitelty teksturoitu 3D-mallinnus ympäristöstä. Koska Frozenbyten (2023) määrittelemä 3D-mallien tuotantoprosessi itsessään on hyvin lineaarinen, on se myös helppo sovittaa Kari Salosen (2013, 15) esittämään lineaarimalliin. Tässä lineaarimallissa projekti, eli opinnäytetyö etenee tavoitteen määrittelystä suunnitteluun, toteutukseen ja prosessin päättämiseen, jonka jälkeen työn tulokset arvioidaan. Opinnäytetyön teosvaiheeseen, eli toteuttamisvaiheeseen käytän Frozenbyten (2023) esittämää 3D-mallinnusprosessia. Mallien teksturoinnissa hyödynnän PBR metallista työkulkua, joka on laajalti omaksuttu pelialalla.

## 2 3D-TAITEEN PERUSTEET

Ennen mallinnuksen aloittamista, tulee olla selkeä ajatus tai idea siitä mitä halutaan tehdä. On tärkeää, että 3D-artisti ymmärtää idean mallinnettavan asian taustalla; miten se liittyy tarinaan ja ympäristöönsä, sekä millaisia referenssikuvia tulisi käyttää tai etsiä. (Frozenbyte 2023.)

Kun idea on selkeä, tehdään sen pohjalta konsepti. Konsepti voi olla joko karkea piirros, 3D-mallinnus tai kuvakollaasi. Konseptin ei ole tarkoitus olla näyttävä, vaan sen tehtävä on visualisoida ideaa. Yksityiskohtien sijaan konseptissa tulisi keskittyä suurien muotojen, siluettin, mittasuhteiden ja designin toimivuuteen. (Frozenbyte 2023) Kuvio 1 käy läpi 3D-mallin tuotannon eri vaiheet 2D-konseptistä valmiiseen, teksturoituun 3D-malliin.

### 3D asset process from the concept to the final asset



Kuvio 1. 3D-mallinnusprosessi konseptista valmiiseen malliin (Frozenbyte 2023)

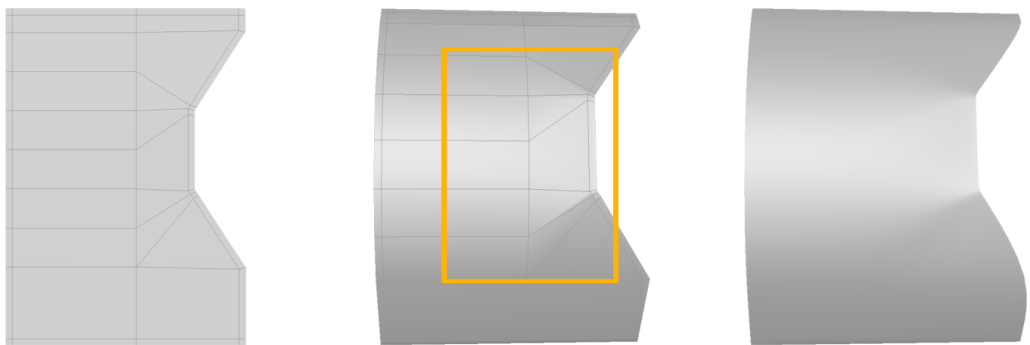
### 2.1 3D-mallin rakenne: Verteksit, särmät ja polygonit

Ennen mallinnuksen ja teksturoinnin aloittamista on hyvä tietää joitain 3D-mallinnuksen peruseräitä. Jokainen olemassa oleva 3D-malli muodostuu vertekseistä. Verteksi on piste 3D-avaruudessa, jolle voidaan määrittää x-, y- ja z-

koordinaatit. Yhdistämällä kaksi verteksiä toisiinsa saadaan aikaan särmä. Särmä toimii samalla myös kahden polygonin erottajana. Polygoni puolestaan on kolmen tai useamman verteksin muodostama pinta. (Martin 2015). Jokainen 3D-malli voidaan siis yksinkertaisimmillaan jakaa vähintään kolmen verteksin yhdistämiin polygoneihin, eli kolmioihin.

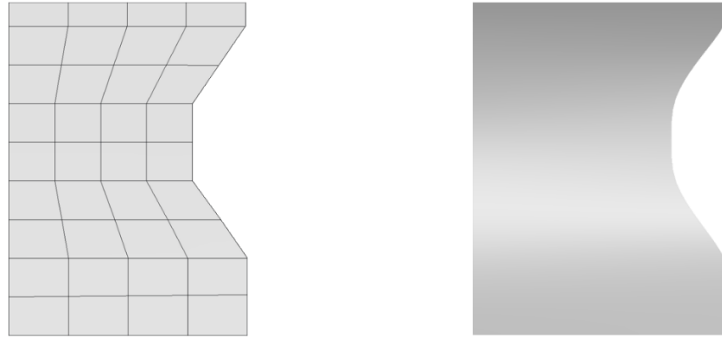
Suurin osa 3D-malleista muodostuu silti nelikulmioista. Nelikulmio on nimensä mukaisesti neljän särmän muodostama polygoni. Nelikulmioiden käyttöä 3D-mallinnuksessa suositellaan, koska nelikulmioista koostuvia malleja on helppo manipuloida. (TurboSquid 3D Resources 2024) Nelikulmiomallinnuksessa vierekkäiset samansuuntaiset 3D-mallia ympäröivät särmät muodostavat lenkin. Näistä lenkeistä syntyy polygoniverkko ja 3D-mallin topologia. (Martin 2015.)

Johnson Martin (2015) määrittelee topologian näin: ”Topologia on 3D-mallin särmien muoto tai virtaus.” Oli 3D-mallin muoto mikä tahansa, sen pinta koostuu aina polygoniverkosta. Esimerkiksi kuution pinta on kuuden polygoniin, kahdenkymmentä särmän ja kahdeksan verteksin muodostama polygoniverkko. Näin ollen topologiaa ymmärtämällä on mahdollista mallintaa melkein mitä vain. (Adobe 2024b.) Topologian ymmärtämisen tärkeys korostuu myös mallin pinnan vääristymien korjaamisessa. Kuviossa 2 näkyy miten, särmien epätasainen jakauma sekä niiden tiheys aiheuttaa teräviä reunoja keltaisella merkityllä alueella. (Kuvio 2).



Kuvio 2. Muodon vääristymiä mallin pinnassa. (Elementza 2024)

Verteksien, särmien ja polygonien hallinta on keskeistä mallin ulkoasun kannalta. Säännöllisellä särmien jakaumalla mallin pinta on tasainen ilman teräviä reunoja tai valon ja varjon vääristymiä. (Kuvio 3.)



Kuvio 3. Tasainen särmien jakauma mallissa. (Elementza 2023)

## 2.2 3D-mallinnustekniikat

Tässä luvussa käyn läpi kaksi 3D-mallinnuksen tekniikkaa, sekä niiden pääasialliset käyttötarkoitukset. Kumpikaan tekniikka ei ole toistaan parempi. Se kumpaa tekniikkaa tulisi käyttää, riippuu pitkälti siitä, millaista mallia ollaan tekemässä (FlippedNormals 2020).

### 2.2.1 Polygonimallinnus: 3D-mallinnuksen perustekniikka

Polygonimallinnus on tekniikka, jossa 3D-malli rakennetaan manipuloimalla yksittäisiä polygoneja. Polygoneja yhdistelemällä saadaan aikaan polygoniverkko. Näitä verkkoja käytetään polygonimallien luomiseen ja ne toimivat useimpien 3D-mallien lähtökohtana peleissä. (Spatial 2019.)

Polygonimallinnus sopii parhaiten yksinkertaisten, ei-orgaanisten esineiden mallintamiseen. Yksi polygonimallinnuksen eduista on se, että sen avulla on helppo luoda yksinkertaisia malleja, joilla on siisti, toimiva topologia. Monimutkaisempien muotojen ja mallien luomiseen polygonimallinnus ei kuitenkaan välttämättä ole paras lähestymistapa. Tällaisten muotojen luominen yksittäisiä polygoneja manipuloimalla on erittäin aikaa vievää, varsinkin kun on otettava huomioon mallin

topologia. Näissä tapauksissa on yleensä parempi luoda malli veistämällä ja muurehtia topologiasta myöhemmin. (FlippedNormals 2020.)

### 2.2.2 Digitaalinen veistäminen: Luonnolliset yksityiskohdat

Vaikka digitaalinen veistäminen perustuu polygoniverkkojen manipulointiin samoin kuin polygonimallinnus, käytännössä tekniikat ovat hyvin erilaisia. Digitaalinen veistäminen on tekniikka, joka imitoi perinteistä kuvanveistämistä tietokoneen avulla. Taiteilijat hyödyntävät ohjelmistoja, joissa on siveltimiä ja työkaluja, joilla voidaan työntää, vetää puristaa ja tasoittaa 3D-mallin pintaa, aivan kuten perinteiset kuvanveistäjät oikeaa savea. (Heginbotham 2024.)

Digitaalinen veistäminen on suosittu tekniikka, kun halutaan luoda yksityiskohtaisia, orgaanisia muotoja. Silti sitä voidaan käyttää myös ei-orgaanisten esineiden luomiseen. Useimmiten näissä tapauksissa luodaan mallille ensin karkea lowpoly malli, jonka pohjalta luodaan yksityiskohtaisempi highpoly versio. Tällaiset niin sanotut highpoly-mallit ovat raskaita, eikä niitä sen vuoksi voida sellaisenaan käyttää esimerkiksi videopeleissä. Sen sijaan highpoly-mallien yksityiskohdat voidaan siirtää suorituskykyisempään lowpoly-malliin beikkaamalla. (Frozenbyte 2023.)

### 2.3 3D-mallin elävöittäminen: Teksturoinnin vaiheet ja tekniikat

Teksturointi on prosessi, jossa 3D-malliin lisätään yksityiskohtia, värejä ja tekstuureja (Ideasanimation 2023). 3D-mallin teksturointiin on monta eri tekniikkaa. Silti melkein kaikki eri tekniikat perustuvat siihen, että jokin 2D-kuva, eli tekstuuri kartoitetaan 3D-mallin pinnalle tavalla tai toisella. On monenlaisia erilaisia tekstuureja. Tekstuurit voivat olla yksinkertaisia yleiskäyttöön tarkoitettuja toistuvia kuviota, mutta ne voivat olla myös tiettyä 3D-mallia varten luotuja ainutlaatuisia kuvia. Tekstuurien avulla on mahdollista muuttaa yksinkertaisia muotoja ja kohtauksia fotorealistisiksi, mieleenpainuviksi hahmoiksi ja ympäristöiksi. (Adobe 2024a.)

### 2.3.1 UV-mappaus ja saumat: Kolmiulotteinen kaksiulotteiseksi

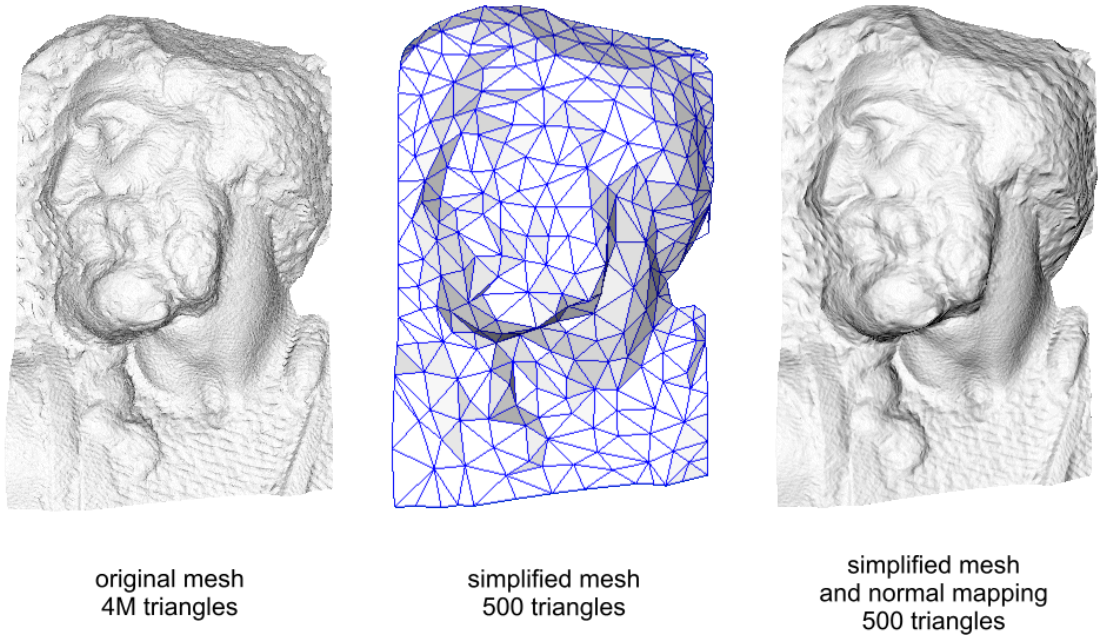
Ennen mallin teksturointia täytyy luoda UV-kartta. UV-mappaus on prosessi, jossa 3D-mallin pinta muunnetaan kaksiulotteiseksi kuvatekstuuriksi, jonka avulla malli teksturoidaan. Nämä UV-kartat ovat teksturoinnin peruseräite, jota kaikki sovellukset käyttävät. (3Dcoat 2024.) Kirjaimet U ja V määrittävät kaksiulotteisen UV-kartan akselit UV-ruudukossa. Käytännössä UV-mappauksessa 3D-malli leikataan saumoiksi merkattujen särmien kohdalta osiin, jotka levitetään taiseksi kaksiulotteiseksi pinnaksi UV-ruudukolle. Prosessi muistuttaa paidan tai muun vaatekappaleen kaavojen asettamista kankaalle. (Calvello 2024.)

Saumojen merkkkaus on olennainen osa UV-mappausprosessissa, eikä niiden käyttöä voi välttää. Osa 3D-mallin särmistä merkataan saumoiksi, jotka leikkaavat 3D-mallin osiin UV-mappausta varten. Ilman saumoja ei kolmiulotteisia esineitä voida tasoittaa UV-ruudukolle ilman päällekkäisyyksiä tai kuvatekstuurin venymistä. Jos kaksi tai useampi UV-kartan polygoneista on päällekkäin, nämä päällekkäiset osat toistavat saman tekstuurin. Useimmiten päällekkäisyyksiä halutaan välttää, jottei 3D-mallin pinnalla oleva tekstuuri toistu ei-halutuissa paikoissa. Joskus päällekkäisyys on haluttua, esimerkiksi symmetrisissä malleissa, joiden pintakuvio on geneerinen tai toistaa jotain kaavaa. (Calvello 2024.)

### 2.3.2 Beikkaaminen: Yksityiskohtien siirto mallista toiseen

Beikkaaminen on prosessi, jolla siirretään highpoly mallin yksityiskohdat 2D-tekstuurikartalle. Näitä tekstuurikarttoja voidaan myöhemmin käyttää paljon optioidumman lowpoly mallin teksturoimiseen. Beikkaamisen avulla saadaan siis sekä high, että lowpoly mallin edut hyödynnettyä. (Frozenbyte 2023.)

Kuvio 4 antaa erinomaisen esimerkin beikkaamisen hyödyistä. Vasemmassa kuvassa on alkuperäinen highpoly malli, jonka pinta koostuu neljästä miljoonasta kolmiosta. Keskimmäisen kuvan lowpoly mallissa on vain 500 kolmiota. Viimeisessä kuvassa on sama 500 kolmion lowpoly malli, johon on beikkaamalla siirretty highpoly mallin yksityiskohdat.



Kuvio 4. Highpoly mallin yksityiskohdat beikattuna lowpoly malliin (Adobe 2024c.)

### 2.3.3 Fysiikkaperustainen renderöinti (PBR): Tyyllitelty realismi

Fysiikkaperustaisessa renderöinnissä (PBR) käytetään useita eri tekstuuri karttoja, joiden avulla voidaan määrittää tekstuurile eri materiaaliarvoja ja hallita kuinka nämä materiaalit reagoivat valoon. PBR on laajalti omaksuttu työnkulku pelialalla. Se antaa taiteilijoille vakioidun lähtökohdan, jonka avulla kaikkien taiteilijoiden työt ovat yhtenäisiä projektin alusta loppuun. PBR:n ansiosta on helppo luoda aidon tuntuisia tekstuureja, jotka reagoivat valoon realistisesti. Lisäksi PBR on tarkka kaikissa valaistukissa. Samaa tekstuuria voidaan käyttää yhtä hyvin kirkkaassa tai pimeässä ympäristössä. Vaikka PBR pyrkii realismiin, voidaan sitä hyödyntää myös tyylliteltyjen tekstuurien tekemisessä. (Game Developer 2017.)

Yksi suosittu esimerkki on Blizzard Entertainmentin peli vuodelta 2016: Overwatch ja sen jatko-osa Overwatch 2, joka julkaistiin vuonna 2022 (Kuvio 5).



Kuvio 5. Ashe -hahmo pelissä Overwatch 2 (Blizzard Entertainment 2024)

PBR:ssä on käytössä kaksi pääasiallista työkulkua: spekulaarinen työkulku ja metallinen työkulku. Ero spekulaarisen ja metallisen työkulun välillä on se, miten niiden avulla luodaan kiiltäviä, heijastavia pintoja. (Mesquita 2021.)

Metallisessa työkulussa materiaalille luodaan metallisuuskartta, joka on mustavalkoinen tekstuurikartta, jossa valkoiset alueet määrittävät materiaalista metallisen ja mustat alueet ei-metallisen. Spekularisessa työkulussa materiaalille luodaan spekulaarikartta. Spekulaarikartta on RGB-tekstuurikartta, joka määrittää materiaalin heijastavuuden punaisella, vihreällä ja sinisellä värillä. Eri värit määrittävät sen, kuinka valo heijastuu materiaalin pinnalta eri suunnista. Molemmissa työkuluissa on spekulaaari- tai metallisuuskartan lisäksi käytössä väri-, -karheus-, - ja normaalikartat. (A23D 2023.) Näiden tekstuurikarttojen käyttötarkoituksesta kerron lisää myöhemmin.

Spekulaarinen työkulku on metallista työkulkua joustavampi, mutta myös vaikeakäyttöisempi, koska siinä käytetään kolmea eri väriä yksinkertaisemman mustavalkokartan sijaan (A23D 2023). Työssäni tulen käyttämään metallista työkulkua sen helppokäyttöisyyden vuoksi. Metallinen työkulku on käytössä myös oletuksena Adobe Substance Painter -ohjelmistossa, jota käytän opinnäytetyössäni.

Metalliseen työkulkuun kuuluu kuusi eri tekstuurikarttaa, jotka yhdessä muodostavat valmiin materiaalin. Valmis materiaali koostuu seuraavista tekstuurikartoista

väri, normaali, metallisuus, karheus, korkeus- ja ympäristönvarjostuskartta. (Poliigon 2023.) Poliigonin (2023) artikkelissa "Texture maps explained" määritellään tekstuurikartat seuraavasti:

Värikartta: Määrittää materiaalin pohjaväarin ilman valoinformaatiota.

Normaalikartta: Normaalikartan avulla pystytään materiaalien pinnoille määrittämään suunta, jonka avulla voidaan luoda yksityiskohtia mallin pinnalle ilman geometrian lisäämistä tai muokkaamista. Tätä prosessia kutsutaan usein beikkaamiseksi.

Metallisuuskartta: Määrittää materiaalin metallisuuden mustavalkoisen kartan avulla. Valkoiset alueet määrittävät alueen metalliksi, mustat alueet määrittävät alueen ei metalliksi.

Karheuskartta: Määrittää kuinka sileä tai karhea materiaali on. Mitä vaaleampi, sitä kiiltävämpi. Mitä mustempi, sitä karheampi

Korkeuskartta: Korkeuskartan avulla voidaan luoda illuusio kolmesta ulottuvuudesta kaksiulotteisen tekstuurikartan avulla. Korkeuskartta eroaa normaalikartasta siinä, että se muokkaa 3D-mallin geometriaa.

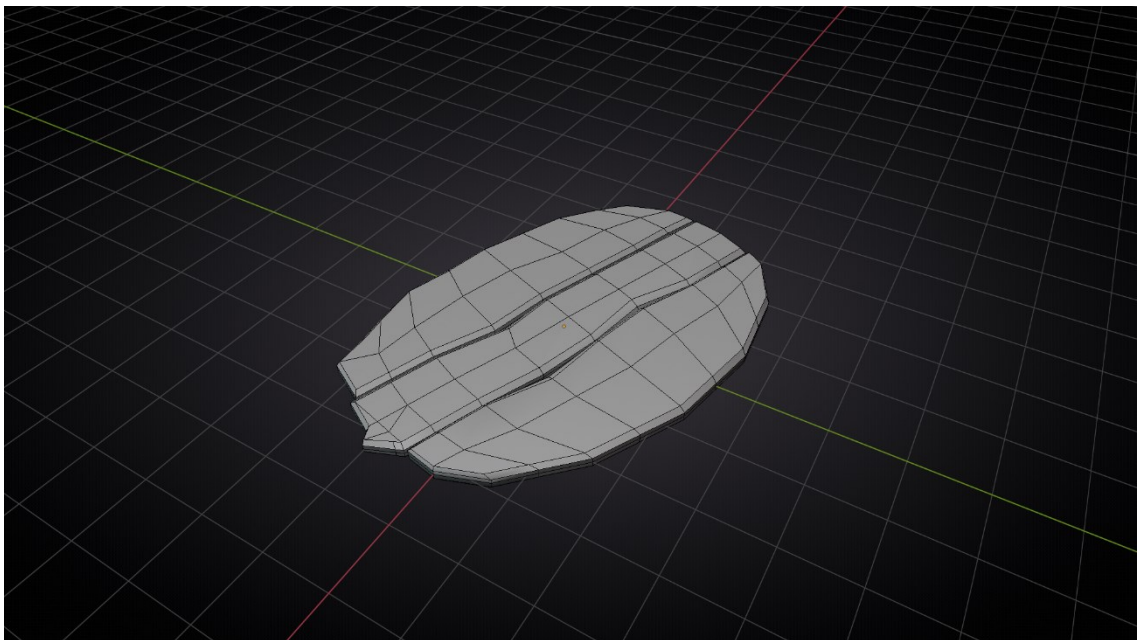
Ympäristönvarjostuskartta: Simuloi muodon varjoja - mustat alueet edustavat muodon varjoja.

### 3 TEORIASTA KÄYTÄNTÖÖN

Tässä luvussa käyn läpi oman prosessini vaiheita yhden opinnäytetyöteoksessa olevan 3D-mallin osalta. Opinnäytetyöteoksen 3D-mallit toteutettiin Blender 3D -ohjelmistolla, jossa myös valmis, teksturoitu ja valaistu dioraama koottiin. Teksturointiin käytin Adobe Substance Painter -ohjelmistoa. Molemmat ohjelmat tukevat PBR metallista työnkulkua.

#### 3.1 Pöydän kannen mallinnus

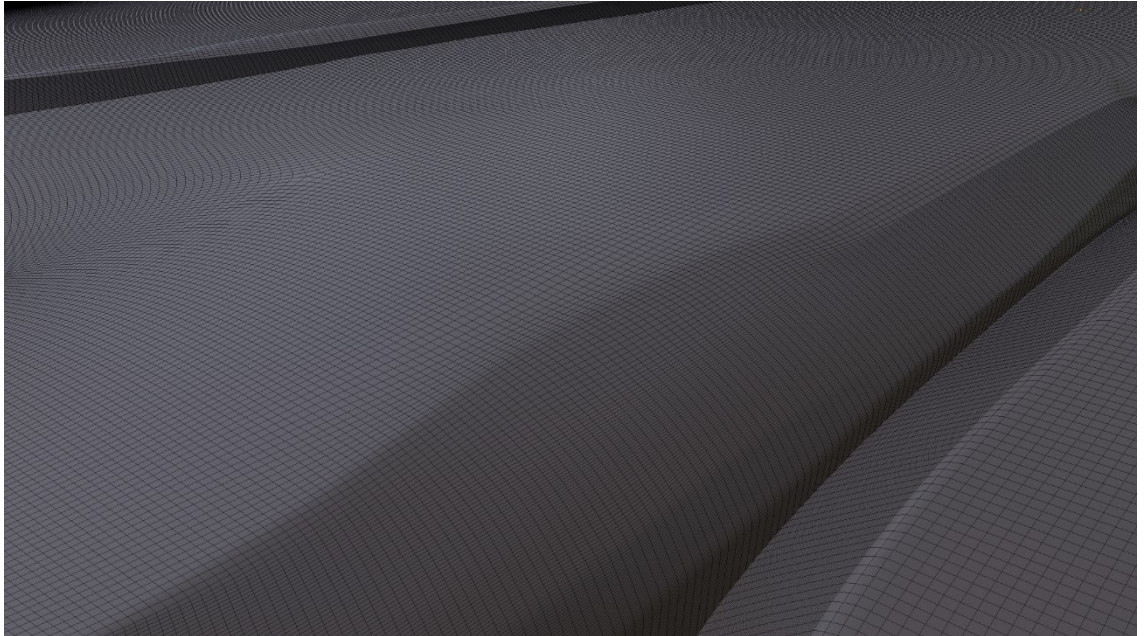
Lähes kaikki opinnäytetyöteoksessa olevat mallit saivat alkunsa kuutiosta. Kuutio on yksinkertainen ja helposti muokattava muoto, joka toimii hyvänä lähtökohtana useimpien ei-orgaanisten esineiden mallinnukselle. Kuviossa 6 näkyy valmis pöydän kansi, jonka loin kolmesta kuutiosta. Litistin kuutiot ohuiksi levyiksi ja venyitin niitä leveyssuunnassa. Lopuksi lisäsin särmiä ja muokkasin levyt toivottuun muotoon.



Kuvio 6. Valmis pöydän kannen lowpoly versio Blender 3D-mallinnus ohjelmassa

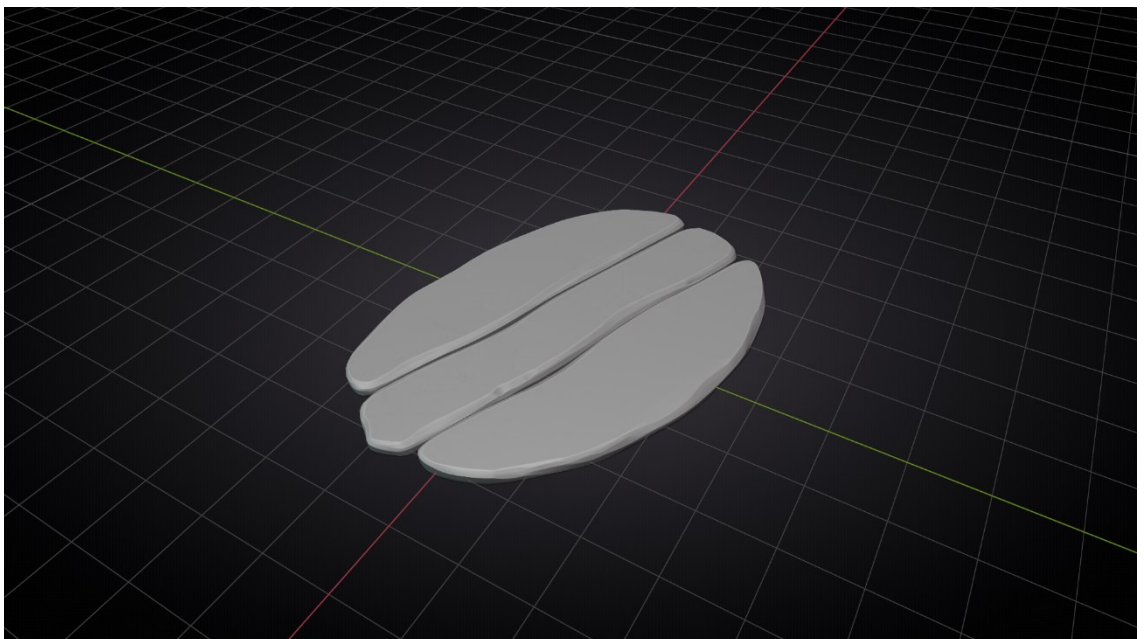
Seuraavaksi tein kopion kannen lowpoly versiosta, josta tein yksityiskohtaisemman highpoly-version tekstuurien beikkaamista varten. Aloitin lisäämällä polygonimäärää käyttämällä subdivision-muuntajaa. Subdivision-muuntaja jakaa mallin jokaisen polygonin neljään pienempään polygoniin, lisäten näin mallin re-

soluutiota eli tarkkuutta. Tarkkuuden lisääminen on välttämätöntä, kun malliin halutaan veistää tarkkoja yksityiskohtia. Kuviossa 6 näkyy valmiin highpoly-mallin polygoniverkon tiheys. Ero kuviossa 6 näkyvään lowpoly-malliin on huomattava.



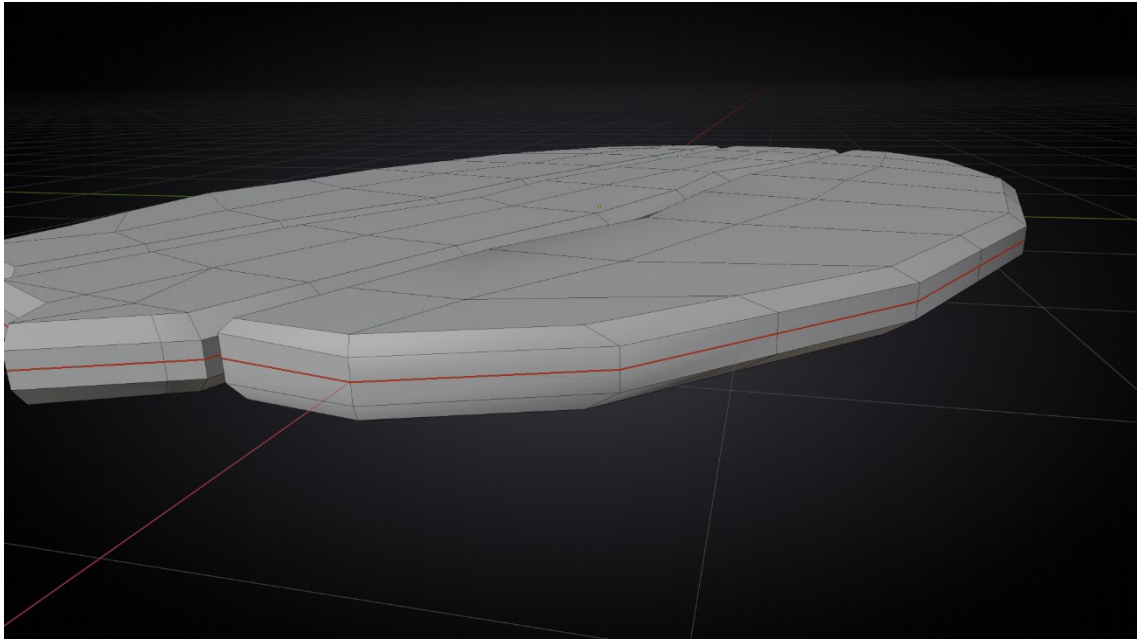
Kuvio 6. Lähikuva pöydän kannen yksityiskohtaisemman highpolymallin polygoniverkon tiheydestä

Highpoly malliin veistin yksityiskohtia, joiden oli tarkoitus imitoida käytön jälkiä ja ajan patinaa. Näitä veistämiäni yksityiskohtia pystyn beikkauksen jälkeen hyödyntämään mallia teksturoidessa. (Kuvio 7).



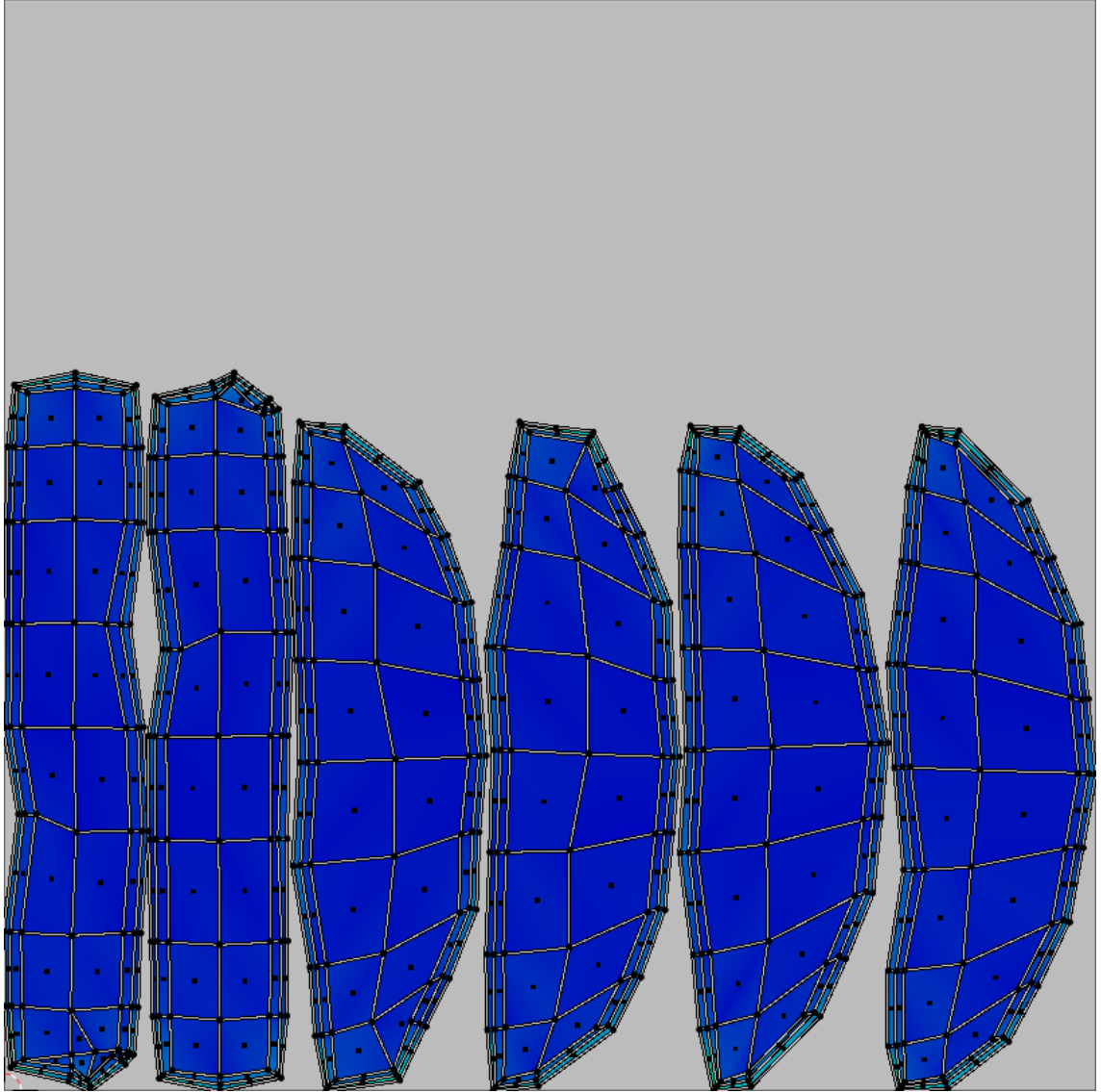
Kuvio 7. Pöydän kannen valmis yksityiskohtaisempi highpoly-versio Blender 3D-mallinnusohjelmassa.

Kun molemmat mallit olivat valmiit, lisäsin saumat lowpoly malliin UV-mappausta varten. Koska malli on muodoltaan hyvin yksinkertainen, oli myös saumojen merkkkaus ja UV-mappauskin. Merkkasin sauman kannen jokaisen laudan ympäri, jakaen kunkin kahteen osaan UV-karttaa varten. Kuviossa 8 näkyy punaisella merkatut saumat mallin pinnalla.



Kuvio 8. Punaisella merkatut saumat lowpoly-mallissa kulkevat pöydän kannen reunoja pitkin. Saumojen avulla 3D-malli voidaan leikata auki ja levittää tasaiseksi 2D-pinnaksi teksturointia varten.

Merkattuani saumat loin UV-kartan ja tarkistin sen päällekkäisyyksien ja venymisen varalta. Tekstuurin venyminen UV-kartassa näkyy saarekkeiden värissä. Mitä tummempi sininen, sitä vähemmän venymistä. Kuviossa 9 on kannen valmis UV-kartta, jota käytin teksturoinnin pohjana.



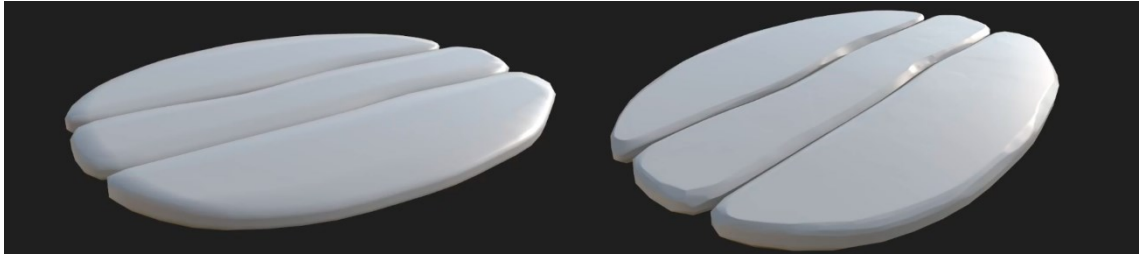
Kuvio 9. Pöydän kannen UV-kartta, jossa 3D-malli on saumojen avulla jaettu kuu-teen saarekkeeseen. Saarekkeiden värissä näkyy tekstuurin venyminen liukuvä- rinä sinisestä punaiseen.

### 3.2 Pöydän kannen teksturointi

Ennen mallien vientiä teksturointiohjelmaan ja teksturoinnin aloittamista, tarkistin että low ja highpoly malleilla on keskenään sama skaala ja positio mallinnusoh- jelmassa. Tämän jälkeen molemmat mallit vietiin mallinnusohjelmasta teksturoin- tiohjelmaan, jonka jälkeen teksturointi voitiin aloittaa.

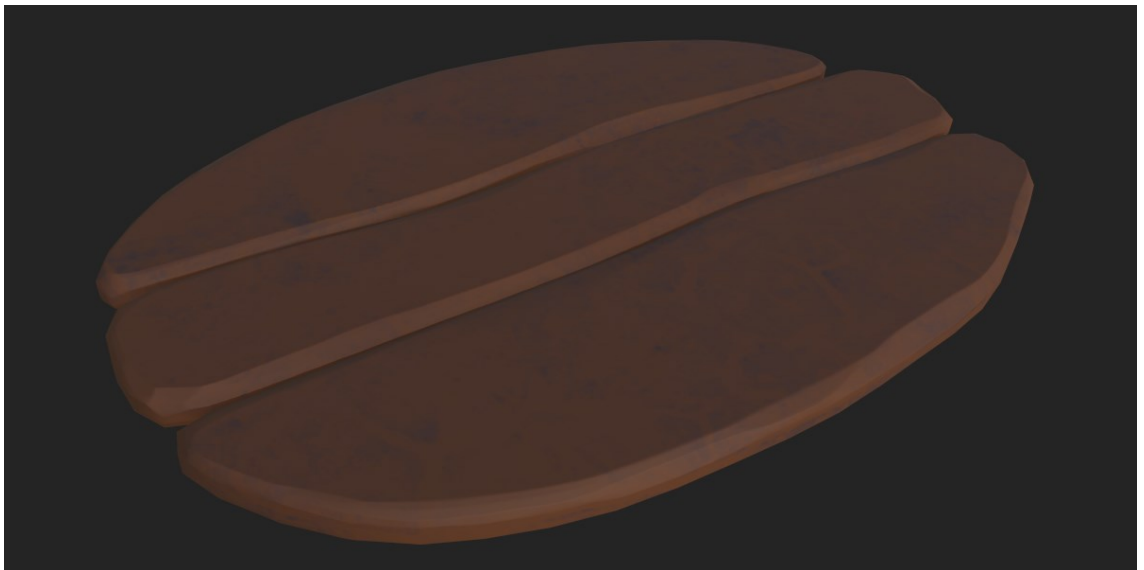
Teksturointi aloitettiin avaamalla mallinnusohjelmasta viety lowpoly malli tekstu- rointiohjelmalla. Todettuani, että mallin tuonti oli onnistunut ilman virheitä, aloitin beikkaamalla highpoly mallista yksityiskohdat lowpoly mallin pinnalle. Kuviossa

10 näkyy vasemmalla pöydän kannen lowpoly malli ilman highpolymallin yksityiskohtien beikkaamista. Oikealla näkyy sama lowpoly malli, johon on beikattu highpoly mallin yksityiskohdat.



Kuvio 10. Highpoly mallin yksityiskohtien beikkaaminen lowpoly malliin.

Omien tekstuurieni luomiseen käytin Adobe Substance Painterin oletusarvoisia valmiita tekstuureita. Tekstuurit rakennettiin taso tasolta yhdistelemällä Substance Painterin valmiita tekstuureita. Kuviossa 11 näkyy kannelle valitsemani ruskea pohjaväri. Pohjavärin päälle lisäsin kaksi tasoa, joilla lisäsin pohjaväriin väri variaatiota ja rikoin pinnan tasaisuutta.



Kuvio 11. Pöydän kannen tekstuurin pohjaväri

Seuraavaksi halusin luoda tekstuuriin tasoja, jotka saavat pinnan näyttämään tavoittelemltani materiaalilta, joka oli tässä tapauksessa kulunut, petsattu puu. Lisäsin tekstuuriin kontrastia tummalla, puuta imitoivalla tekstuurilla. Sen jälkeen lisäsin uuden tason, jolla imitoin kulunutta lakkaa pöydän pinnalla. (Kuvio 12).



Kuvio 12. Materiaalin määrittely ja yksityiskohtien lisääminen pöydän kannen tekstuuriin.

Seuraavaksi lisäsin tekstuuriin kaksi tasoa, jotka hyödyntävät highpoly mallista beikattua korkeuskarttaa. Niiden avulla imitoitin kannen terävien reunojen kulumaa. Lopuksi lisäsin viimeisen tason, jolla lisäsin kannelle muodon varjoja lautojen väliin hyödyntäen highpolystä beikattua ympäristönvarjostuskarttaa. (Kuvio 13).



Kuvio 13. Valmis pöydän kannen tekstuuri, jolla on imitoitu kulunutta petsattua puupintaa.

Kaikki valmiissa teoksessa olevat 3D-mallit teksturoitiin käyttäen samaa prosessia. Prosessi muokkaantui tarvittaessa mallinnettavan ja teksturoitavan esineen mukaan. Pääpiirteittäin prosessi oli jokaiselle teksturoitavalle esineelle silti sama. Joitain tekstuureita pystyttiin käyttämään uudelleen. Esimerkiksi pöydän kannen

tekstuuria pystyttiin käyttää myös kirjahyllyn teksturoimiseen vain pienillä muutoksilla.



Kuvio 14. Valmis teos "Wizard's Study", eli digitaalinen dioraama velhon työhuoneesta.

#### 4 POHDINTA

Opinnäytetyöni tutkimuksen ja teoksen pääasiallinen tarkoitus oli kehittää omaa osaamistani tyylliteltyjen 3D-mallien mallintamisen ja teksturoinnin saralla. Työ esittelee prosessin karkeasti vaihe vaiheelta ja sen sisältö heijastaa omia kokemuksiani, sekä oppimistani kyseisestä prosessista, ja on näin ollen yksilöllisesti sovellettu omien tavoitteideni ja projektini tarpeiden pohjalta. Tästä syystä työtä ei ole tarkoitettu yleiseksi ohjeeksi, vaan ennemminkin kuvaamaan henkilökohtaisen oppimismatkan keskeisiä oivalluksia ja haasteita.

Keräsin tietoa UV-mappaukseen ja teksturointiin liittyen, jonka pohjalta toteutin teksturoidun 3D-ympäristön. Oppimisen kannalta halusin, että teoksessa on monipuolisesti erilaisia esineitä mallinnettavaksi ja teksturoitavaksi. Siksi halusin myös teksturointiin käyttää sellaista tekniikkaa ja prosessia, joka soveltuu monien erilaisten pintojen ja materiaalien teksturointiin. Koska teksturointi oli aiheena minulle uusi, halusin myös, että käyttämäni tekniikka olisi helppo ymmärtää ja nopea toteuttaa.

Opinnäytetyöni päätutkimuskysymys oli: ”miten mallinnetaan ja teksturoidaan tyyllitelty 3D-ympäristö?” Vaikka 3D-mallien tuotantoprosessille on selkeästi eroteltavat askeleet, niiden toteuttamiseen on lukemattomia eri tapoja. Lisäksi on olemassa monia erilaisia teksturoituja 3D-malleja eri tarkoituksiin. Silti jokainen niistä käy läpi seuraavat kolme kehitysvaihetta: idea ja konsepti, mallinnus sekä teksturointi. Näiden vaiheiden sisäinen rakenne vaihtelee mallin käyttötarkoituksen mukaan, mutta on asioita, jotka pysyvät samoina mallista riippumatta. Opinnäytetyöni tapauksessa nämä asiat olivat: malli, saumat, uv-kartat ja tekstuurit.

Suurin osa opinnäytetyöteoksen malleista tehtiin polygonimallintamalla. Polygonimallinnus sopii parhaiten ei-orgaanisten esineiden mallintamiseen, joista opinnäytetyöteos koostuu pääosin. Joillekin malleille tehtiin highpoly-versiot digitaalisen veistämisen avulla. Nämä highpoly-versiot luotiin ainoastaan beikkaamista varten, jota pystyttiin hyödyntämään mallien teksturoinnissa. Kaikki teoksessa näkyvät mallit ovat silti alkuperäisiä lowpoly malleja. Mallien yksinkertaisuuden vuoksi saumojen merkintä ja UV-kartoitus sujuivat melko suoraviivaisesti.

Teksturoinnin toteutin Adobe Substance Painter -ohjelmistolla. PBR metallinen työnkulku mahdollisti erilaisten pintojen teksturoinnin tavalla, joka pysyi enimmäkseen samana mallista toiseen. Vakiintuneen työnkulun ansiosta pystyin hyödyntää käytännön oppeja projektin edetessä mallista toiseen aina valmiiseen teokseen saakka. PBR-työnkulun valitseminen oli tärkeää myös siksi, että se on laajalti omaksuttu työnkulku pelialalla.

Koen, että tutkimus ja toteutettu teos olivat hyvä ensiaskel teksturoinnin maailmaan. Laajensin omaa tietämystä teksturointiin liittyen ja opin siitä käytännössä onnistumisien ja epäonnistumisien kautta. Opinnäytetyön aikana opin PBR metallisen työnkulun perusteet, joka tukee tulevaa tutkimusta ja oppimista teksturoinnin parissa. Valmis teos oli onnistunut ja merkittävä lisä portfoliooni.

## LÄHTEET

3DCoat 2024. What is UV Mapping? Viitattu 25.4.2024  
<https://3dcoat.com/articles/article/what-is-uv-mapping/>

a23d 2023. Difference between PBR Metallic and Specular Workflow.  
 19.2.2023. Viitattu 15.10.2024 <https://www.a23d.co/blog/difference-between-pbr-metallic-and-specular-workflow>.

Adobe 2024a. 3D texturing solution with Adobe Substance 3D. Viitattu  
 11.1.2024 <https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/3d-texturing.html>.

Adobe2024b. Polygons are fundamental to 3D modeling. Viitattu 14.11.2024  
<https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/3d-polygon-modeling.html>.

Adobe2024c. What is baking? Viitattu 11.1.2024  
<https://helpx.adobe.com/substance-3d-bake/getting-started/what-is-baking.html>.

Autodesk 2024. Polygonal Modeling. Viitattu 24.4.2024  
<https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/?guid=GUID-7941F97A-36E8-47FE-95D1-71412A3B3017>.

Blizzard Entertainment 2024. <https://overwatch.blizzard.com/en-us/media/screenshots/>.

Calvello, M. 2024. What Is UV Mapping? How It Makes 3D Models Come to Life. G2 27.4.2022. Viitattu 25.4.2024 <https://www.g2.com/articles/uv-mapping>.

Elementza 2024. Viitattu 10.1.2024 <https://elementza.com/how-to-understand-topology-in-3d-modeling/>.

FlippedNormals 2018. Creating a killer portfolio. 30.8.2018. Viitattu 11.1.2024  
<https://www.youtube.com/watch?v=HAC468bvNel>.

FlippedNormals 2020. Poly Modeling vs Sculpting – Which is Better? 2.1.2020.  
 Viitattu 24.4.2024 <https://www.youtube.com/watch?v=EvzQYzczUH8>.

Frozenbyte 2023. Frozenbyte public wiki. Viitattu 10.1.2024  
[https://wiki.frozenbyte.com/index.php/3D\\_Asset\\_Workflow](https://wiki.frozenbyte.com/index.php/3D_Asset_Workflow).

Game Developer 2017. Physically Based Rendering and Stylization. 5.4.2017.  
 Viitattu 17.10.2024 <https://www.gamedeveloper.com/art/physically-based-rendering-and-stylization>.

Heginbotham, C. 2024. What is 3D digital sculpting? Concept Art Empire.  
 Viitattu 14.11.2024 <https://conceptartempire.com/what-is-3d-sculpting/>.

Ideasanimation 2023. 8 Best Ways to Make Texturing for 3D Models.  
 12.6.2023. Viitattu 11.1.2024 <https://www.ideasanimation.net/texturing-3d-models-8-best-ways/>.

Martin, J. 2015. 3D Modeling encyclopedia. Viitattu 10.1.2024  
<https://topologyguides.com/encyclopedia/>.

Mesquita, L. 2021. ArtStation. Viitattu 18.4.2024  
<https://www.artstation.com/blogs/luismesquita/PwEm/everything-about-pbr-textures-and-a-little-more-part-1>

Poliigon 2023. Texture maps explained. Viitattu 18.4.2024  
<https://help.poliigon.com/en/articles/1712652-texture-maps-explained>

Salonen, K. 2013 Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön: opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.5.2024 <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-216-373-8>

Spatial Team. Spatial. 17.12.2019. The Main Benefits and Disadvantages of Polygonal Modeling. Viitattu 14.11.2024. <https://blog.spatial.com/the-mainbenefits-and-disadvantages-of-polygonal-modeling>

Turbosquid 3D Resources 2024. Quad-Based Topology. Viitattu 23.4.2024  
<https://resources.turbosquid.com/training/modeling/quad-based-topology/>