

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Viestinnän koulutusohjelma

Harri Toivanen

3D-MALLIN TEKEMINEN JA UPOTTAMINEN VERKKOSIVULLE

Opinnäytetyö
Marraskuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2017
Media-alan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
013 260 600

Tekijä
Harri Toivanen

Nimeke
3D-mallin tekeminen ja upottaminen verkkosivulle

Toimeksiantaja
Ideaomena Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä perehdytään 3D-mallin tekemiseen ja sen upottamiseen verkkosivuille. Työn toiminnallisen osion tavoitteena on luoda toimeksiantajalle 3D-malli, joka upotetaan verkkosivulle kolmannen osapuolen palvelua käyttämällä. Valmis malli upotetaan toimeksiantajan verkkosivuille, jonka avulla toimeksiantaja voi esitellä mallintamispalveluitaan asiakkaille. Käytettyjä ohjelmistoja ovat Blender, Adobe Photoshop ja Adobe Illustrator. Upotuspalveluna käytetään Sketchfabia.

Työn tietopohja perustuu alan kirjallisuuteen, verkkolähteisiin ja aiheesta tehtyihin opinnäytetöihin. Opinnäytetyössä tutkitaan mallintamisen ja teksturoinnin peruskäsitteitä Blenderissä. Mallin tekemisessä pyritään kiinnittämään huomiota nopeaan latautuvuuteen upotuspalvelussa. Erilaisia upotuspalveluita vertaillaan ja valitaan käyttötarkoitukseen sopivin palvelu.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi 3D-malli, joka voidaan upottaa palvelusta saatavalla koodilla verkkosivuille. 3D-mallia käyttämällä yritysten tuotteiden visualisointiin tuodaan uudenlainen näkökulma tuotteen esittelyyn ja markkinointiin.

Kieli
suomi

Sivuja
Liitteet
Liitesivumäärä

58

Asiasanat
3D-mallinnus, teksturointi, upotuspalvelu, Blender, Sketchfab



THESIS
November 2017
Degree Programme in Communication
Tikkariinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
+358 13 260 600

Author
Harri Toivanen

Title
Making a 3D Model and Embedding it to a Website

Commissioned by
Ideaomena Oy

Abstract

The goal of functional part of the thesis was to create a 3D model for the commissioner. The model will be embedded on a website using a service provided by a third party. The completed model will be embedded on the commissioners website which can then be used to demonstrate the modeling services to clients. The programs used are Blender, Adobe Photoshop and Adobe Illustrator. The embedding service for the model is Sketchfab.

The theoretical background of the thesis is based on the field-specific literature, web sources and previous theses covering the topic. The thesis studies the basic principles of modeling and texturing in Blender. During modeling attention is paid to fast loading of the model in the embedding service. Different embedding services are compared and the most suitable service is selected.

The result of the thesis is a 3D model that can be embedded to a website with a code obtained from the embedding service. Using a 3D model to visualize firms products brings a new viewpoint on how to showcase and market a product.

Language
Finnish

Pages **58**
Appendices
Pages of Appendices

Keywords
3D modeling, texturing, embedding service, Blender, Sketchfab

Sisältö

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Upotuspalvelu | 6 |
| 2.1 | Arvioitavaksi valitut upotuspalvelut..... | 6 |
| 2.2 | Upotuspalveluiden toimintaperiaatteet | 7 |
| 2.3 | Palveluiden verkkoselain- ja käyttöjärjestelmätuki | 7 |
| 2.4 | Palveluiden helppokäyttöisyys ja tuki tiedostomuodoille | 8 |
| 3 | Palvelun valinta | 8 |
| 3.1 | Palveluiden ominaisuuksien arviointi..... | 8 |
| 3.2 | Yhteenveto palveluista | 9 |
| 4 | 3D-mallin tekemisen vaiheet..... | 11 |
| 4.1 | Mallintaminen | 11 |
| 4.2 | UV-kartoitus ja teksturointi..... | 13 |
| 5 | Toimeksianto..... | 16 |
| 5.1 | Valmistelut toimeksiantajan kanssa..... | 16 |
| 5.2 | Mallintaminen | 16 |
| 5.2.1 | Kitaran runko ja kaula | 16 |
| 5.2.2 | Virityskoneisto..... | 20 |
| 5.2.3 | Nauhat ja satula | 23 |
| 5.2.4 | Talla | 25 |
| 5.2.5 | Äänenvoimakkuus- ja äänensävy-nappulat | 29 |
| 5.2.6 | Mikrofonit | 31 |
| 5.2.7 | Kielet..... | 32 |
| 5.3 | UV-kartoitus..... | 35 |
| 5.4 | Teksturointi | 37 |
| 5.4.1 | Alkuvalmistelut..... | 37 |
| 5.4.2 | Runko..... | 39 |
| 5.4.3 | Metalliosat..... | 42 |
| 5.4.4 | Äänenvoimakkuus- ja äänensävy -nappulat | 45 |
| 6 | Upotuspalvelu | 46 |
| 6.1 | Työnkulku upotuspalvelussa | 46 |
| 6.2 | Mallin ja tekstuurien lataaminen upotuspalveluun..... | 46 |
| 6.3 | Tekstuurien asettaminen | 49 |
| 6.4 | Valaistus ja materiaalien säätö..... | 50 |
| 6.5 | Palvelun lisäasetukset..... | 53 |
| 6.6 | Mallin upottaminen | 55 |
| 7 | Pohdinta..... | 55 |
| | Lähteet | 57 |

Sanasto

| | |
|--------------|--|
| materiaali | määrittää 3D-mallin ulkonäön. Yksinkertaisimmillaan materiaalilla voidaan havainnollistaa mallin olevan valmistettu esimerkiksi kuparista. (Blender Manual 2017a) |
| muunnin | muuntimilla voidaan Blenderissä muokata mallia ilman että mallin geometria muuttuu (Blender Manual 2017b). |
| polygoni | muodostuu vähintään kolmesta yhdistetystä verteksistä. Yleisimmin käytetty polygoni muodostuu neljästä verteksistä, mutta verteksien määrällä ei ole ylärajaa. (Wikipedia 2017.) |
| renderöinti | tietokone kerää mallin kaiken geometrisen datan ja materiaalit ja laskee kuinka ne käyttäytyvät suhteessa asetettuun valaistukseen. Lopputuloksena on kaksiulotteinen kuva mallista, jossa ei ole ollenkaan kolmiulotteista dataa. (Totten 2012.) |
| tekstuuri | bittikarttakuva jota käytetään 3D-mallin pinnoittamiseen. Tekstuurilla voidaan vaikuttaa mallin väriin, heijastavuuteen ja läpinäkyvyyteen. Tekstuurilla voidaan myös lisätä yksityiskohtia malliin polygonien lukumäärää lisäämättä. (Birn 2006.) |
| topologia | määrittää kuinka polygonit ovat yhdistyneet toisiinsa (Totten 2012.) |
| UV-kartoitus | tekee mallista ja sen muodoista kaksiulotteisen kuvan jonka avulla malli voidaan pinnoittaa tekstuurilla (Mullen 2010). |
| verteksi | piste kolmiulotteisessa avaruudessa (Wikipedia 2017). |
| WebGL | Khronos Groupin kehittämä standardi 3D-grafiikan esittämiseen verkkoselaimissa (Khronos 2017). |

1 Johdanto

Teen opinnäytetyön 3D-mallin tekemisestä ja upottamisesta verkkosivulle. Työn toimeksiantajana toimii Ideaomena Oy. Työn tarkoituksena on esitellä 3D-mallintamista yhtenä Ideaomenan asiakkailleen tarjoamista palveluista. Verkkosivulla kävijä voi tarkastella sille upotettua 3D-mallia hiirtä käyttämällä eri kuvakulmista. Tällainen tuotteen esitystapa auttaa potentiaalisia asiakkaita havaitsemaan tuotteen erilaisia ominaisuuksia paremmin kuin pelkät perinteiset kuvat itse tuotteesta.

Lopullisen 3D-mallin upotuksen tulee olla tarpeeksi kevyt, jotta se latautuu mahdollisimman nopeasti hitaammillakin verkkoyhteyksillä ja tietokoneilla. Kevyteen vaikuttaa eniten itse mallin polygonien määrä ja siinä käytettyjen tekstuurien koko ja määrä. Tämän lisäksi upotuksen tulee toimia suosituimmilla selaimilla ja ilman erillisten lisäosien asentamista. Mallintamiseen käytän Blenderiä ja mallin teksturointiin Adobe Photoshopia.

Upotettua 3D-mallia käytetään jo nyt useilla verkkosivuilla. Esimerkiksi NASA, Red Bull ja Terma ovat käyttäneet sivuillaan hyväksi upotettua 3D-mallia. NASA on toteuttanut upotetulla 3D-mallilla Curiosity –Mars-mönkijän esittelyn (NASA 2017). Upotus on koko verkkosivun kokoinen. Mönkijää voidaan tarkastella eri puolilta hiirtä käyttämällä, ja hiiren rullalla voidaan kameraa siirtää lähemmäs mönkijää. Upotuksen oikeassa alareunassa on pieni kameranäkymä, joka esittää näkymiä mönkijän useista kameroista. Vasemmassa reunassa on valikko, jota käyttämällä voidaan asettaa mönkijä ajamaan eri paikkoihin, liikutella mönkijän eri osia, saada lisää tietoa mönkijän eri osista sekä saada tietoa niistä paikoista missä mönkijä on käynyt. Viimeisimmässä kohdassa on myös englanniksi puhuttu selostus jossa kerrotaan lisätietoja valitusta paikasta.

TERMA on puolalainen yritys joka valmistaa märkätilojen lämmityselementtejä ja –lisäosia (TERMA 2017). TERMA käyttää 3D-mallin upotusta tuotteidensa esittelyn apuna verkkosivuillaan. Useasta tuotteesta on tehty upotus tuotesivulle, jossa sitä voidaan hiirellä tarkastella eri kulmista. Tuotteiden 3D-mallien väriä on myös mahdollista vaihtaa valitsemalla valikosta jonkin yrityksen tarjoamista

väri vaihtoehtoista. TERMA on myöskin lisännyt upotuksiin mahdollisuuden tarkastella niitä käyttämällä VR-laseja. Mallien taustaksi voidaan vaihtaa jokin valmiista kuvista jolloin on mahdollista havaita miltä tuote näyttää erilaisissa huoneissa. Halutessaan käyttäjä voi myös ladata oman kuvansa ja asetella tuotteen sopivasti jotta nähdään miltä tuote voisi näyttää esimerkiksi omassa kylpyhuoneessa.

Red Bull Music Academy on toteuttanut vinyylisoittimen esittelyn upottamalla animoidun 3D-mallin verkkosivulle (Red Bull Music Academy Daily 2017). Ensimmäisenä sivustolle on upotettu levysoittimen malli, jossa on animoitu vinyylilevy pyörimässä. Soittimen eri kohdat on merkitty numeroilla joiden selitykset löytyvät mallin alapuolelta tekstinä. Kun sivua selataan alaspäin, löydetään lisää upotuksia jotka on tehty soittimen eri osista. Myös näissä upotuksissa osia on merkitty numeroilla joiden selitykset löytyvät upotusten alta. Koska upotukset skaalautuvat käytettävän näytön kokoon nähden, joudutaan eri osien kuvauksia lukiessa selaamaan sivua jatkuvasti ylös ja alas. Muutenkin sivun selaamisessa on hyvä huomata että hiiri tulee viedä aivan ruudun reunaan, sillä muuten hiiren rullaa käytettäessä upotuksen kamera lähestyy upotusta eikä sivu selaudu alaspäin.

2 Upotuspalvelu

2.1 Arvioitavaksi valitut upotuspalvelut

3D-mallin upottamiseen verkkosivuille käytän valmista palvelua. Tärkeimpinä vaatimuksina palvelussa pidän laajaa tukea erilaisille verkkoselaimille sekä käyttöjärjestelmille ja itse palvelun käytön helppoutta ja nopeutta. Olen valinnut seuraavat kolme palvelua lähempää tarkastelua varten: p3d.inin, Sketchfabin ja Blend4Webin.

Kaikki palvelut mahdollistavat 3D-mallin upottamisen verkkosivuille ja käyttävät hyväkseen WebGL-teknologiaa. WebGL-teknologia ei vaadi toimiakseen erillisiä lisäosia selaimen ja suosituimmat selainohjelmat (Safari, Chrome, Firefox, Edge) tukevat sitä (Khronos 2017). Palveluista p3d.in ja Sketchfab tarjoavat

käyttäjälle ilmaista tiliä sekä maksullista tiliä. Tulen tarkastelemaan palveluiden ilmaistilien ominaisuuksia.

2.2 Upotuspalveluiden toimintaperiaatteet

p3d.in ja Sketchfab toimivat verkkoselaimessa ja malli upotetaan palvelusta saatavalla upotuskoodilla verkkosivulle haluttuun paikkaan (Sketchfab 2017a; p3d.in 2017a). Itse malli ladataan ensin palveluun haluttujen tekstuurien kanssa, jonka jälkeen tekstuurit voidaan määrittää oikeisiin materiaaleihin. Materiaaleja voidaan vielä säätää monipuolisesti, jotta saavutetaan haluttu visuaalinen lopputulos. Sketchfabissa on tämän lisäksi jälkikäsitteilyfilttereitä, joita käyttämällä voidaan luoda kuvaan oikealla kameralla kuvattaessa tapahtuvia virheitä, kuten vinjetointi ja väriaberraatio. Blend4Web toimii Blenderissä omana lisäosanaan, jonka avulla Blenderissä tehdystä 3D-mallista luodaan Blend4Web-projekti. Tämän jälkeen projekti voidaan siirtää verkkosivulle haluttuun paikkaan (Blend4Web 2017a). Kuten Sketchfabissa, myös Blend4Webissä on mahdollista käyttää jälkikäsitteilyfilttereitä.

2.3 Palveluiden verkkoselain- ja käyttöjärjestelmätuki

Kaikki valitut palvelut tukevat moderneja selaimia ja käyttöjärjestelmiä. Testasin kuitenkin palveluita Chrome-selaimella WebGL-tuki poistettuna saadakseni selville, miten palvelut käyttäytyvät jos upotettua mallia yritetään tarkastella laitteistolla ja ohjelmistolla joka ei tue WebGL-tekniologiaa. Toteutin testit palveluiden omilta sivuilta löytyneillä upotuksilla OS X Yosemite-, Windows 8.1- ja Windows 10-käyttöjärjestelmillä.

Blend4Webillä ja p3d.inillä tehdyt upotukset eivät latautuneet ollenkaan, vaan palvelut ilmoittivat, että selaimessa ei ole WebGL-tukea. Sketchfab latasi mallista tehdyn 360-astetta pyöritettävissä olevan kuvan ja ilmoitti samalla selaimen WebGL-tuen puutteesta, jonka johdosta pystytään näyttämään vain pyöritettävä

kuva. Tästä ominaisuudesta on maininta myös Sketchfabin omilla sivuilla (Sketchfab 2017b).

2.4 Palveluiden helppokäyttöisyys ja tuki tiedostomuodoille

Palveluista Sketchfab tukee selkeästi eniten erilaisia mallinnusohjelmien tiedostomuotoja joita on tuettuna 35 (Sketchfab 2017c). Näihin lukeutuu mukaan .blend joka on käyttämäni mallinnusohjelman natiivi tiedostomuoto. Blend4Web tukee myös .blend-tiedostomuotoa, joka johtuu siitä että Blend4Web on Blenderin lisäosa. p3d.in tukee pelkästään .obj-tiedostomuotoa (p3d.in 2017b).

Mallissa käytettävien tekstuurien suurin koko on p3d.inissä 1 024 x 1 024 pikseliä. Sketchfabissa on mahdollista käyttää 8 192 x 8 192 pikselin kokoisia tekstuureja. Blend4Web mahdollistaa periaatteessa minkä kokoiset tekstuurit tahansa, sillä Blender ei itsessään aseta tekstuurien koolle muuta rajoitusta kuin käytettävän laitteiston tehon. Kaikki palvelut tukevat yleisesti käytettyjä .jpg- .png- ja .tga-tiedostomuotoja tekstuureissa.

3 Palvelun valinta

3.1 Palveluiden ominaisuuksien arviointi

Testasin kaikkia palveluita käytännössä jotta pystyisin arvioimaan kuinka intuitiivisia ja helppokäyttöisiä ne ovat. Sketchfabin käyttöliittymä on mielestäni selkeä ja erilaiset toiminnat on järjestetty loogisesti valikkoon. Blend4Webin avulla on helppoa tallentaa projekti suoraan html- tai json-muotoon. Json-muotoa suositellaan mikäli projekti on monimutkainen ja vaatii JavaScript-kielellä ohjelmointia (Blend4Web 2017b). p3d.inin käyttöliittymä muistutti enemmän Sketchfabia kuin Blend4Webiä, mutta ei ollut yhtä onnistunut kuin Sketchfabin.

p3d.inin ominaisuudet eivät pärjää niille mitä Sketchfab ja Blend4Web tarjoavat. Koska ainoa hyväksytty mallinnoksen tiedostomuoto on .obj, se tarkoittaa sitä että joutuisin tekemään konversion .blend-tiedostomuodosta. Omien kokemuksieni mukaan tällaisia konversioita kannattaa välttää jos mahdollista. Mallin

geometriaan saattaa tulla konversiossa pieniä muutoksia ja toisinaan koordinaattijärjestelmä saattaa olla erilainen lopullisessa tiedostomuodossa joka aiheuttaa lisävalmisteluja alkuperäiseen malliin ennen konversion tekoa. Tämän lisäksi p3d.inin suurin hyväksymä tekstuurin resoluutio on 1 024 x 1 024 pikseliä.

Blend4Webin avulla voidaan rakentaa monimutkaisia interaktiivisia kokonaisuuksia, mutta nopea mallin upottaminen verkkosivulle on mahdotonta. Tekstuurikoon rajoittamattomuus kuulostaa hyvältä, mutta kuten Pietiläinen toteaa, nykyisillä näytönohjaimilla tekstuurien resoluutio rajoittuu käytännössä kokoon 4 096 x 4 096 pikseliä (Pietiläinen 2016).

Ainoana kolmesta vaihtoehdosta Sketchfabilla on vaihtoehtoinen tapa esittää malli mikäli käyttäjän selain tai laitteisto ei tue WebGL-tekniikkaa. Tämä on tärkeä ominaisuus, kun otetaan huomioon, että yksi vaatimuksista palvelua valittaessa on laaja tuki eri selaimille ja laitteistoille.

3.2 Yhteenveto palveluista

Palvelun valintaan määritettiin kaksi kriteeriä: palvelun tulee tukea erilaisia verkkoselaimia ja käyttöjärjestelmiä sekä palvelun tulee olla helppo- ja nopeakäyttöinen. Koostin löytämäni tiedot palveluista taulukkoon auttamaan palvelun valitsemisessa (taulukko 1).

Kolmesta arvioidusta palvelusta Sketchfab täyttää parhaiten annetut kriteerit. Sketchfab tarjoaa mahdollisuuden nopeaan työskentelyyn, kun malli on ladattu palveluun ja malli voidaan upottaa palvelusta saatavalla koodilla suoraan verkkosivulle. Toisaalta myös Blend4Webissä työskentely on nopeaa, mutta itse mallin upottaminen vaatii enemmän vaivannäköä kuin Sketchfab tai p3d.in. Keskustelin Ideaomenan verkkosivuvastaava Joni Asikaisen kanssa Sketchfabin ja Blend4Webin eriävistä upotustavoista ja kysyin hänen mielipidettään toivotusta upotustavasta. Asikainen totesi Sketchfabin käyttämän upotuskoodin olevan sopivampi tapa toteuttaa upotus, kun otetaan huomioon Ideaomenan käyttämä verkkosivujen alustaratkaisu.

Sketchfabin etuna on myös vaihtoehtoinen mallin esitystapa niille selaimille, jotka eivät tue WebGL-tekniologiaa. Vaikkakin modernit selaimet tukevat WebGL-tekniologiaa, on syytä pitää mielessä että osalla käyttäjistä saattaa olla vanhentunut selain. Internet Explorerilla ei ole WebGL-tukea mikäli käytössä on vanhempi versio kuin Internet Explorer 11. Samoin Firefox- ja Opera –selaimien tuki voi olla puutteellinen, ellei käyttäjä ole päivittänyt näytönohjaimensa ajureita. (Can I Use 2017.) StatCounter Global Statsin mukaan 2017 huhtikuussa Firefoxin käyttäjiä oli 6,32 %, Internet Explorerin 3,92 % ja Operan 3,54 % (StatCounter Global Stats 2017).

Taulukko 1. Uputuspalveluiden ominaisuudet

| | p3d.in | Sketchfab | Blend4Web |
|--|-------------------------------------|---|--|
| Tuetut selaimet | Modernit selaimet joissa WebGL-tuki | Modernit selaimet joissa WebGL-tuki | Modernit selaimet joissa WebGL-tuki |
| Vaihtoehto selaimille, joissa ei ole WebGL-tukea | Ei ole | 3D-mallista tehty 360-astetta pyörítettävä kuva | Ei ole |
| Mallin upotustapa verkkosivulle | Palvelusta saatavalla koodilla | Palvelusta saatavalla koodilla | Palvelusta saatava html- tai json-tiedosto joka siirretään samalle palvelimelle verkkosivun kanssa |
| Tuetut mallin tiedostomuodot | .obj | 35 eri muotoa, mm. .blend, .fbx, .obj | .blend |
| Tekstuurien suurin koko | 1 024 x 1 024 pikseliä | 8 192 x 8 192 pikseliä | Rajoittamaton |

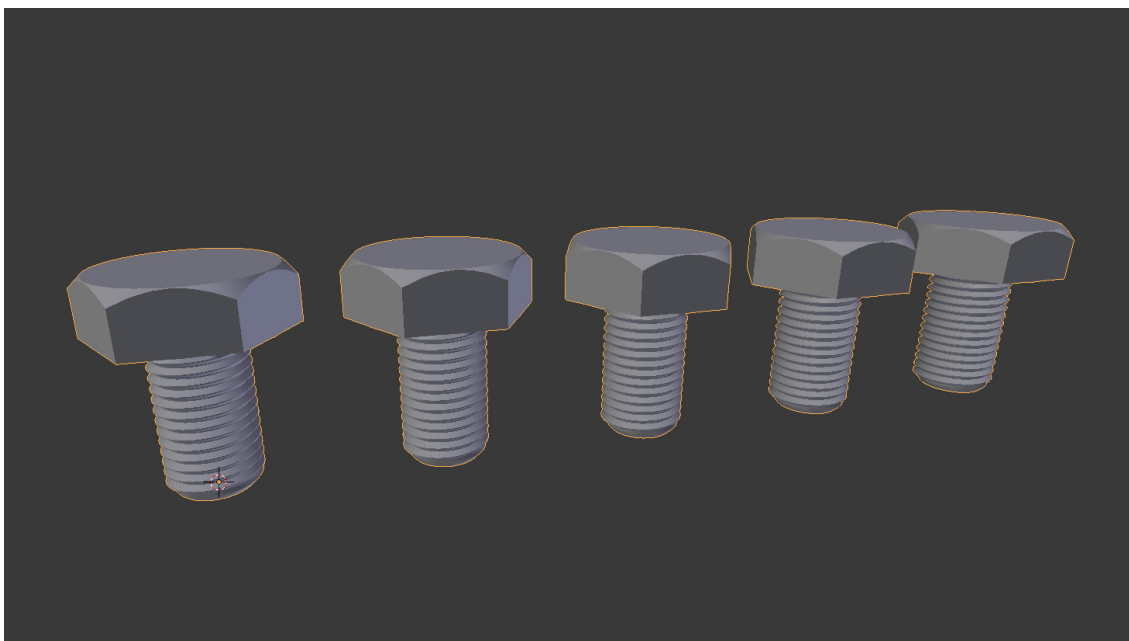
4 3D-mallin tekemisen vaiheet

4.1 Mallintaminen

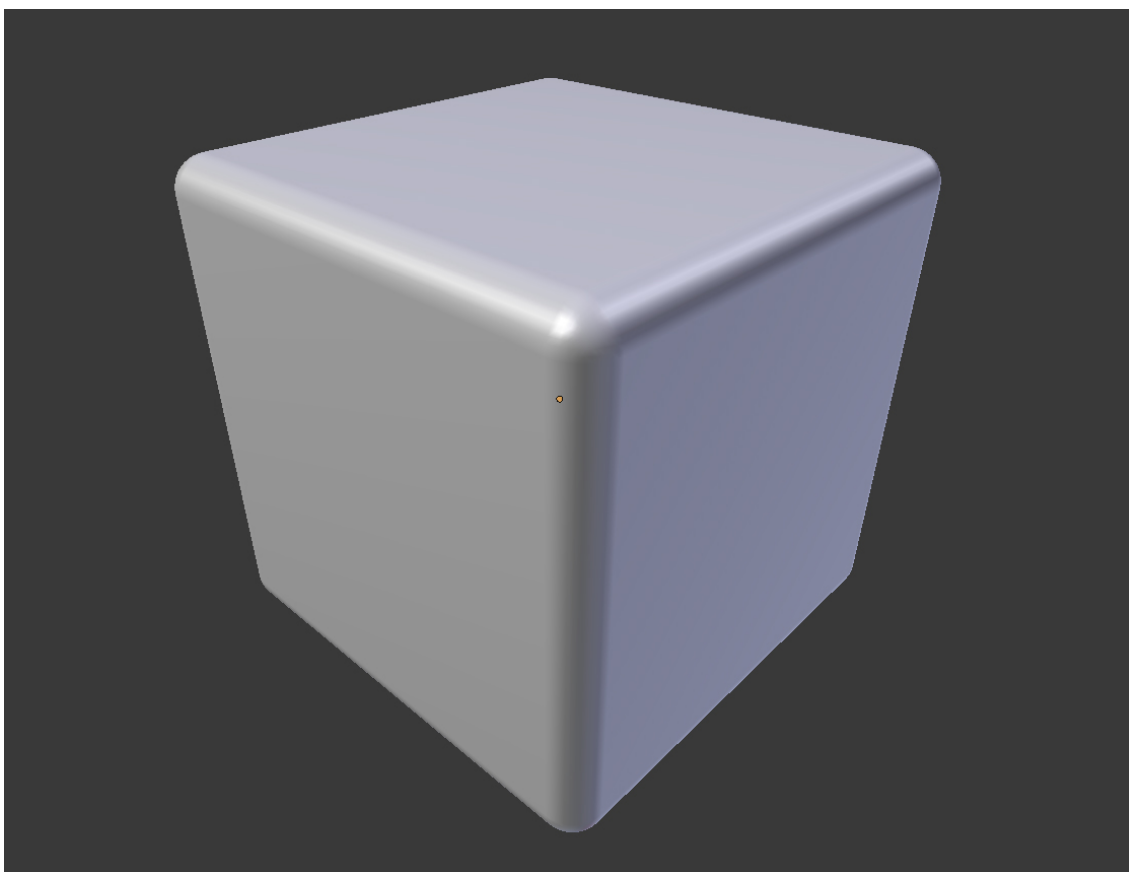
Mallintamisvaiheessa polygoneja käyttämällä luodaan mallin pinta. Heti alussa on syytä kiinnittää huomiota käytettävään polygonimäärään. Valmiin mallin renderöinti mallinnusohjelmassa ei ole reaaliaikaista. Valmiin kuvan renderöintiin voi mallin monimutkaisuudesta, tekstuureista ja valaistuksesta riippuen mennä useita tunteja. Kun malli upotetaan verkkosivulle, tietokone joutuu renderöimään sitä reaaliajassa samoin kuin tietokonepeleissä. Tästä syystä mallin polygonimäärä kannattaa pitää niin pienenä kuin mahdollista (Totten 2012).

Polygonimäärän huomioimisen lisäksi myös topologiaan on tärkeää kiinnittää huomiota. Vaikka polygonilla voi olla lukematon määrä eri sivuja, on suotavaa käyttää ainoastaan nelisivuisia polygoneja mikäli mahdollista (Totten 2012). Kolmisivuisten polygonien käyttö ei ole ehdottoman kiellettyä, mutta se voi aiheuttaa lopullisessa mallissa visuaalisia ongelmia sillä piirtovaiheessa tietokone käsittelee nelisivuiset polygonit kahtena kolmiona (Puhakka 2008).

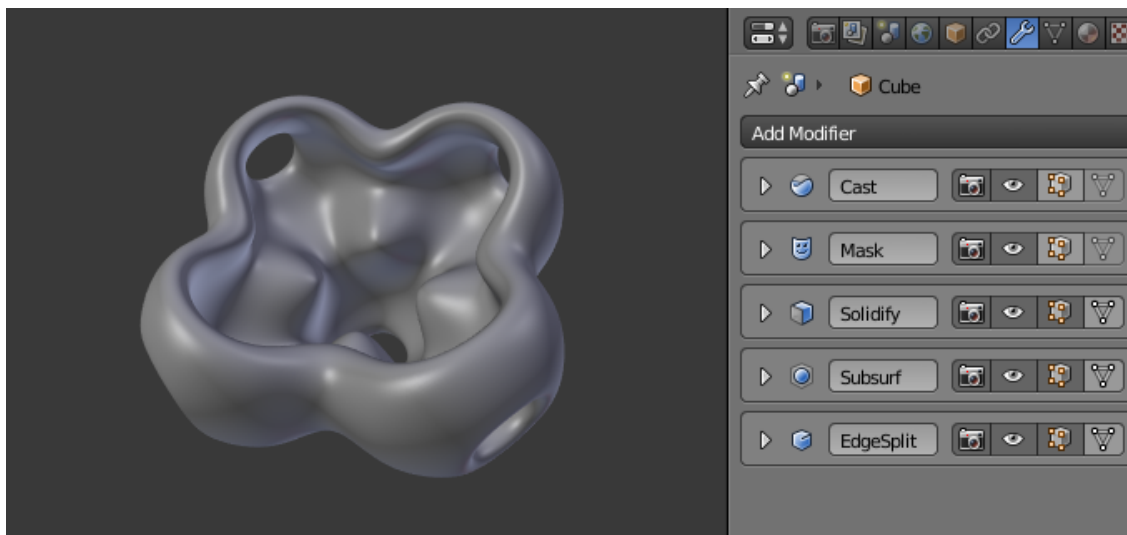
Mallintamisen apuna Blenderissä on mahdollista käyttää muuntimia. Muuntimet eivät lisää malliin geometriaa ja niitä käyttämällä on mahdollista säästää aikaa. Muuntimilla voidaan esimerkiksi luoda kopioita valitusta mallista (kuva 1), tehdä symmetrinen kopio eli peilata malli tai pyöristää mallin reunoja (kuva 2). Muuntimen voi ottaa milloin tahansa pois käytöstä tai halutessaan sen voi lisätä pysyvästi malliin jolloin mallin geometria muuttuu vastaamaan muuntimen tekemiä muutoksia ja muunnin poistuu käytöstä. Samassa mallissa voi olla useita muuntimia ja muuntimien järjestys määrää sen mikä muunnin muokkaa mallia ensimmäisenä. Muuntimia käyttämällä on mahdollista luoda monimutkaisia muotoja yksinkertaisista malleista (kuva 3). (Blender 2017b).



Kuva 1. Mallinnetusta mutterista on tehty 4 kopiota array-muuntimen avulla.



Kuva 2. Kuution reunat on pyöristetty bevel-muuntimen avulla.



Kuva 3. Kuutio johon on lisätty useita muuntimia.

4.2 UV-kartoitus ja teksturointi

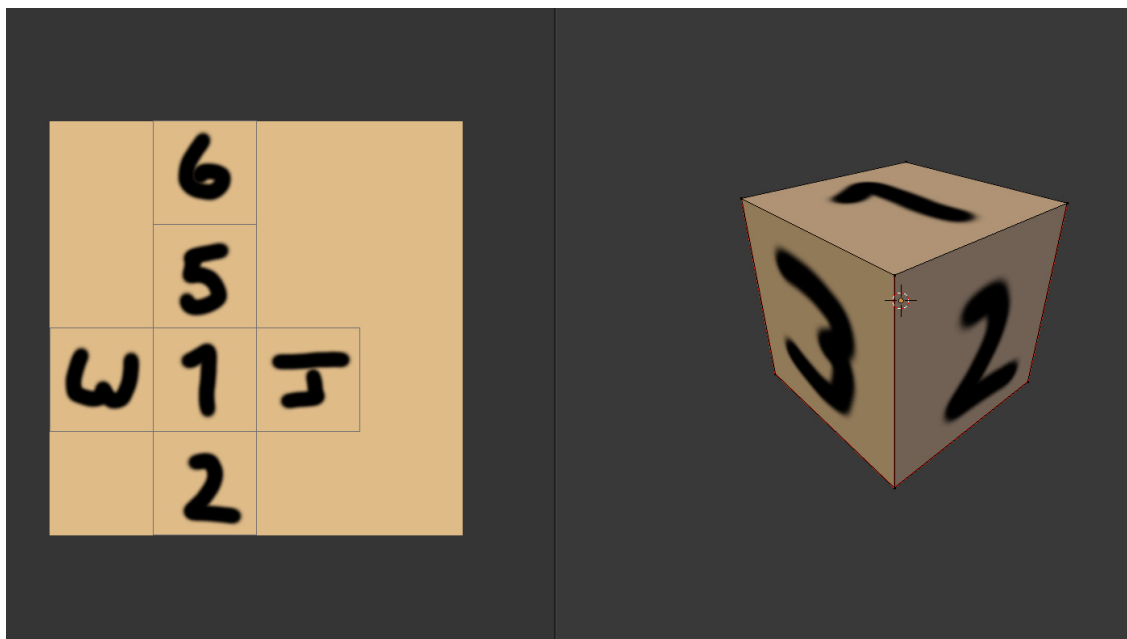
Valmiista mallista tehdään teksturointia varten UV-kartta. UV-kartassa kirjaimet U ja V vastaavat kaksiulotteisen avaruuden koordinaatiston akseleita X ja Y. Koska mallinnettaessa toimitaan kolmiulotteisessa avaruudessa ja sen koordinaatiston akselit ovat X, Y ja Z joudutaan kaksiulotteisen avaruuden akseleita kutsumaan toisilla kirjaimilla eli tässä tapauksessa kirjaimilla U ja V (Mullen 2010). UV-kartoituksen prosessi ei ole automaattinen, vaan käyttäjän tulee työkaluja hyväksikäyttäen levittää mallin pinta kaksiulotteiseksi tasoksi. UV-karttaa tehtäessä käyttäjän tulee määrittää mallin reunat joita käytetään leikkauspisteinä karttaa varten (Totten 2012). Blenderissä näistä reunoista käytetään nimitystä sauma (Blender 2017c).

Blender tarjoaa useita vaihtoehtoja mallin UV-kartoitukseen. Yksinkertaisia muotoja kuten kuutioita, sylintereitä ja palloja varten on olemassa omat kartoitustavat. Monimutkaisempia muotoja varten Blender tarjoaa Unwrap-, Smart UV Project-, ja Lightmap Pack-kartoitusvaihtoehdot. Lightmap Pack-vaihtoehto lajittelee ja pakkaa jokaisen polygonin erikseen UV-karttaan. Tämä vaihtoehto on suosittu pelikehityksessä, jossa valaisuinformaatio on laskettu mukaan teksturiin ja lisäksi halutaan käyttää koko UV-kartta mahdollisimman tehokkaasti. Unwrap-vaihtoehto ottaa huomioon saumat ja koittaa levittää mallin kaksiulotteiselle pinnalle mahdollisimman tehokkaasti. Mikäli saumoja ei ole, toiminto

levittää kaikki polygonit päällekkäin toistensa päälle ja käytettävä tekstuuri toistuu samanlaisena jokaisen polygonin kohdalla (kuva 4). Lisäämällä saumat sopiviin kohtiin mallissa saadaan tehtyä kartoitus, joka levittää kolmiulotteisen mallin kaksiulotteiselle tasolle siten, että jokaiselle polygonille voidaan teksturoida esimerkiksi oma numero (kuva 5). Smart UV Project-vaihtoehto luo itse saumat perustuen mallin geometriassa oleviin kulmien muutoksiin. Kyseinen vaihtoehto sopii hyvin mekaanisiin ja arkkitehtuurisiin malleihin, joissa on selkeitä teräviä kulmia. (Blender 2017b).



Kuva 4. Mallista on tehty UV-kartta ilman saumojen luomista.



Kuva 5. Edellisen kuvan malliin on lisätty saumat ja se on kartoitettu uudelleen.

Kun mallista on tehty UV-kartta, voidaan sen avulla kohdistaa tehdyt tekstuurit mallin pinnalle. Yleisimmin käytettyjä tekstuurityyppejä ovat väri-, heijastus-, läpinäkyvyys-, kuhmu- ja normaali-tekstuurit. Edellä mainituista tekstuureista kuhmu- ja normaali-tekstuureilla voidaan luoda vaikutelma pienistä yksityiskohdista mallin pinnalla kuitenkin lisäämättä käytettyjen polygonien lukumäärää. (Birn 2006).

Kuhmu-tekstuurit ovat yleensä mustavalkoisia, jossa valkoinen väri esittää kohoamaa mallin pinnassa ja musta väri uppoumaa. Normaali-tekstuuri käyttää kolmea eri väriä, joista jokainen vastaa omaa akseliaan kolmiulotteisessa koordinaatistossa. Yleisimmin normaali-tekstuuria varten mallinnetaan ensin hyvin yksityiskohtainen malli polygoneja käyttämällä, jonka jälkeen samasta mallista tehdään vähemmän yksityiskohtainen versio. Tämän jälkeen yksityiskohtaisesta mallista tehdään normaali-tekstuuri, joka voidaan pinnoittaa vähemmän yksityiskohtaisen mallin päälle. Näin saadaan luotua malli, joka näyttää yksityiskohtaiselta mutta käyttää vähemmän polygoneja kuin alkuperäinen versio. (Birn 2006).

Heijastus-tekstuurilla voidaan hallita sitä, kuinka mallin pinta heijastaa siihen osuvan valon aiheuttamia kirkkaita kohtia. Tekstuuri ei luo itsestään kirkkaita kohtia malliin, vaan ainoastaan määrittää, kuinka pinta reagoi valon kanssa. Tekstuurilla voidaan vaikuttaa kirkkaiden kohtien väriin ja itse kirkkauteen. Toisin kuin kuhmu-tekstuurissa, heijastus-tekstuurissa voidaan käyttää eri värejä. Väriin kirkkaudella hallitaan sitä kuinka paljon pinta heijastaa valoa. Täysin musta alue ei näin ollen heijasta valoa ollenkaan. (Birn 2006).

5 Toimeksianto

5.1 Valmistelut toimeksiantajan kanssa

Keskustelin ennen mallintamisen aloittamista toimeksiantajan kanssa siitä mikä esineen tai asian mallinnan toimeksiantoa varten. Totesimme että mallin ei tarvitse olla pieniä yksityiskohtia täynnä, mutta jotain yksityiskohtia siitä tulisi löytyä. Myös mallin nopeaa latautumista ajatellen pidin ajatusta yksinkertaisesta mallista, jossa on pieniä yksityiskohtia tärkeänä jotta polygonien määrä saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä. Sovimme, että mallinnan sähkökitaran, joka on superstrat-tyylinen. Superstrat tarkoittaa kitaraa, jonka rakenne ja ulkonäkö mukailee Fenderin Stratocaster-mallia (Wikipedia 2017b). Kitarassa yksityiskohtaisempia alueita ovat talle, virituskoneisto ja mikrofonit. Kitaran runko ja kaula ovat geometrisesti yksinkertaisempia muotoja kuin edellä mainitut alueet, joten niiden tekemiseen käytettävän polygonimäärän saa pidettyä pienenä. Käytin kitaran mallintamisessa referenssinä Ibanezin, Jacksonin ja ESP:n superstrat-kitarajamalleja.

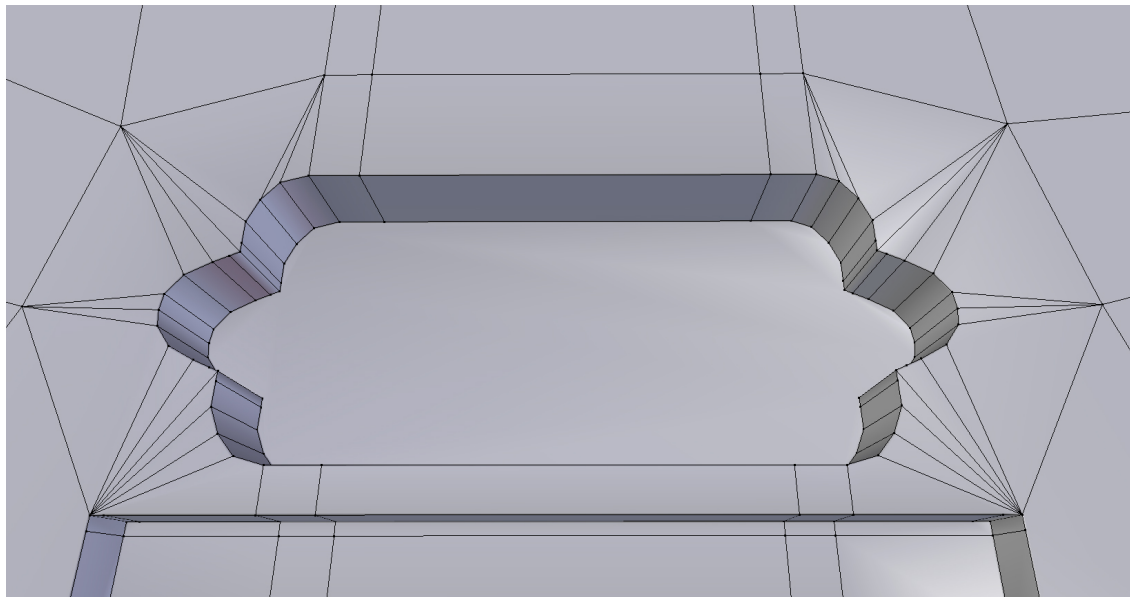
5.2 Mallintaminen

5.2.1 Kitaran runko ja kaula

Aloitin mallintamisen tekemällä kitaran rungon ulkoreunan. Pyöreissä muodoissa käytin enemmän polygoneja kuin tasaisemmissa kohdissa. Mitä kaarevampi muoto oli, sitä enemmän käytin polygoneja saadakseni aikaan mahdollisimman tasaiselta näyttävän pinnan. Kiinnitin kuitenkin samalla huomiota polygonien

määrään ja lähempää tarkasteltuna pyöreissä muodoissa on nähtävissä pientä terävyyttä. Pyöreämmän muodon saavuttamiseksi pitäisi käyttää lisää polygoneja, mutta ottaen huomioon polygonimäärän mahdollisimman pienenä pitämisen tärkeyden ei olisi ollut tarkoituksenmukaista tehdä mallia siten, että myös läheltä tarkasteltuna kaarevat muodot ovat täydellisen sileitä.

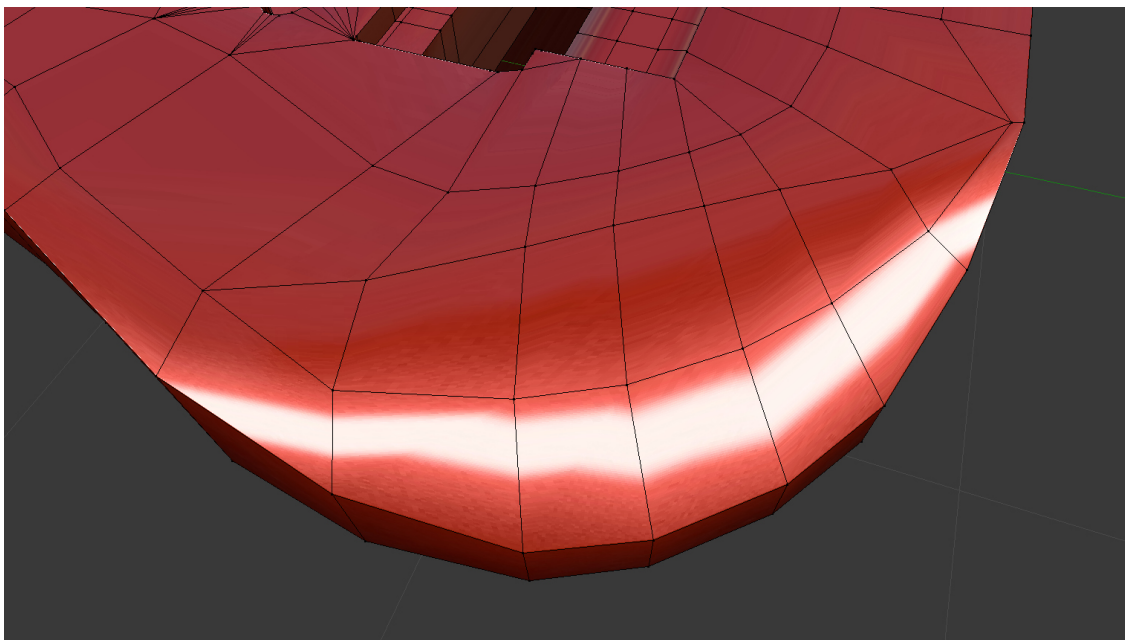
Kun ulkoreuna oli valmis, jatkoin mallintamalla rungon yläosan ja alaosan. Tein ensin yläosaan mikrofonien ja tallan syvennyksien reunat vertekseillä, jotka yhdistin toisiinsa. Tämän jälkeen mallinsin yläosan luomalla polygoneja rungon reunojen ja mikrofonien sekä tallan verteksien väliin. Koska mikrofonien syvennyksien reunat ovat pyöreät, jouduin käyttämään niissä kohdin enemmän verteksejä. Tästä johtuen syvennyksien reunojen ja muun kitaran yläosan väliin piti luoda kolmionmuotoisia polygoneja, vaikka kolmioiden käyttöä tulisi välttää (kuva 6). Tämä oli kuitenkin pakollista, jotta pystyin pitämään polygonimäärän pienenä. Tässä tapauksessa kolmioiden käyttö ei johtanut ongelmiin, sillä alueet joissa käytin niitä olivat täysin tasaisia.



Kuva 6. Kolmionmuotoiset polygonit yhdistävät mikrofonisyvennyksen reunat kitaran runkoon.

Jouduin käyttämään kolmioita myös kitaran rungon kohdassa johon soittajan kyynärvarsi osuu. Tässä kohdassa kitaran yläosa kaareutuu alaspäin ja muodostaa näin ollen ohuemman alueen suhteessa muuhun runkoon. Kokeilin mal-

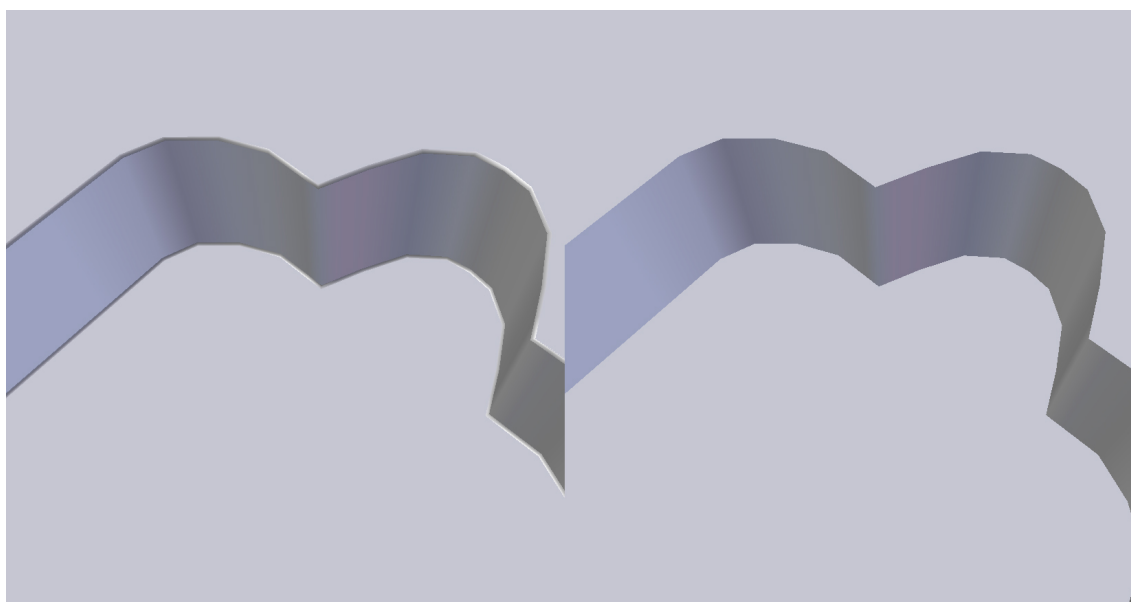
lintaa tätä kohtaa useilla eri tavoilla välttääkseni kolmioiden käytön, mutta huomasin että kolmioiden välttäminen johti suurempaan polygonien määrään. Mallinsin kohdan käyttäen mahdollisimman vähän kolmioita ja tein muutaman renderöinnin eri kulmista nähdäkseni, miten kolmioiden käyttö vaikuttaa heijastukseen (kuva 7). Tietyistä kulmista katsottuna heijastukset vääristyvät hieman niissä kohden, missä kolmiot ovat. Tämä johtuu siitä, että kolmiot eivät muodosta samantasoista pintaa suhteessa ympäröiviin polygoneihin. Tämä vääristymä oli kuitenkin niin pieni, että päätin pitäytyä tässä lähestymistavassa. Pidän hyvin todennäköisenä että mallintamiseen harjaantumaton mallin katsoja ei tule huomaamaan kyseessä olevia pieniä vääristymiä.



Kuva 7. Heijastuma kitaran rungossa.

Kitaran rungossa alaosan mallintaminen oli helppoa sillä se on kauttaaltaan tasainen. Poikkeuksena tasaisuuteen on tallaa varten tehtävä läpi rungosta menevä reikä, joka on muodoltaan suorakulmio josta johtuen se oli helppo mallintaa. Tässä vaiheessa kitaran reunat olivat täysin terävät. Oikeassa elämässä mikään reuna ei ole täydellisen terävä, joten päätin käyttää bevel-muunninta pyöristääkseni hieman kitaran reunoja. Blenderissä bevel-muunnin pyöristää oletusarvoisesti kaikkia reunoja. Muuntimen valitsemia reunoja voidaan määrittää joko automaattisesti reunan viereisten polygonien muodostaman kulman perusteella tai käsin painottamalla haluttuja reunoja. Päätin käyttää painotus-

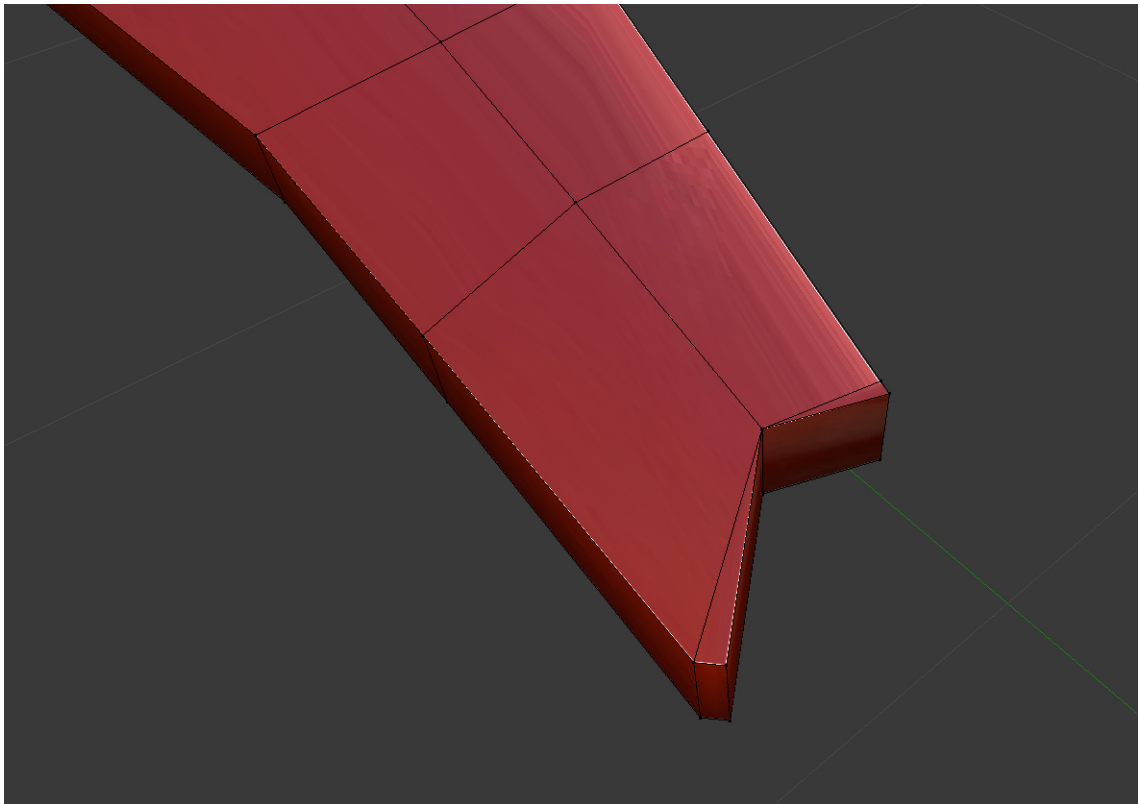
menetelmää joka antoi minulle täyden kontrollin päättää itse mitkä reunat haluan pyöristää. Muuntimessa voidaan myös valita, kuinka paljon reunaa halutaan pyöristää (width) ja itse pyöreiden määrä (segment). On syytä huomioida, että bevel-muuntimen käyttö lisää polygoneja, kun ajatellaan lopullisen mallin polygonimäärää, joten asetin segment-arvoksi 3. Tämä arvo pyöristi reunoja mielestäni tarpeeksi jotta reunat olivat vielä visuaalisesti miellyttävät. Muuntimen painotusmenelmässä voidaan reunan painotukseksi määrittää luku väliltä 0 ja 1. 0 tarkoittaa, ettei muunnin pyöristä reunaa ollenkaan ja 1 tarkoittaa että muunnin pyöristää reunan annetun width-arvon mukaisesti (kuva 8). On myös mahdollista käyttää muita numeraalisia arvoja nollan ja yhden väliltä, mutta huomasin että visuaalisesti miellyttävien lopputulosten syntyy, kun reunan arvo on joko 0 tai 1.



Kuva 8. Vasemmalla bevel-muuntimen arvona on 1, oikealla arvona on 0.

Mallinsin kitaran kaulan ja otelaudan erillisenä objektina muusta rungosta. Kopioin kitaran rungon kaulataskun polygonit ja erotin ne uudeksi objektiksi. Mallinsin näitä polygoneja jatkaen kitaran kaulan, otelaudan ja lavan. Kitaran lapa on kaulan päässä oleva kauimmainen kohta rungosta jossa on kiinni virituskoneisto. Kaula ja otelauta olivat helppoja mallintaa, sillä ne ovat muodoltaan suorakaiteita. Kaulan alaosa, johon soittajan peukalo osuu on muodoltaan kaareva. Kaula on lähes kauttaaltaan kaareva, mutta aivan rungon lähellä ja lavan alkamiskohdasta tasainen. Lavassa jouduin jälleen käyttämään kolmioita sen

muodosta johtuen (kuva 9). Kolmiot muodostivat jälleen tasaisen pinnan viereisten polygonien kanssa, joten en huomannut vääristymiä pinnan heijastuksissa.

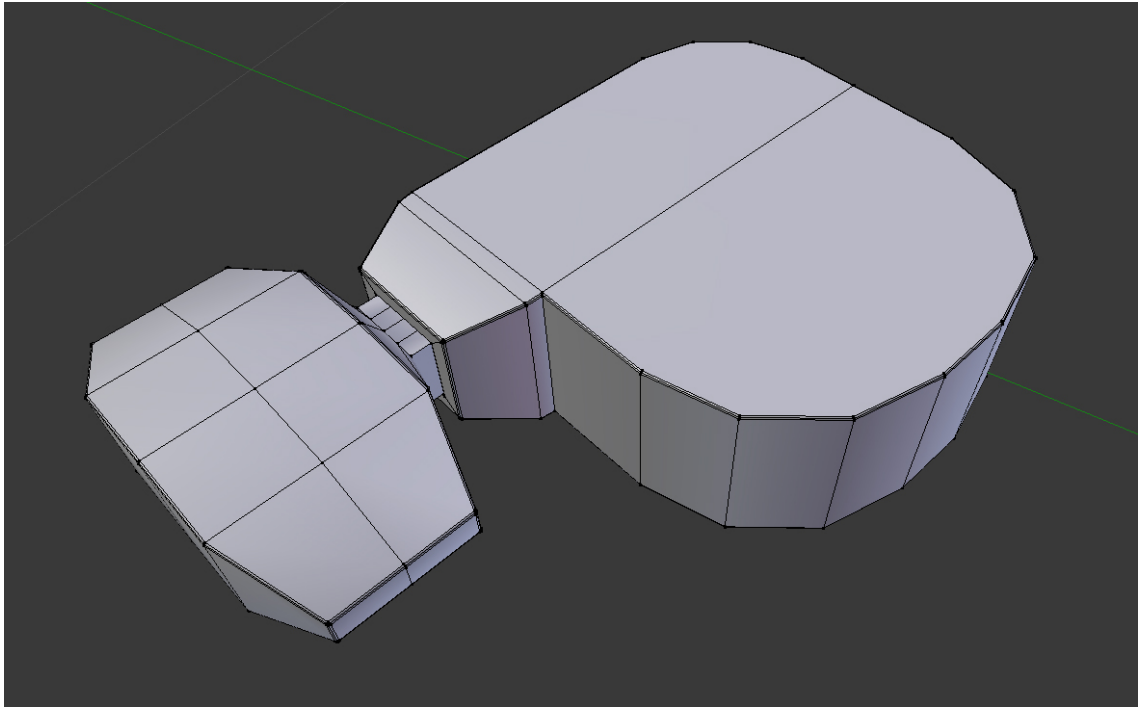


Kuva 9. Kolmionmuotoisten polygonien käyttö kitaran lavassa.

5.2.2 Virityskoneisto

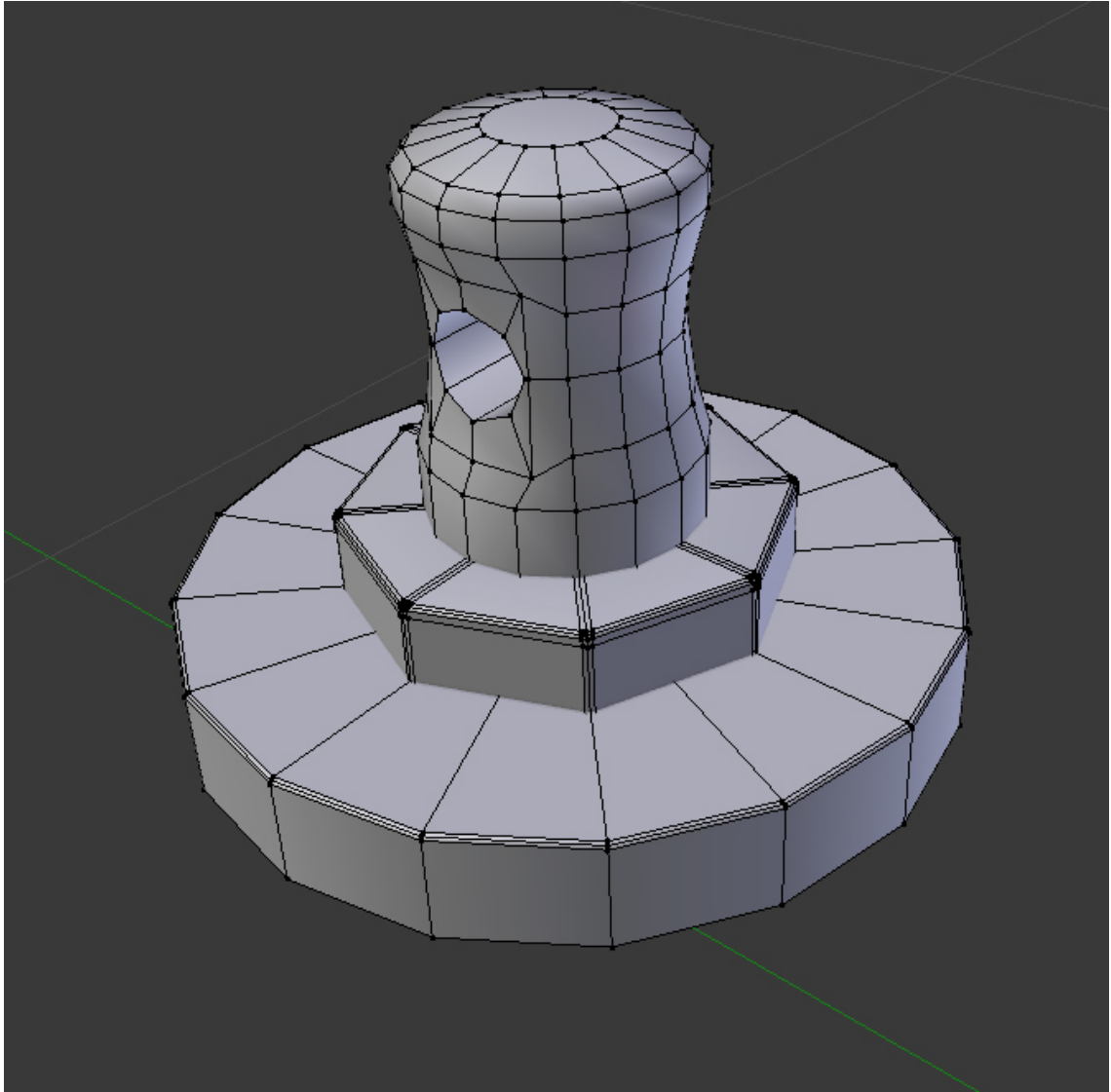
Seuraavaksi mallinsin virityskoneiston. Virityskoneisto toimii kääntämällä lavan takana olevaa nuppia, joka pyörittää lavan läpi tulevaa tappia jonka ympärille kieli on kääritty ja näin ollen kiristää tai vähentää kielen jännitystä. Päätin mallintaa nupin ja tapin ilman, että ne ovat yhteydessä toisiinsa, sillä mallin tarkastelun kannalta lavan läpi menevää osuutta ei voida nähdä. Tein koneiston erillisenä objektina erillään muusta tähän astisista objekteista. En kiinnittänyt huomiota vielä tässä vaiheessa virityskoneiston oikeaan kokoon suhteessa muihin kitaran osiin, sillä valmista koneistoa pystyy myöhemmin skaalaamaan oikeaan kokoon. Mallin aluksi nupin ja siihen liitetyn koneiston metallisen suojuksen. Nämä osat olivat helppoja mallintaa, sillä ne ovat muotoina melko yksinkertai-

sia. Kokeilin käyttää tietyissä kohdin n-goneja pitääkseni polygonien lukumäärän pienenä ja huomasin sen toimivaksi ratkaisuksi (kuva 10).



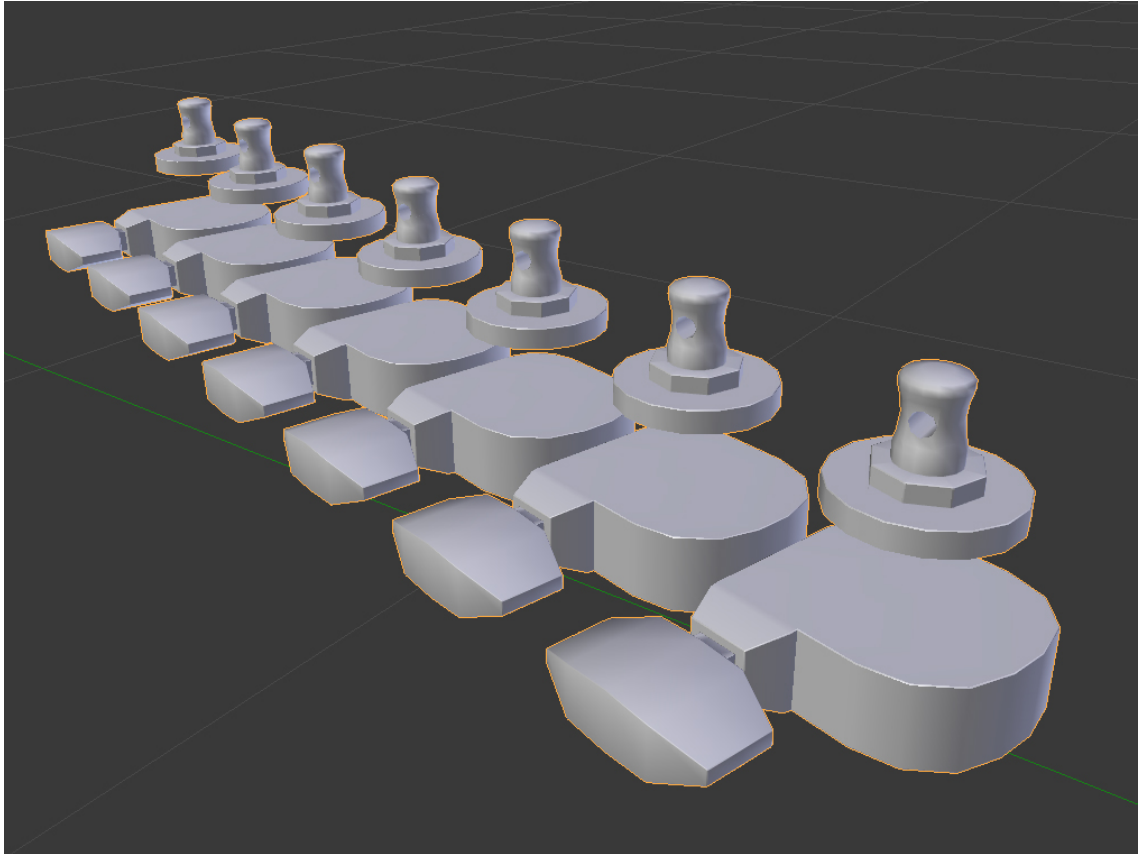
Kuva 10. Virityskoneiston nuppi ja suojus.

Tapin mallintamisen aloitin yksinkertaisella ympyrällä, jota mallinsin ylöspäin saadakseni aikaan sylinterin muodon. Tein sylinteriin muutamia poikittaissuuntaisia leikkauksia luoden uusia verteksejä. Skaalamalla ja liikuttelemalla näitä verteksejä suhteessa sylinterin keskipisteeseen tein viritystapin perusmuodon. Tapissa on keskellä reikä, jonka läpi kieli pujotetaan, jotta kielen jännitys on mahdollista säilyttää. Tein reiän luomalla ensin kahdeksansivuisen ympyrän tapin keskikohtaan. Poistin samasta kohdasta tappia olemassaolevat polygonit jonka jälkeen loin tapin ja ympyrän välille uudet polygonit. Tein edellämainitun toimenpiteen myös vastakkaiselle puolelle tappia ja yhdistin näin tehdyt reiän päät polygoneilla. Jouduin vielä siirtelemään verteksejä suhteessa tappiin, jotta tapin muoto pysyy samanlaisena joka kohdasta (kuva 11).



Kuva 11. Valmis virityskoneiston tappi.

Virityskoneiston ollessa valmis lisäsin siihen array-muuntimen jonka avulla kopioin koneistoa 6 kertaa, sillä mallintamani kitara on seitsemänkielinen. Skaalasin samalla koneistoa hieman pienemmäksi, sillä huomasin sen olevan liian iso suhteessa kitaran lapaan. Asetin kopioitua koneistot oikealle kohdalleen lavassa säätämällä array-muuntimen Y-akselin arvoa, joka siirtää tehtyjä kopioita Y-akselilla (kuva 12). Siirto tapahtuu siten, että ensimmäistä kopiota siirretään suhteessa alkuperäiseen objektiin ja sitä seuraavat kopiot siirtyvät suhteessa edelliseen kopioon.

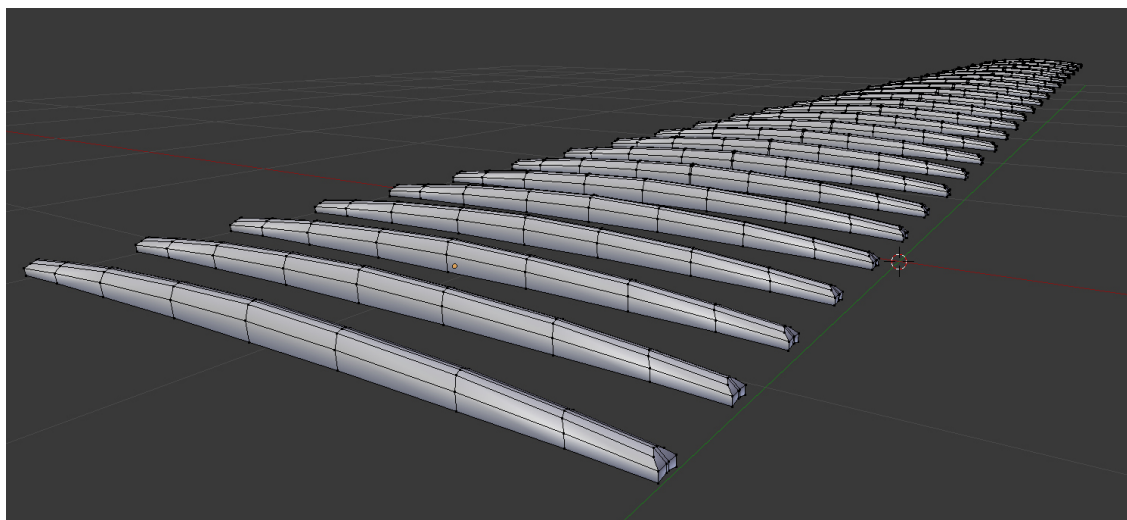


Kuva 12. Valmiista virityskoneistosta on tehty 6 kopiota array-muuntimella. Kopioitu malli on ensimmäinen oikealta.

5.2.3 Nauhat ja satula

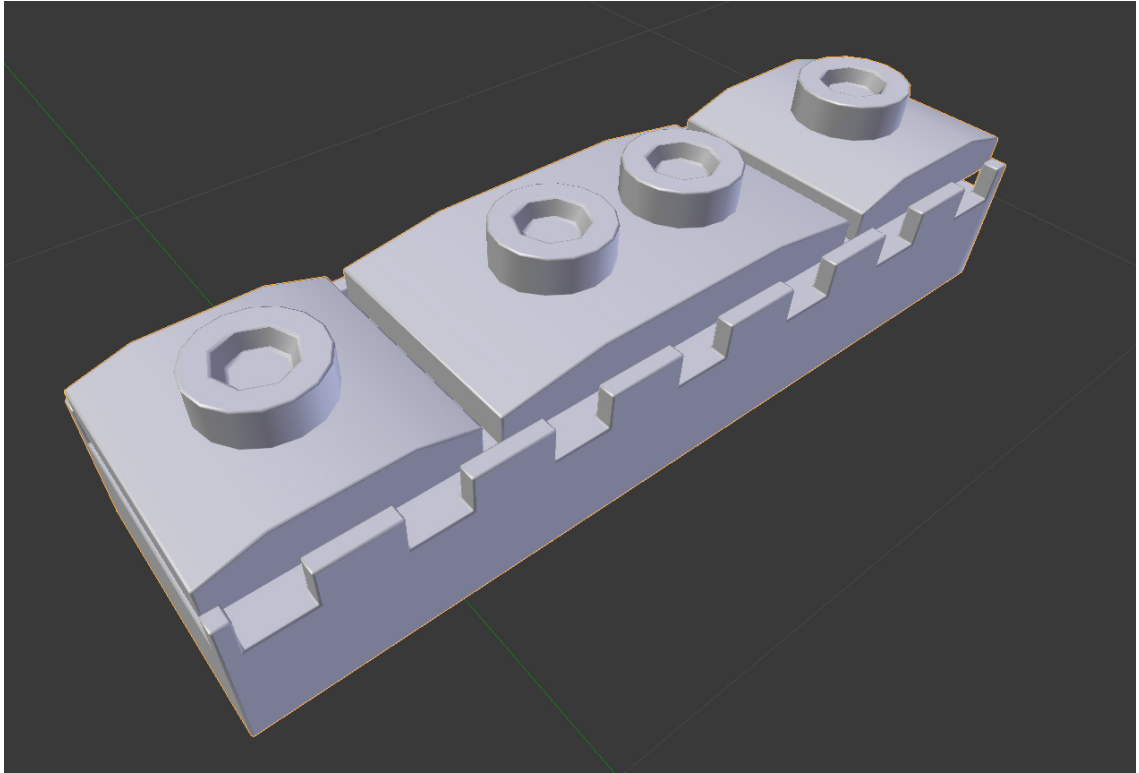
Virityskoneiston jälkeen mallinsin kitaran kaulan nauhat ja satulan. Nauhat ovat muodoltaan hyvin yksinkertaisia, joten tein aluksi kuution, jota venyitin Y-akselilla tehdäkseen nauhan alaosan. Seuraavaksi mallinsin nauhan kaarevan yläosan mallintamalla tehtyä alaosaa ylöspäin ja pyöristämällä sitä. Käytin jälleen array-muunninta, jonka avulla tein 23 kopiota tehdystä nauhasta. Kitaran nauhojen välinen etäisyys toisiinsa ei ole vakio, vaan se lyhenee mitä lähemmäs kitaran runkoa mennään. Samoin nauhat levenevät lähempänä runkoa. Blenderissä array-muuntimella ei ole mahdollista määrittää kopioiden etäisyyden pienenevän sitä mukaa mitä enemmän kopioita tehdään, joten lisäsin muuntimen malliin ja siirsin nauhat paikoilleen käyttäen hyväksi referenssikuvia. Koska kyseessä on malli visualisointia varten, ei ollut tarpeellista asetella nau-

hoja millintarkasti. Tämän jälkeen nauhojen leveys piti sovittaa otelaudan leveyteen yksi kerrallaan (kuva 13).



Kuva 13. Valmiit kitaran otenuhat.

Aloitin satulan mallintamisen tekemällä sen pohjaksi kuution, joka oli kaulan levyinen. Katkaisin kuution keskeltä ja lisäsin siihen peili-muuntimen joka peilasi mallin X-akselilla. Näin säästin mallintamisessa aikaa, sillä minun tarvitsi mallintaa vain toinen puoli satulasta muuntimen kopioidessa tekemäni geometrian toiselle puolelle. Satula ohjaa kielet oikeille kohdille virityskoneistoon ja ylläpitää kielten jännitystä. Satulassa kielille on pienet hahlot, joiden läpi kielet menevät. Mallinsin nämä hahlot luomalla polygoneja suoraan ylöspäin satulan pohjasta. Valitsemassani satulamallissa on myös kielilukot, jotka ylläpitävät kielten jännitystä. Tein kielilukot erillisenä objektina ja yhdistin ne myöhemmin satulan kanssa yhdeksi objektiksi. Kielilukot ovat litistetyn kuution muotoisia ja hieman kaarevia yläosastaan. Teinkin ne mallintamalla kuution ja lisäämällä kuution yläosaan kaarevuutta. Lopuksi tein kielilukoissa kiristystä varten olevat ruuvit käyttämällä hyväksi Blenderissä olevaa lisäosaa, jonka avulla voidaan luoda halutunlaisia ruuveja ja muttereita (kuva 14).

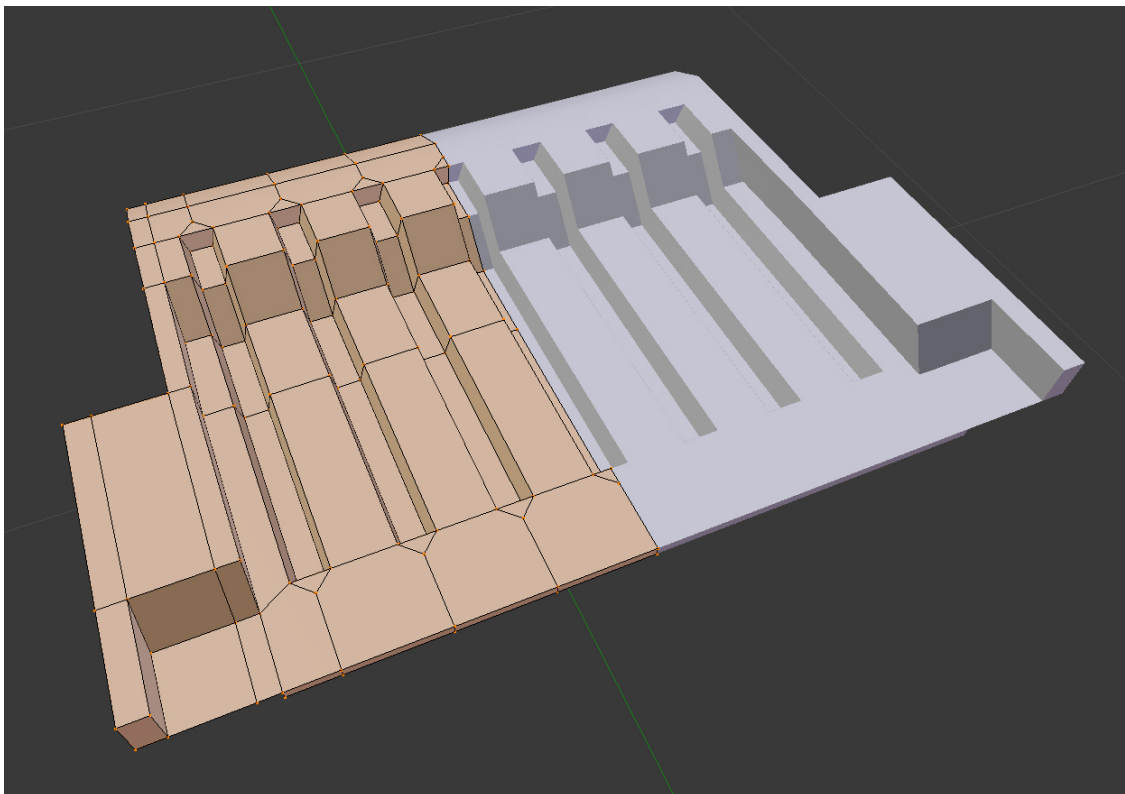


Kuva 14. Valmis satula kielilukkoineen.

5.2.4 Talla

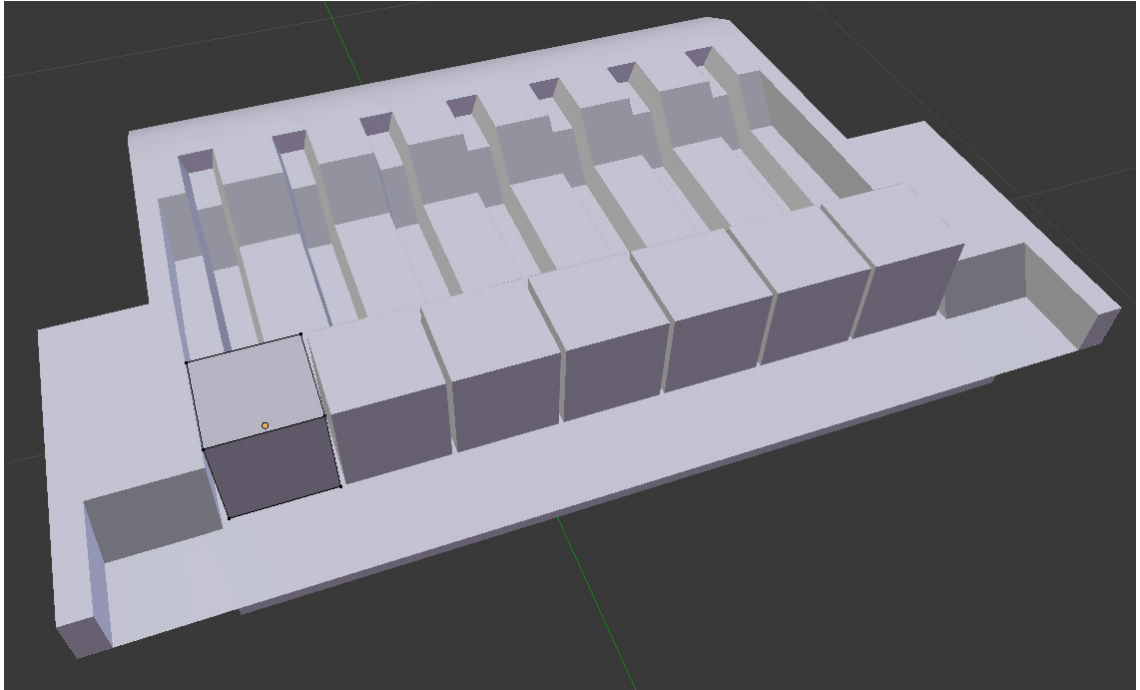
Talla ohjaa kitaran kielet rungon läpi kohti kitaran lapaa ja virituskoneistoa sekä ylläpitää kitaran toisessa päässä kielten jännitystä kuten tallat. Tallat jaetaan yleensä kelluviin ja kiinteisiin. Molemmissa tallatyypeissä kitaran kielten virettä voidaan nostaa tai laskea hetkellisesti vääntämällä niihin kiinnitettyä metallista kampea. Kelluvassa tallassa virettä voidaan hallita suuremmissa määrin kammen avulla. Päätin tehdä malliin kelluvan tallan. Sähkökitaroissa jokaiselle kielelle on yleensä oma tallapala, jonka avulla voidaan säätää kielen intonaatio.

Aloitin mallintamalla tallan rungon, jossa tallapalat ovat kiinni. Runko on yksinkertainen suorakulmiomainen muoto, jossa on reiät kahdelle ruuville joilla talla tulee kiinni kitaran runkoon. Jätin kuitenkin mallintamatta ruuvien reiät sillä ne eivät tulisi olemaan näkyvissä lopullisessa mallissa. Käytin tallan rungon mallintamisessa hyväkseni peili-muunninta, sillä runko on X-akselilla symmetrinen (kuva 15).



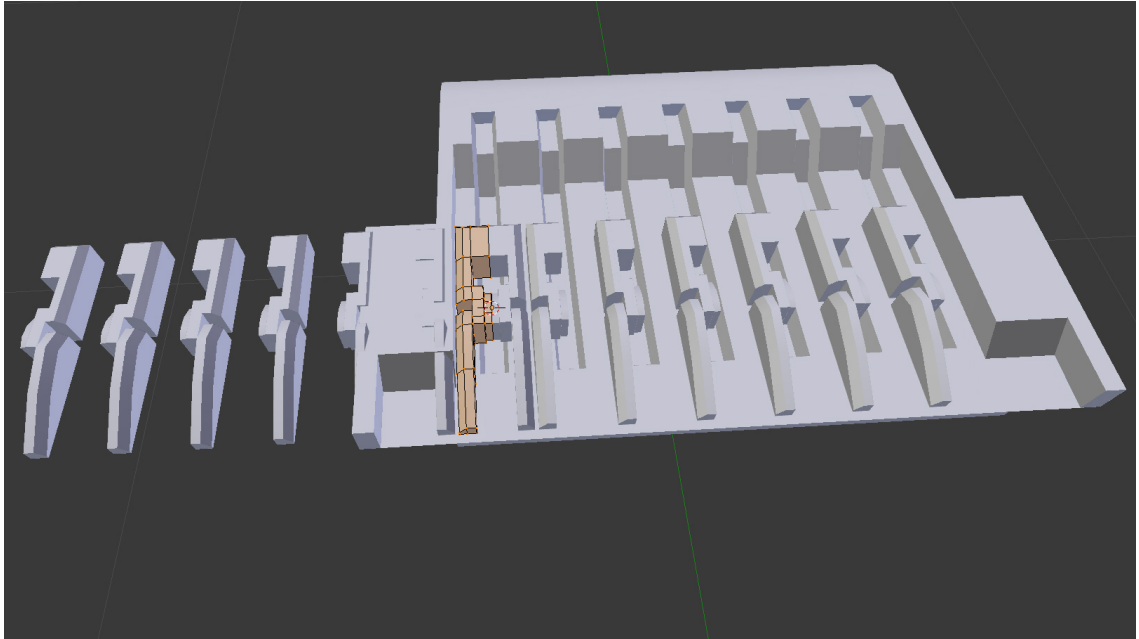
Kuva 15. Kitaran tallan toinen puoli on kopioitu peili-muuntimella.

Seuraavaksi aloitin tallapalojen mallintamisen. Koska tallapalat ovat identteisiä keskenään, totesin että minun ei kannata mallintaa jokaista erikseen vaan tehdä yksi ja monistaa se array-muuntimen avulla. Tallapalat ovat täysin vierekkäin ja kiinni toisissaan, joten aloitin tekemällä kuution ja sijoittamalla sen ensimmäisen tallapalan kohtaan. Lisäsin kuutioon array-muuntimen ja tein siitä X-akselilla 6 kopiota saadakseni näin yhteensä seitsemän tallapalaa. Kuutiota skaalaamalla ja array-muunninta säätämällä sain saavutettua tallapalojen oikean leveyden ottaen huomioon tallan rungon koon (kuva 16). Tämän jälkeen en enää muokannut tallapalan leveyttä X-akselilla, sillä se olisi vaikuttanut myös muihin array-muuntimen kopioimiin tallapaloihin ja näin ollen aiheuttanut joko palojen päällekkäin menoa tai rakojen muodostumista.

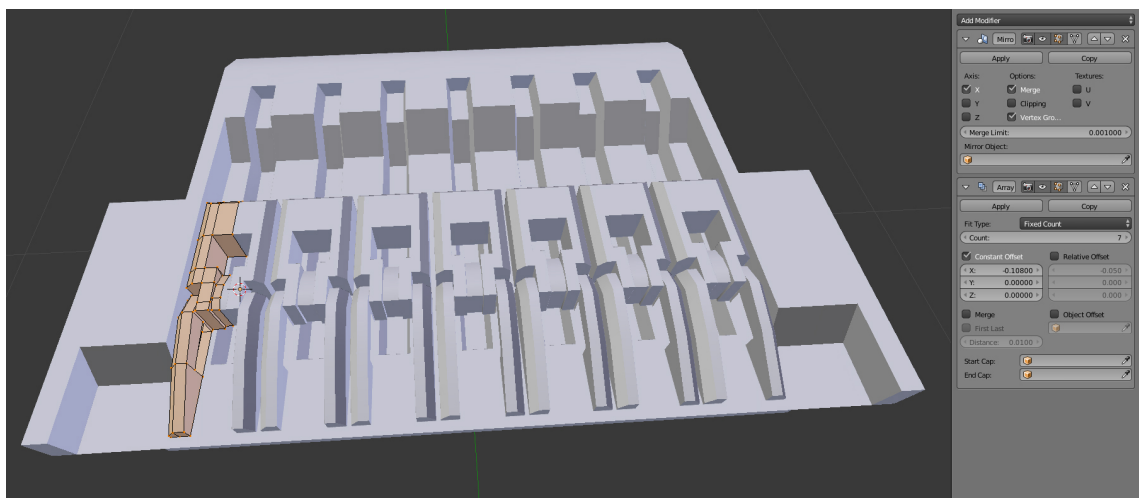


Kuva 16. Tallapalojen mallintamista varten tehtyä kuutiota on kopioitu array-muuntimella.

Mallinsin tallapalan loppuosan käyttäen referenssinä useita kuvia erilaisista kellovistä talloista. En yrittänyt tehdä tallasta täysin realistista vaan pikemminkin realistisen näköisen. Koska tallapala on symmetrinen X-akselilla, lisäsin vielä tallapalaan peili-muuntimen, jonka avulla minun tarvitsi mallintaa vain toinen puoli palasta. Peili-muuntimen lisääminen array-muuntimen jälkeen sekoitti mallin ja korjatakseni tilanteen vaihdoin muuntimien järjestyksen (kuva 17). Näin Blender tekee ensin mallista peilauksen X-akselilla ja vasta sen jälkeen luo kopiot peilatusta mallista (kuva 18).



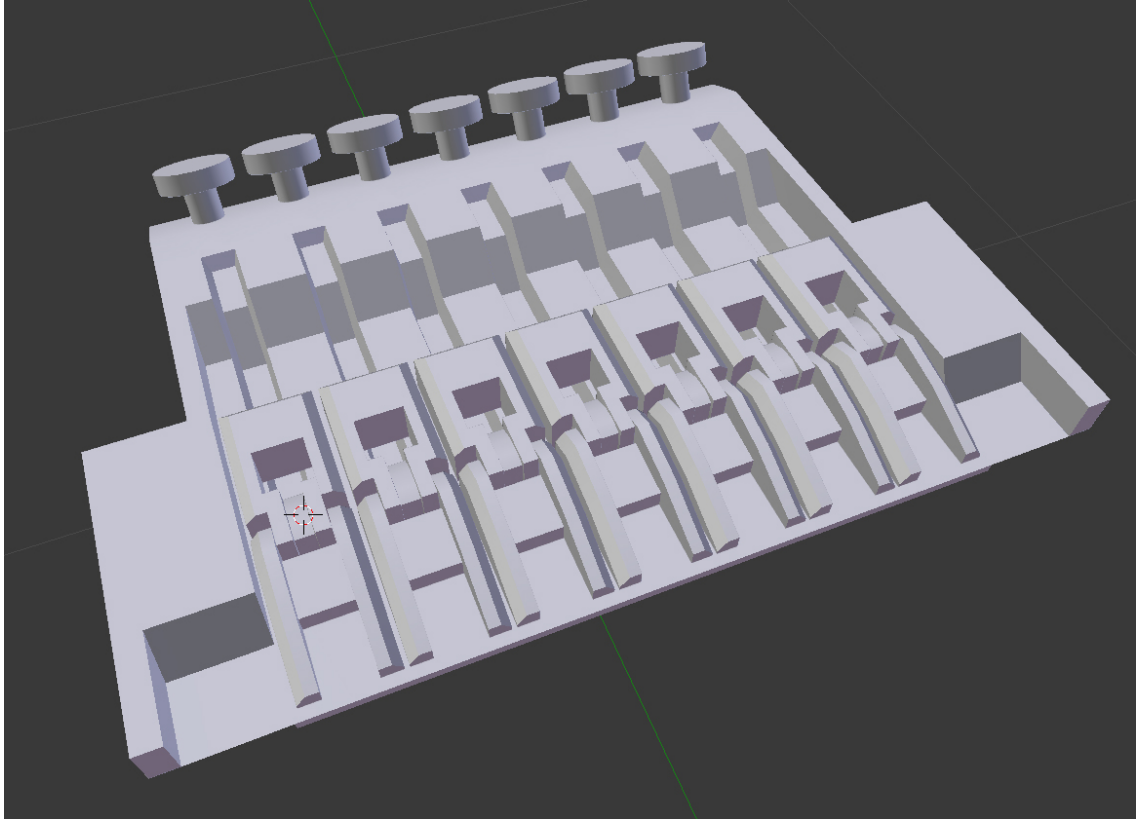
Kuva 17. Tallapalaan on lisätty mirror-muunnin array-muuntimen jälkeen, jonka vuoksi muunnin ei toimi odotetusti.



Kuva 18. Muuntimet on järjestetty oikeassa reunassa näkyvässä listassa oikein.

Tallapalan mallintamisessa meni enemmän aikaa mitä odotin, sillä vaikka siinä ei ole juurikaan pyöreitä muotoja on sen geometriassa paljon pieniä kulman vaihdoksia. Lisäsin samaan tallapalan objektiin erikseen mallinnetun vireen hienosäätö-nappulan, joka tulee aivan tallan rungon päähän (kuva 19). Samoin lisäsin tallapalan etuosassa olevan mutterin, joka pitää tallapalan paikoillaan itse tallapalan objektiin. Tällä tavoin menetellen jo aiemmin tehty array-muunnin kopioi hienosäätö -nappulan ja mutterin oikeisiin paikkoihin. En kuitenkaan muistanut lisätä ennen nappulan ja mutterin tekoa peili-muunninta tallapalaan,

joka johti myös nappulan ja mutterin peilaantumiseen X-akselilla. Erotin nappulan ja mutterin erilliseksi objektiksi ja lisäsin peili-muuntimen tallapalaan jonka jälkeen yhdistin nappulan ja mutterin uudelleen tallapalaan.



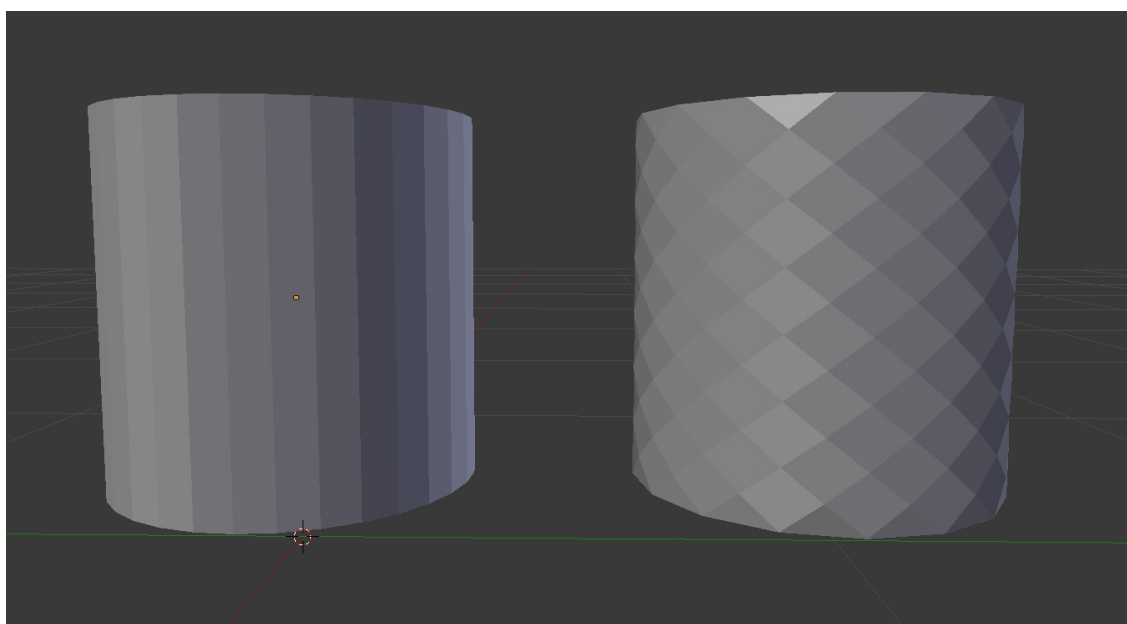
Kuva 19. Vireen hienosäätöä varten olevat nappulat on mallinnettu tallan päähän.

5.2.5 Äänenvoimakkuus- ja äänensävy-nappulat

Sekä äänenvoimakkuus- että äänensävy -nappulat sijaitsevat kitaran rungossa mikrofonien ja tallan alapuolella. Päätin jo etukäteen että nappuloissa tulee olemaan kohokuviointi -tekstuuri. Koska lopullisessa mallissa kohokuvioinnin toteuttaminen geometrian avulla lisäisi polygonimäärää huomattavasti, päätin tehdä sen käyttämällä hyväksi normaalikarttaa.

Ensimmäisenä mallinsin nappulan perusmuodon, jonka aloitin tekemällä sylinterin muodon. Tein yläreunaan pienen pyöristuksen ja mallinsin alaosan siten että sylinterin muoto on pienempi nappulan alaosan ja kitaran rungon välillä. Normaalikarttaa varten mallinsin erillisenä objektina kohokuvioinnin, joka tulee sy-

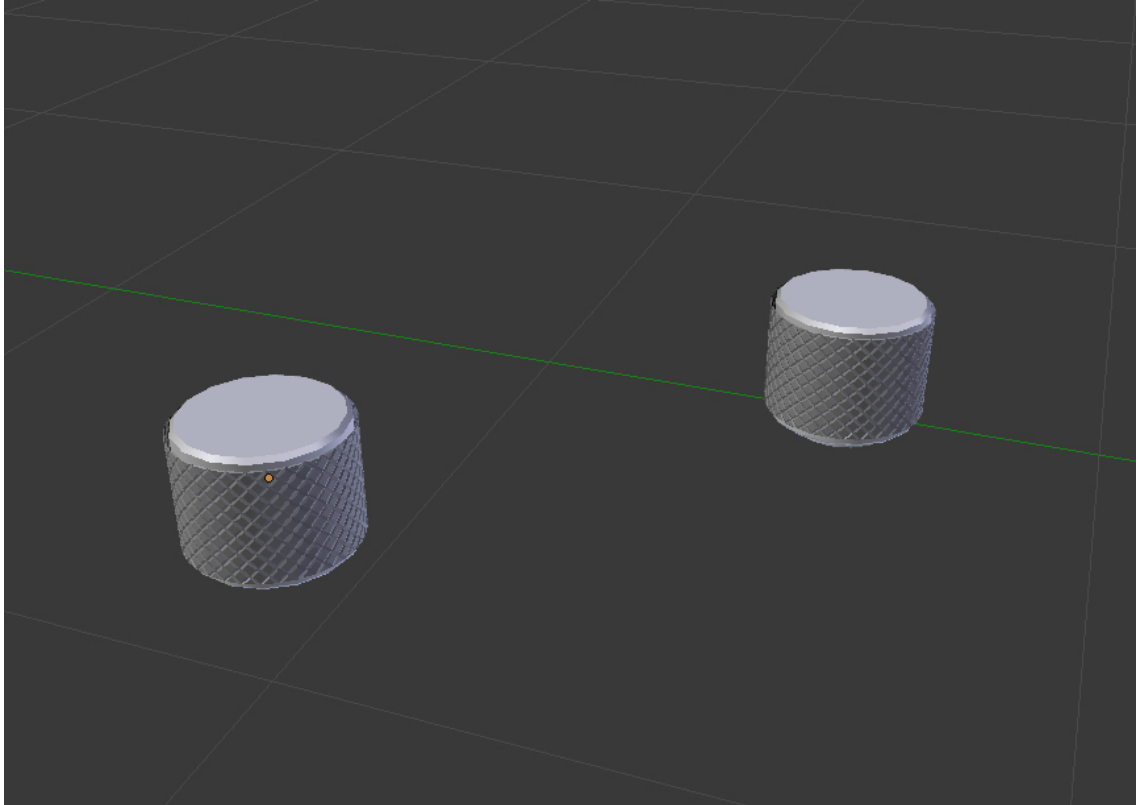
linterin ympärille. Tein aluksi nappulan korkuisen sylinterin johon lisäsin uusia reunoja tasaisin välein saadakseni aikaan sylinterin sivuille tasaisen neliön muotoisia polygoneja. Poistin myös samalla sylinterin ylä- ja alaosassa olleet polygonit. Lisäsin malliin desimointi-muuntimen, joka on tarkoitettu polygonimäärän vähentämiseen. Muunnin yrittää vähentää polygonien määrää mallissa samalla yrittäen pitää mallin muodon samanlaisena. Tässä tapauksessa itsetarkoituksena ei kuitenkaan ollut polygonimäärän pienentäminen vaan muuntimen tekemän polygonien vähentämisen aiheuttama geometrian muutos. Kun vaihdoin desimointi-muuntimen moodin collapsesta un-subdivideksi ja iteraation arvoksi numeron yksi poisti muunnin polygoneista noin puolet ja jäljelle jääneet polygonit muodostivat haluamani neliskulmaisen timanttikuvion (kuva 20). Lisäsin tämän jälkeen muuntimen, jotta pystyisin muokkaamaan polygoneja.



Kuva 20. Vasemmalla alkuperäinen sylinteri ja oikealla kopio sylinteristä johon käytetty desimointi-muunninta.

Valitsin kaikki polygonit ja inset-työkalua käyttäen loin uusia polygoneja. Inset-työkalu luo valitusta polygonista uuden polygonin, jota samalla voidaan skaalata pienemmäksi tai suuremmaksi. Tämän jälkeen tein vielä valittuina olevista polygoneista hieman korkeampia suhteessa muihin ympäröiviin polygoneihin saadakseni aikaan kohokuvion. Tässä vaiheessa mallintamisosuus normaalikarttaa varten oli valmis. Lopuksi tein vielä mallinnetusta nappulasta ja kohokuvioinnis-

ta kopion ja siirsin sen alkuperäisen mallin viereen toiseksi nappulaksi (kuva 21).

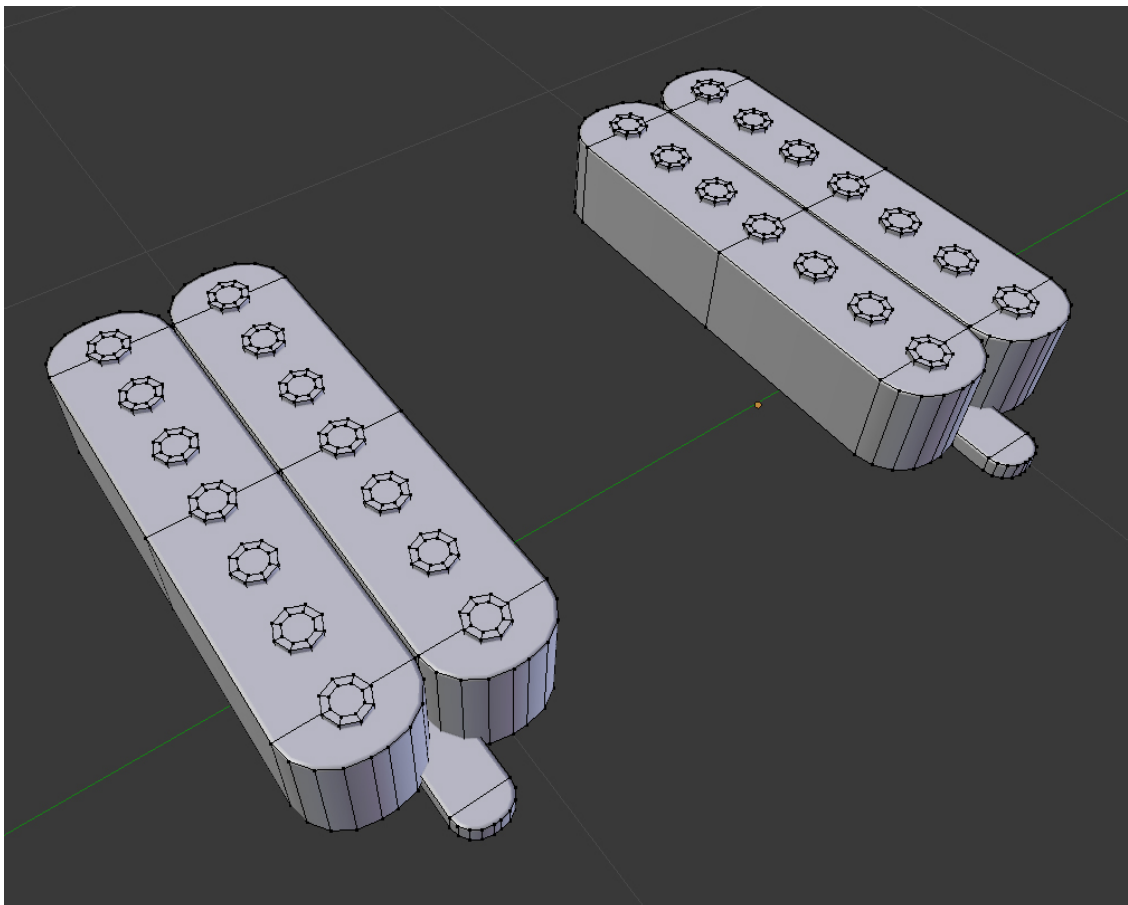


Kuva 21. Valmiit äänenvoimakkuus- ja äänensävy -nappulat.

5.2.6 Mikrofonit

Päätin tehdä kitaraan kaksi kappaletta mikrofoneja. Mikrofonit ovat muodoltaan suorakulmioita joiden reunat ovat pyöristettyjä. Koska mikrofoni on symmetrinen, tein aluksi neliön, johon lisäsin peili-muuntimen. Asetin muuntimen peilamaan sekä X- että Y-akseleita, jonka vuoksi minun tarvitsi mallintaa vain yksi neljäsosa mikrofonista muuntimen kopioidessa loput mikrofonista. Mallinsin neliön alaspäin saaden aikaan kolmiulotteisen suorakulmion muodon. Pyöristetyt reunat tein valitsemalla suorakulmion reunan ja käyttämällä siihen bevel-työkalua. Bevel-työkalu toimii samoin kuin bevel-muunnin, mutta sen tekemät muutokset geometriaan ovat pysyviä. Bevel-työkalun käyttö muutti kitaran mikrofonin päällyspuolen nelisivuisen polygonin monisivuiseksi polygoniksi. Tämä ei kuitenkaan aiheuttanut ongelmia heijastusten kanssa, sillä mikrofonin pääl-

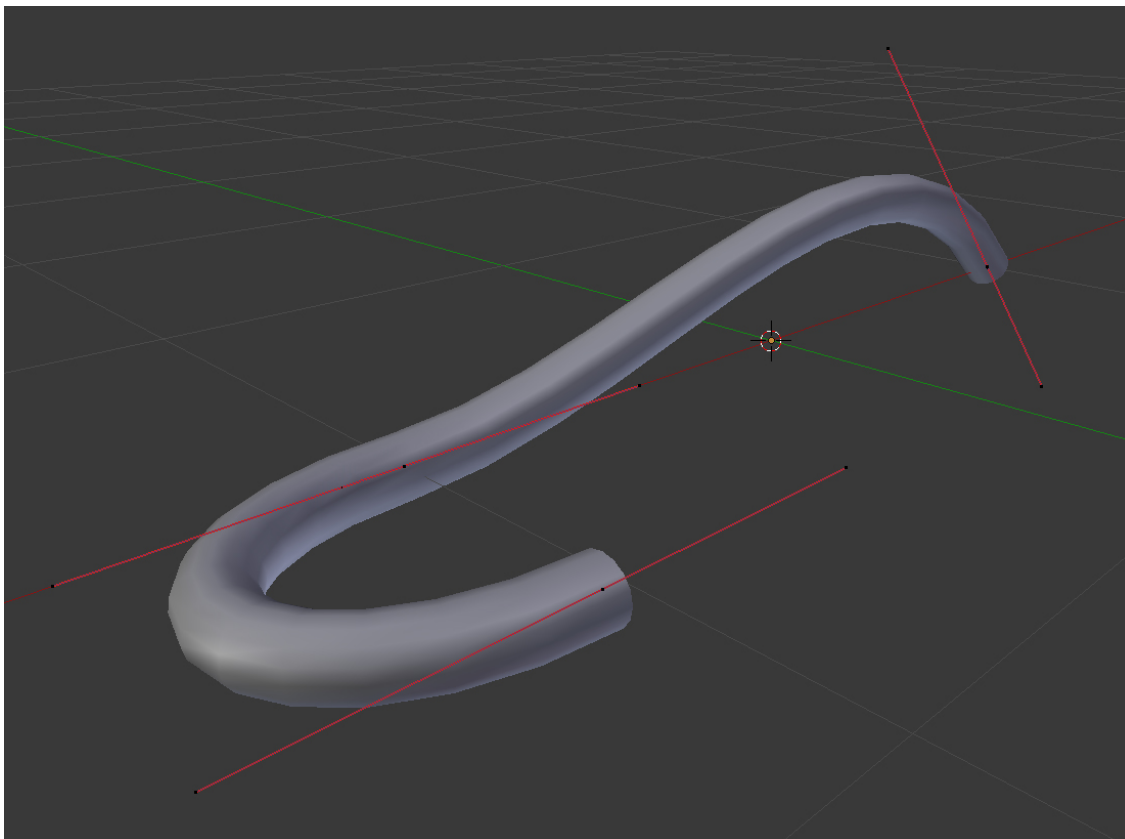
lysosa on täysin tasainen. Mikrofonin päällä näkyvät metalliset palat tein luomalla sylinterin, jota kopioin array-muuntimella samalla tavoin kuin kitaran tallaa tehdessäni (kuva 22).



Kuva 22. Valmiit mikrofonit.

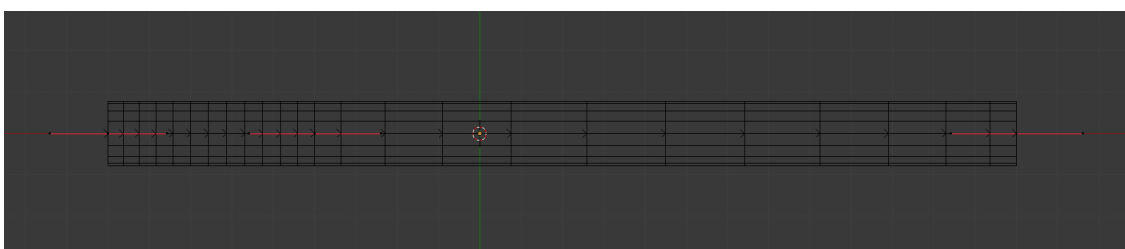
5.2.7 Kielet

Tein kitaran kielet käyttäen bézier-käyriä. Bézier-käyrässä vähintään kahden pisteen välille piirretään käyrä, jota hallitaan pisteiden kahvoja käyttämällä. Blenderissä bézier-käyrän ympärille voidaan helposti luoda polygoneja, jolloin lopputuloksena on putki (kuva 23). Koska kielet ovat täysin pyöreitä, oli niiden tekeminen bézier-käyriä käyttäen mielestäni hyvä ratkaisu. On syytä huomata, että bézier-käyrän muodostamia polygoneja ei voida muokata ennenkuin se on muunnettu polygoniobjektiksi. Kun tämä muunnos on tehty, ei käyrää voida enää hallita kahvoja ja pisteitä käyttämällä vaan yksittäisiä polygoneja manipuloimalla.



Kuva 23. Bézier-käyrällä tehty putki.

Toinen huomionarvoinen seikka on se, että polygonien tiheys bézier-käyrässä on sama jokaisen toisiinsa yhteydessä olevan pisteen välillä. Näin ollen 3-pisteisessä bézier-käyrässä, jossa ensimmäisen ja keskimmäisen pisteen väli on pienempi kuin keskimmäisen ja viimeisen pisteen väli on käyrän pituuteen suhteutettuna enemmän polygoneja alkupäässä kuin loppupäässä (kuva 24).

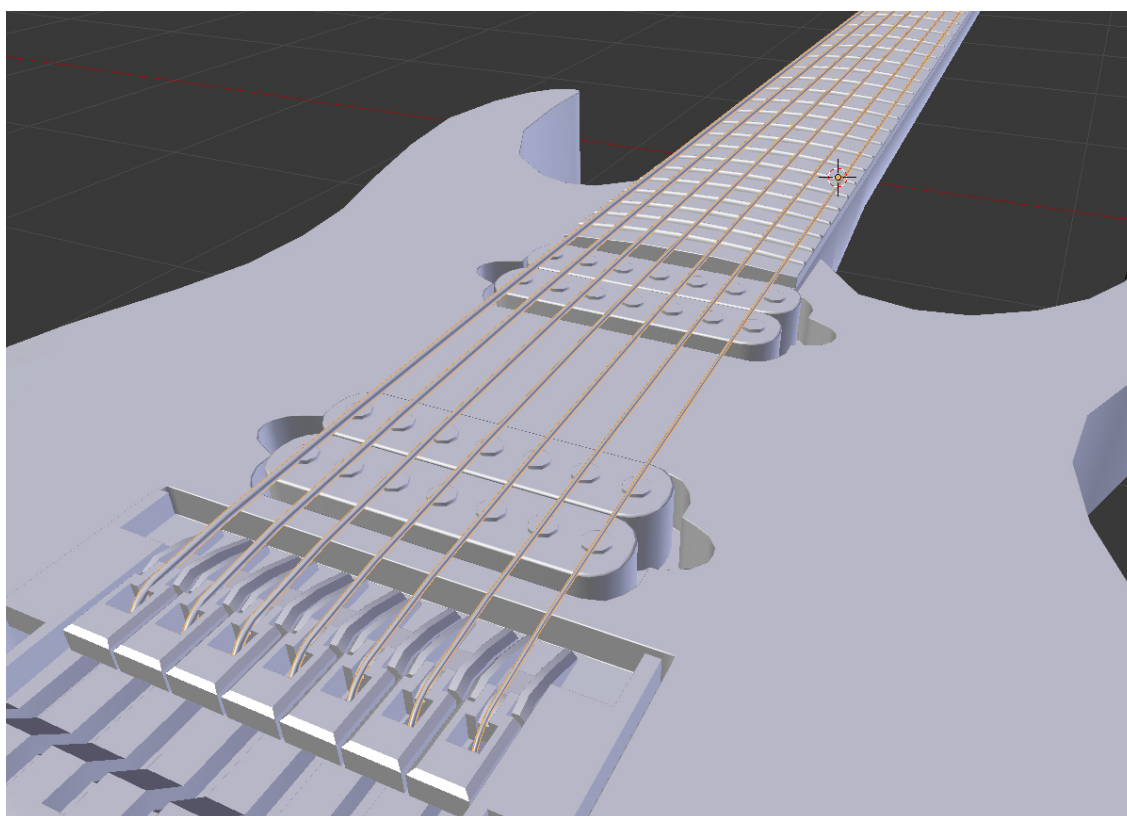


Kuva 24. Bézier-käyrän toisessa on päässä on tiheimmin polygoneja.

Loin uuden bézier-käyrän ja asetin sen ensimmäisen pisteen kitaran tallan sisälle aukkoon, josta kieli kulkee kitaran rungon läpi. Toisen pisteen asetin virityskoneiston tapin viereen. Loin näiden kahden pisteen välille uuden pisteen jonka asetin tallassa siihen kohtaan, jossa kieli taittuu kohti kaulaa ja viritys-

koneistoa. Tässä vaiheessa huomasin että aiemmin mainitusta syystä se kohta kielestä, joka menee kaulan yli, oli polygonimäärältään huomattavasti pienempi kuin se kohta, joka tuli rungon ja tallan läpi. Lisäsin uusia pisteitä tasaisesti kaulan yllä menevään kohtaan käyrästä. Samalla sain lisäpisteitä, joita säätämällä sain säädettyä kielen korkeutta suhteessa otelautaan.

Tekemällä lisäpisteitä pyöritin kielen virituskoneiston ympäri. En kiinnittänyt erityistä huomiota siihen että kieli tulisi realistisesti virituskoneiston tapin ympärille, sillä kyseessä oli melko pieni yksityiskohta. Kun ensimmäinen kieli oli valmis, tein siitä kopion ja siirsin sen seuraavan kielen kohdalle. Säädin tämän uuden kielen bézier-käyrää, kunnes kieli oli oikealla paikallaan. Toistin saman operaation loppujen kielten kohdalla, kunnes olin saanut tehtyä kaikki kielet. Lopuksi yhdistin kaikki bézier-käyrät, jonka jälkeen muunsin sen polygoniobjektiksi (kuva 25).



Kuva 25. Valmiit kitaran kielet.

5.3 UV-kartoitus

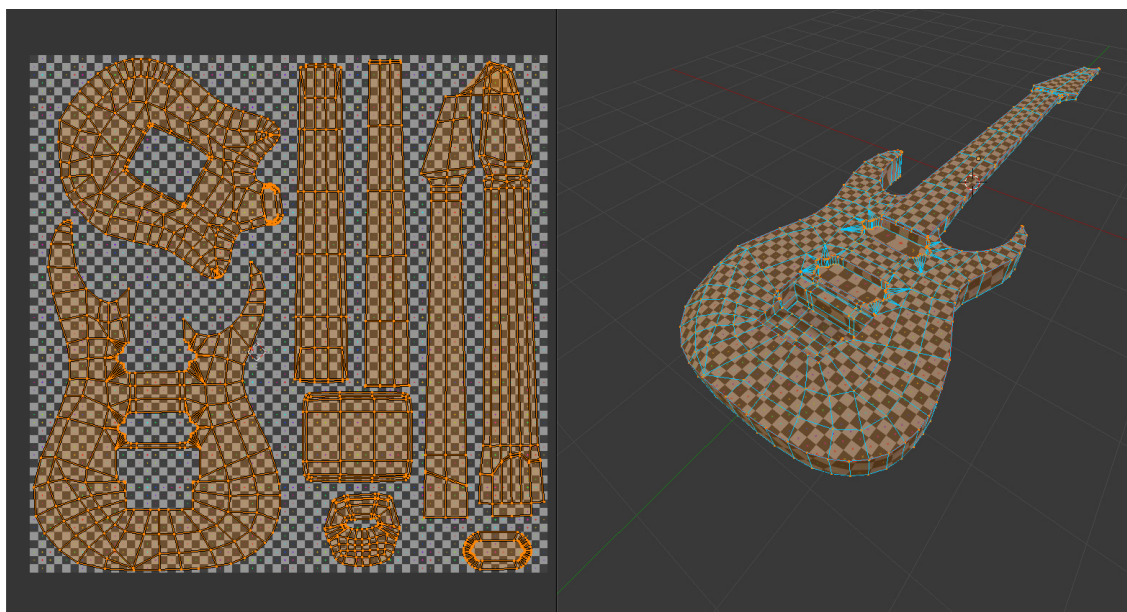
Aloitin UV-kartan tekemisen kun olin varma, ettei mallin geometriaan tule muutoksia. Koska UV-kartan tarkoituksena on levittää mallin geometria kaksiulotteiseksi tasoksi, joudutaan geometrian muuttumisen jälkeen tekemään UV-kartta uudelleen. Ennen UV-kartoituksen aloittamista päätin, että teksturoin kitaran rungon, kaulan, otelaudan sekä lavan Photoshopissa käyttäen oikeasta puusta otettuja valokuvia tekstuurina. Muut osat teksturoin käyttämällä Blenderin tekstuurimaalaus-ominaisuutta, jota käyttämällä voidaan hiirellä tai piirtopöydällä piirtää värejä suoraan 3D-näkymässä mallin päälle. Myös tekstuurimaalauksen käyttö vaatii UV-kartoituksen tekemisen maalattavista objekteista. On kuitenkin syytä huomata, että mikäli objektin tekstuuri tehdään pelkkää tekstuurimaalauksella käyttämällä, ei UV-kartan hienosäätöön tarvitse käyttää paljoa aikaa. Tämä johtuu siitä, että tekstuurin piirtäminen tapahtuu 3D-näkymässä eikä esimerkiksi Photoshopissa jossa objektista tehty mahdollisimman hyvin levitetty UV-kartta nopeuttaa teksturointia. Näin ollen päätin käyttää rungon, kaulan, otelaudan ja lavan kartoitukseen Unwrap-toimintoa ja muihin osiin Smart UV Project-toimintoa.

Päätin että kitaran runko, metalliosat, mikrofonit ja kielet käyttävät omia tekstureitaan. Tästä johtuen yhdistin kitaran rungon ja kaulan yhdeksi objektiksi. Tein saman metalliosille ja vielä erikseen kielille. UV-karttaa tehdessä kiinnitin alussa huomiota saumoihin, jotka määrittävät mistä kohden kolmiulotteisen mallin geometria katkaistaan. Saumoja on pakko käyttää, mikäli halutaan luoda käytökelpoinen UV-kartta.

Ennen rungon ja kaulan UV-kartoituksen aloittamista tein Blenderissä UV-kartoitusta helpottamaan tarkoitettun ruudukkotekstuurin. Tekstuuri paljastaa hyvin selkeästi UV-kartan venymät ja auttaa näin UV-kartan teossa. Mikäli UV-kartassa on venymiä, myös myöhemmin mallissa käytettävät tekstuurit venyvät samoista kohden. Asetin tehdyn ruudukkotekstuurin yhdistetyn rungon ja kaulan materiaaliksi ennen saumojen leikkausta. Leikkasin saumoja käyttämällä kitaran rungon ja kannen irti toisistaan sekä myös lavan päällysosan ja alaosan. Tein saumat samalla tavalla myös kitaran otelautaan ja kaulaan. Tein otelaudan ja

kaulan päihin myös pystysuuntaiset saumat, jotta UV-kartta levittyy mahdollisimman tasaisesti. Näin sain eri materiaaleista koostuvat kitaran osat erilleen toisistaan teksturointia varten. Huomasin ruudukkotekstuurissa venymiä rungon mikrofonisyvennyksen ympärillä, joten tein syvennyksen kulmiin saumat. Tekstuurin venyminen vähentyi hieman muttei poistunut kokonaan.

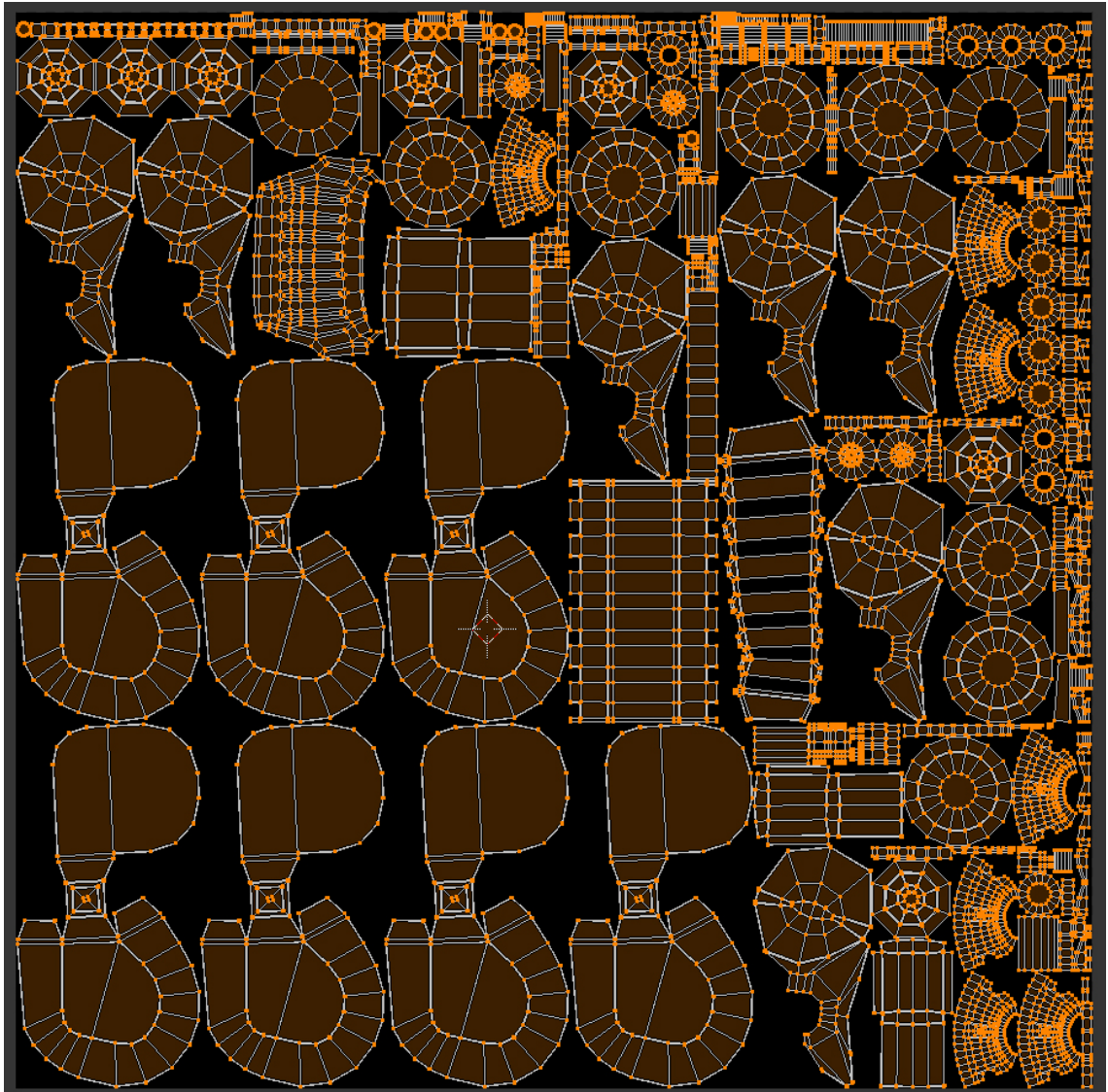
Kokeilin saumojen tekoa eri kohtiin syvennyksiä, mutta en saanut venymää kokonaan pois. Päädyin lopulta ratkaisuun, joka tuotti vähiten venymistä. Totesin, että venymä oli niin pieni että sitä on todella vaikea havaita. Asettelin vielä tehdyt UV-kartat Blenderin UV-editorissa siten, että ne käyttävät mahdollisimman paljon tilaa (kuva 26). Näin saadaan hyödynnettyä mahdollisimman paljon tekstuurin pinta-alasta.



Kuva 26. Vasemmalla kitaran UV-kartta ruudukkotekstuurin päällä. Oikealla kitaran malli teksturoituna samalla ruudukkotekstuurilla.

Tein seuraavaksi loppujen osien, poislukien kielet, UV-kartoituksen Smart UV Project –toiminnolla. Toiminnossa on mahdollista määritellä miten UV-kartta lasketaan ja levitetään viereisten polygonien reunojen kulmien perusteella. Kokeilin erilaisia kulma-arvoja, mutta totesin että oletusasetuksena oleva 66 asteen kulma toimii hyvin tarkoituksiini. Tuloksena syntynyt UV-kartta hyvin sekavan näköinen eikä siitä voida nopeasti erottaa eri osia, mutta se ei ole ongelma

sillä teksturointivaiheessa käytettävä tekstuurimaalaus -tekniikassa tekstuuri maalataan suoraan 3D-mallin päälle eikä itse UV-kartan päälle (kuva 27).



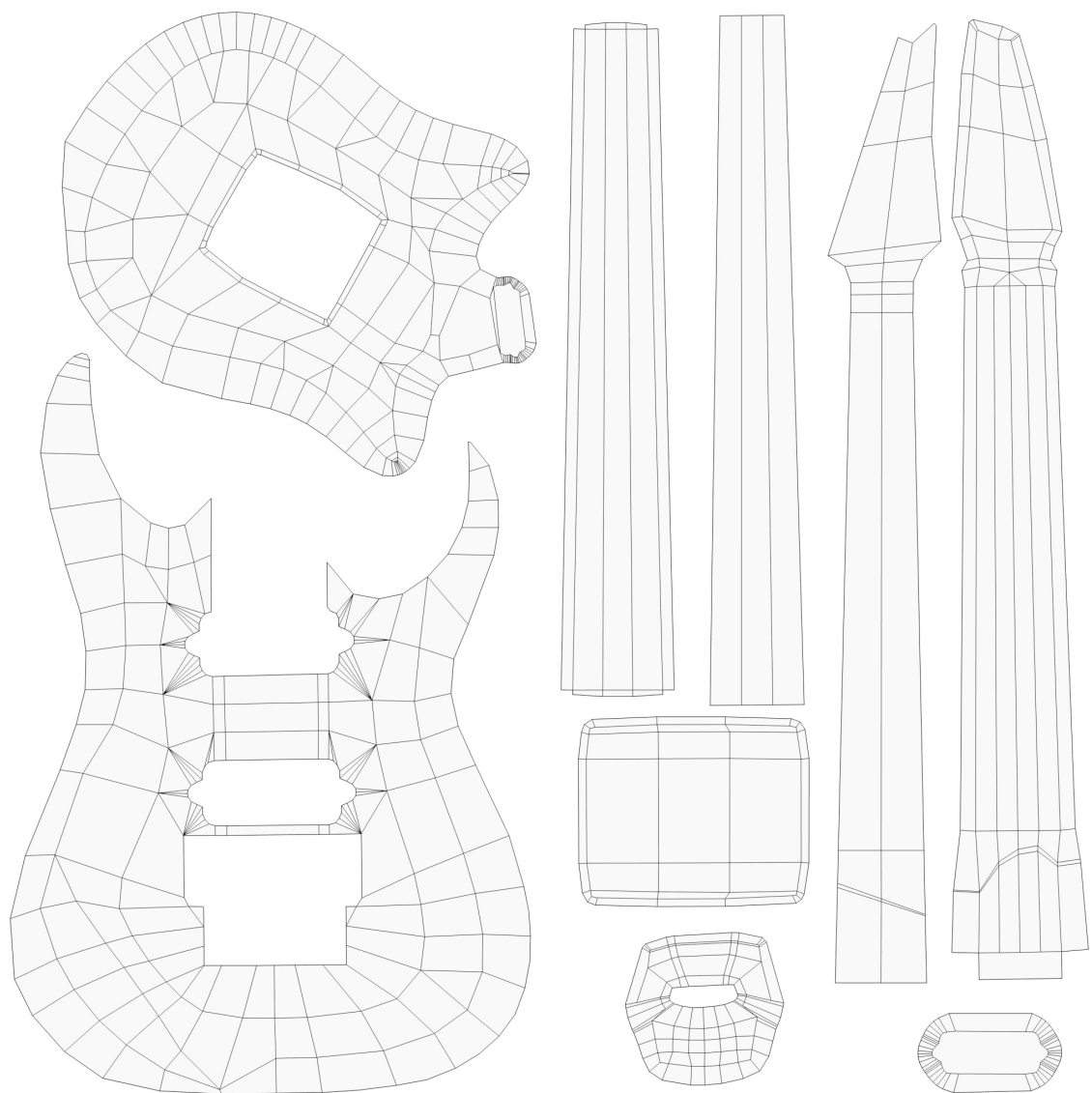
Kuva 27. Metalliosien UV-kartta.

5.4 Teksturointi

5.4.1 Alkuvalmistelut

Tallensin kitaran rungosta, kaulasta, otelaudasta ja lavasta tekemäni UV-kartan Export UV Layout –toimintoa käyttämällä, joka tallentaa aiemmin levitetyn UV-kartan kuvana. UV-kartan reunat ovat tallennetussa kuvassa mustia ja tausta on täysin läpinäkyvä (kuva 28). Tallennusvaiheessa määritellään myös kuvan koko. Oletuksena Blender tallentaa kuvan koossa 1 024 x 1 024 pikseliä, mutta

vaihdoon kooksi 4 096 x 4 096 pikseliä, sillä päätin tehdä alkuperäiset tekstuurit suuremmassa koossa kuin lopulliset, jotta voisin tarpeen mukaan pienentää tekstuureja. Muiden osien UV-karttaa ei tarvitse tallentaa erillisenä kuvana, sillä tekstuuri tehdään suoraan Blenderissä. Tätä varten loin UV-kartan ollessa valittuna Blenderin UV-editorissa uuden kuvan jonka koko on 4 096 x 4 096 pikseliä. Näin tekstuurimaalaus-toimintoa käytettäessä tehtävä tekstuuri piirtyy suoraan juuri luodun kuvan päälle. Rungon ja otelaudan teksturoinnissa käytin hyväksi toimeksiantajan kuvapankkia. Tein ensimmäisenä väritekstuurit ja sen jälkeen tarpeen mukaan heijastus- ja normaali -tekstuurit.

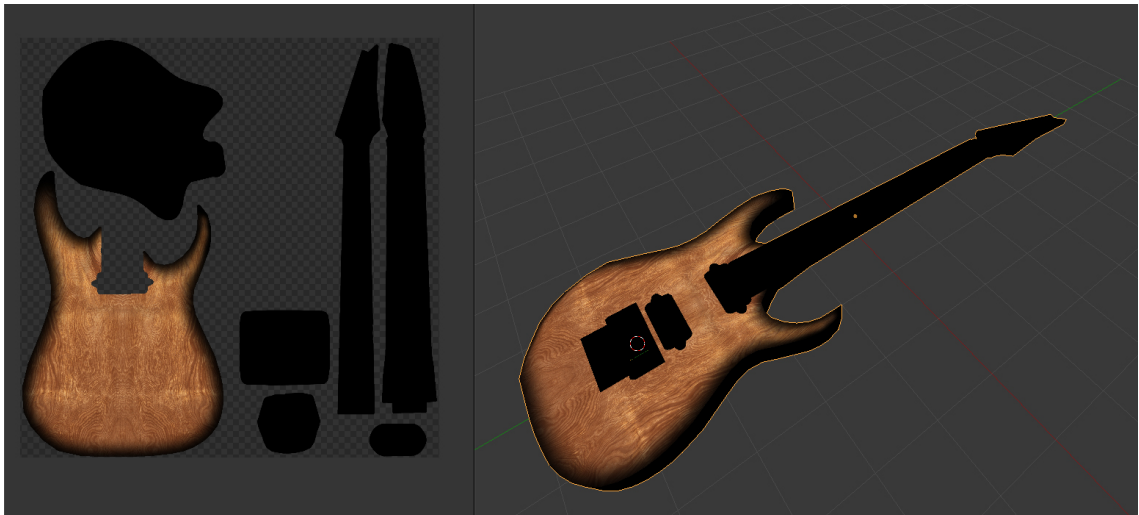


Kuva 28. Tallennettu UV-kartta.

5.4.2 Runko

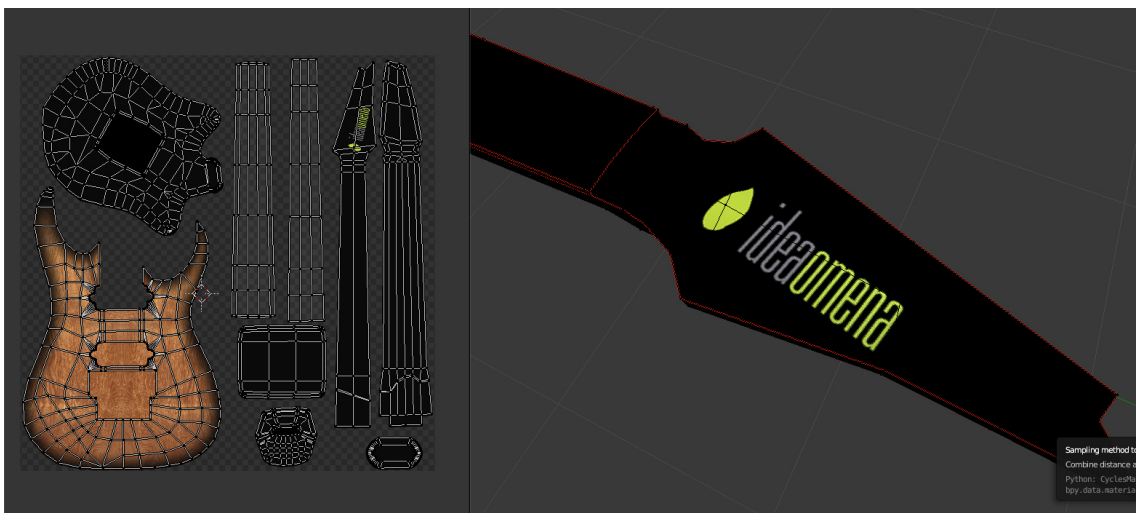
Avasin rungosta, kaulasta, otelaudasta ja lavasta tehdyn UV-kartan pohjan Photoshopissa. Tallensin jo tässä vaiheessa tyhjän tekstuurin Photoshopin .psd-tiedostomuodossa ja asetin tallennetun kuvan Blenderissä rungon tekstuuriksi. Näin pystyin tarkastelemaan tehtävää tekstuuria myös varsinaisen 3D-mallin päällä tallentamalla .psd-tiedoston muutosten jälkeen ja päivittämällä tekstuurin Blenderissä. Oman kokemuksen mukaan on helpompaa tehdä tekstuuria pienissä osissa ja tarkastella säännöllisesti miltä se näyttää mallin päällä.

Päätin teksturoida kitaran päällysosan puutekstuurilla. Kitaran rungon alaosan, kaulan ja lavan materiaaliksi valitsin mustan maalin. Etsin kuvapankista muutamien vaihtoehtojen puutekstuuriksi. Löydettyäni sopivan kuvan avasin sen Photoshopissa uudelle tasolle UV-kartan pohjan alle. Asettelin kuvan UV-kartan mukaisesti kitaran rungon päällysosan kohdalle. Esteettisistä syistä tein puutekstuurista kopion ja peilasin sen, jonka jälkeen asettelin puutekstuurit vierekkäin ja yhdistin tasot. Koska puutekstuuri oli suurempi kuin kitaran päällysosan UV-kartta, päätin maskata tekstuurin päällysosan yli menevän osuuden pois. Siirsin vielä tekstuuria siten, että sen keskikohta oli samassa linjassa kitaran päällysosan kanssa. Maalasin rungon alaosan, kaulan ja lavan täysin mustaksi. Tarkastelin tekstuuria Blenderissä ja huomasin että yläosan puutekstuurin ja alaosan mustan värin reunus oli tökerön näköinen. Tein uuden tason puutekstuurin päälle ja maalasin piirtopöytää käyttämällä päällysosan reunoja mukaillen mustalla vaihdellen maalaustyökalun vahvuutta. Näin sain aikaan yläosan puutekstuurin reunan tummemmaksi, joka häivytti puutekstuurin ja mustan maalin reunusta hyvin miellyttävästi (kuva 29).



Kuva 29. Photoshopissa tehty puutekstuuri kitaran päällä.

Päätin asettaa Ideaomenan logon kitaran lapaan. Sain Ideaomenan logon suoraan toimeksiantajalta vektorimuodossa, jonka muunsin .png-tiedostomuotoon Adobe Illustratorissa. Avasin tallennetun logon Photoshopissa jo tekemäni tekstuurin päälle uuteen tasoon ja siirsin sen lavan päälle. Pienensin logoa sopivamman kokoiseksi ja tarkastelemalla sen sijoitusta 3D-mallin päällä asettelin sen Photoshopissa sopivalle paikalle (kuva 30).



Kuva 30. Ideaomenan logo kitaran lavassa.

Halusin kitaran otelaudan tekstuuriin olevan ruusupuuta. Sopivan kuvan löytäminen ruusupuusta osoittautui yllättävän vaikeaksi toimeksiantajan kuvapankista. Suurin osa kuvista oli otettu liian läheltä, jolloin puutekstuuri olisi näyttänyt kitaran otelaudassa suhteettoman suurelta. Toinen ongelma oli kuvien kirkkau-

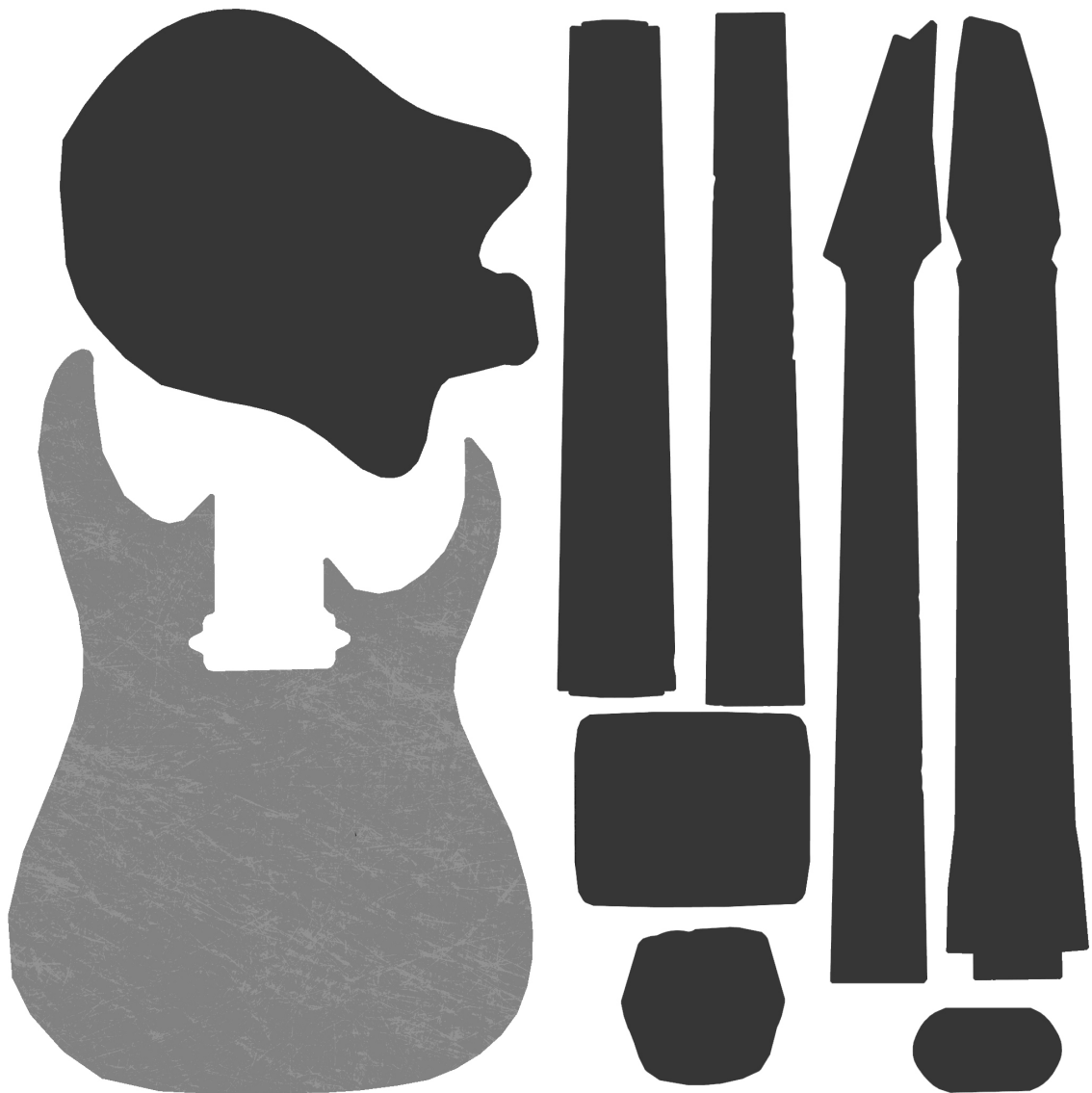
nessa, sillä osa kuvista oli liian tummia. Löysin pitkän etsimisen jälkeen sopivan kuvan ruusupuusta, jonka tallensin ja avasin Photoshopissa uutena tasona jo tekemäni tekstuurin päälle. Toimin samoin kuin rungon puutekstuurin kanssa, eli siirsin kuvan oikealle paikalleen kitaran otelaudan UV-kartan päälle ja maskasin sen reunat mukailemaan otelaudan UV-karttaa. Tallensin tekstuurin ja tarkastellessani sitä Blenderissä huomasin että otelaudan ruusupuutekstuuri oli niin tumma, etteivät puun syyt juuri erottuneet. Referenssikuvista huomasin, että ruusupuusta tehty otelauta on melko tummansävyinen, mutta käyttämäni ruusupuun tekstuuri oli huomattavasti tummempi kuin ruusupuun referenssikuvissa. Nostin Photoshopissa ruusupuun kuvan kirkkautta ja tallensin kuvan, jonka jälkeen tarkastelin tekstuuria Blenderissä. Toistin operaatiota, kunnes otelaudan ruusupuutekstuuri oli mielestäni sopivan kirkas suhteessa muuhun kitaran (kuva 31). Tämä menetelmä ei luo täysin realistista tekstuuria otelaudan ruusupuulle, mutta se ei haitannut koska tavoitaneena ei ollut alunperinkään tehdä täysin fotorealista mallia vaan esteettisesti miellyttävä malli.



Kuva 31. Otelaudalle tehty ruusupuutekstuuri.

Tein kitaran rungolle ja sen osille myös heijastustekstuurin, jonka tarkoituksena oli imitoida kitaran lakkapinnassa olevia pieniä naarmuja. Heijastustekstuuri on täysin mustavalkoinen, jossa mustat osat eivät heijasta ollenkaan valoa ja valkoiset osat heijastava valoa mahdollisimman paljon. Avasin rungosta ja sen osista tehdyn UV-kartan pohjan uudeksi kuvaksi Photoshopiin ja aloin etsiä kuvapankista tekstuuria naarmuista. Toinen vaihtoehto olisi maalata käsin naar-

mut kuvaan, mutta ajattelin valmiin tekstuurin käyttämisen säästävän aikaa. Löysin lopulta sopivan kuvan ja avasin sen UV-kartan pohjan päälle. Koska halusin vain kitaran rungon päällysosan olevan naarmuinen, maskasin naarmutekstuurin pois kaikkialta muualta paitsi kitaran rungon päältä. Maalasin muut UV-kartan osat harmaalla, jotta ne heijastaisivat valoa jonkin verran (kuva 32).



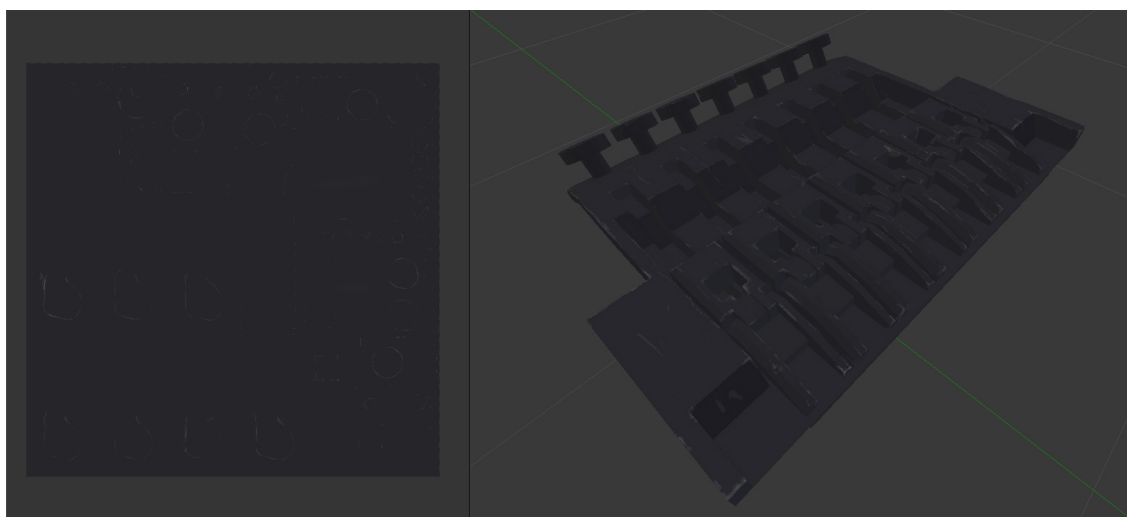
Kuva 32. Kitaran heijastustekstuuri.

5.4.3 Metalliosat

Tein kitaran metalliosien teksturoinnin käyttämällä Blenderin tekstuurimaalaus-toimintoa. Tekstuurimaalaus-toiminnossa maalataan hiirtä tai piirtopöytää käyttämällä halutulla värillä suoraan mallin päälle. Tehty maalaus piirtyy aiemmin

tehtyyn tyhjään kuvaan, joka voidaan tallentaa. Tehdyn kuvan päälle voidaan myös maalata eri väreillä, mikä on hyödyllistä mikäli halutaan esimerkiksi tekstuurille yhtenäinen pohjaväri. Käytin tässä vaiheessa piirtopöytää, sillä Blender mahdollistaa useissa piirtopöydissä toimintona olevan paineentunnistuksen hyväksikäytön. Blenderissä voidaan määrittää tekstuuria maalatessa paineentunnistuksen säätävän siveltimen kokoa tai maalattavan värin intensiteettiä.

Halusin metalliosien näyttävän siltä, että ne on maalattu mustalla värillä, mutta maali on hieman kulunut osien reunoista. Maalasin aluksi kaikki metalliosat täysin mustaksi suurella siveltimen koolla. Blenderin tekstuurimaalaus-toimintoa käytettäessä voidaan siveltimen väriä vaihtaa nopeasti kahden värin välillä pikänapäintä käyttäen. Asetin toiseksi väriksi metalliosien mustan värin ja toiseksi väriksi harmaan. Harmaata väriä käyttäen aloin maalaamaan metalliosien reunoja tehdäkseeni reunoista kuluneen näköiset. Hallitsin siveltimen kokoa paineentunnistuksella. Pidin värin intensiteetin pienenä, jotta pystyin paremmin hallitsemaan maalausjälkeä. Yritin kiinnittää huomiota siihen, mitkä kohdat metalliosista voisivat oikeastikin olla kuluneita. Yleisesti ottaen tein terävistä ulkokulmista kuluneen näköisiä. Maalasin harmaalla myös pienempiä kohtia täysin tasaisiin kohtiin (kuva 33).



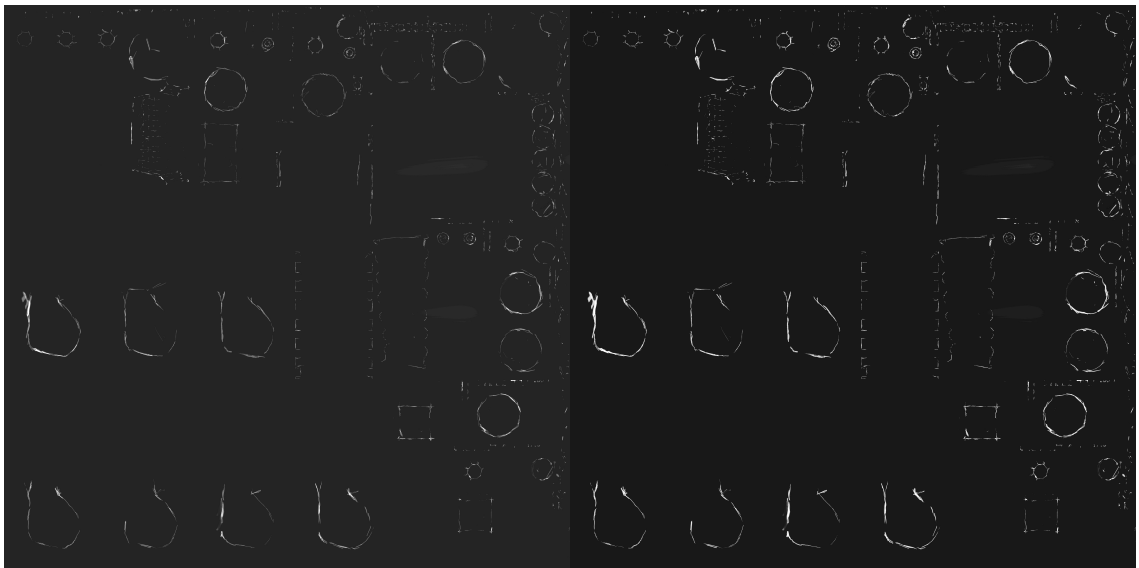
Kuva 33. Kitaran tallan väritekstuuri.

Tekstuurimaalauksesta tehdessä huomasi, että joihinkin kohtiin mallia oli ilmestynyt harmaita viiruja. Tämä johtui siitä, että maalatessa sivellin vaikuttaa kaikkiin niihin kohtiin, joiden päällä sivellin on. On mahdollista maalata sellaistenkin koh-

tien päälle, joita ei haluaisi maalata, mikäli 3D-näkymän kuvakulma on sopiva. Korjasin vahingossa maalaamiani kohtia mustalla värillä ja kiinnitin tarkemmin huomiota 3D-näkymän kuvakulmaan maalatessani eri kohtia metalliosista.

Maalattuani metalliosat huomasin niiden pohjaväriä olevan mustan olevan hieman liian tumma suhteessa kitaran muihin osiin. Koska Blenderissä ei ole mahdollista säätää suoraan kuvan kirkkautta, tallensin maalaamani tekstuurin .png-tiedostomuodossa ja avasin sen Photoshopissa. Nostin tekstuurin kirkkautta Photoshopissa asteittain välillä tarkastaen tekstuurin Blenderissä, kunnes lopputulos oli miellyttävä. Loppujen lopuksi tekstuurin kirkkautta ei tarvinnut nostaa kovinkaan paljoa ja metalliosat näyttävät mustalta, vaikka ne eivät ole todellisuudessa täysin mustia.

Samoin kuin kitaran rungolle halusin tehdä myös metalliosille heijastustekstuurin, joka heijastaa valoa enemmän niissä kohdoin, missä maali on kulunut. Tekstuurin teossa käytin hyväksi jo tekemääni tekstuuria metalliosille. Tein kopion tekstuurista ja avasin sen Photoshopissa. Koska tekstuuri oli alunperinkin väriykseltään mustaa ja harmaata, päädyin nostamaan sen kontrastia. Näin tekstuurissa paljasta metallia havainnollistavat harmaat kohdat vaalenivat ja mustaa maalipintaa havainnollistavat kohdat tummenivat (kuva 34).

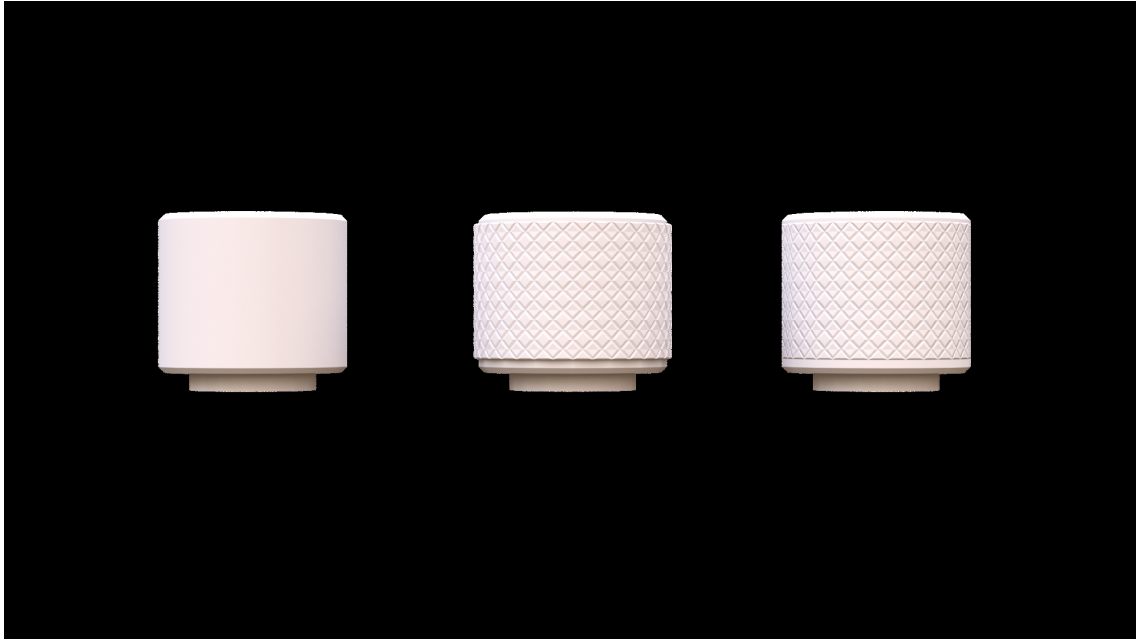


Kuva 34. Kitaran metalliosien väritekstuuri ja heijastustekstuuri.

5.4.4 Äänenvoimakkuus- ja äänensävy -nappulat

Päätin mallintamisvaiheessa tehdä äänenvoimakkuus- ja äänensävy-nappuloiden kohokuvioinnin normaalitekstuurilla pitääkseni polygonimäärän pienenä. Normaalitekstuuria varten tehdään mallista kaksi versiota, joista toinen on polygonimäärältään suuri ja yksityiskohtainen ja toinen on polygonimäärältään pieni ja yksinkertaistettu versio. Yksityiskohtaista mallia käytetään normaalikartan tekemiseen jonka jälkeen normaalikartta voidaan laittaa yksinkertaistetun version päälle ja lopputuloksena yksinkertaistettu versio näyttää lähes identtiseltä yksityiskohtaisen mallin kanssa kuitenkin käyttämättä yhtä paljon polygoneja kuin yksityiskohtainen malli.

Tein molemmat versiot mallista jo aiemmin, joten jäljellä oli enää normaalitekstuurin tekeminen. Yksinkertaistetun version ollessa valittuna tein UV-editorissa uuden kuvan, jonka koko oli 4 096 x 4 096 pikseliä. Lopullinen normaaliteksturi tulee piirtymään tähän kuvaan. Seuraavaksi poistin valinnan yksinkertaisesta versiosta ja valitsin ensin yksityiskohtaisen version ja sen jälkeen yksinkertaistetun version. Näin Blender tietää kummasta objektista on tarkoitus tehdä normaaliteksturi toisen objektin päälle. Normaaliteksturi tehdään käyttämällä Blenderin Bake-toimintoa joka laskee ja luo normaalitekstuurin väriarvo. Asetin Bake-toiminnosta Clear-arvon päälle, joka tyhjentää tehdyn kuvan joka kerta ennen kuin normaaliteksturi luodaan. Näin teksturiin ei tule päällekkäisyyksiä mikäli teksturi ei onnistu ensimmäisellä kerralla. Tästä oli heti hyötyä, sillä käytettyäni Bake-toimintoa ensimmäisen kerran teksturi oli yksivärinen eli Blender ei onnistunut laskemaan normaalitekstuuria oikein. Huomasin etten ollut valinnut Selected to Active-arvoa, joka kertoo Blenderille, että normaalikartta tehdään ensiksi valitusta objektista toiseksi valitun objektin päälle. Seuraava yritys Bake-toimintoa käyttäen onnistui halutulla tavalla ja loi normaalitekstuurin yksityiskohtaisesta objektista. Tarkastin vielä Blenderissä, että normaaliteksturi toimii odotetusti piilottamalla yksityiskohtaisen mallin ja asettamalla tekstuurin yksinkertaisemman mallin normaalitekstuuriksi (kuva 35).



Kuva 35. Vasemmalla nappula ilman tekstuuria, keskellä nappula, jonka päällä yksityiskohtainen malli ja oikealla nappula normaalitekstuurin kanssa.

6 Upotuspalvelu

6.1 Työnkulku upotuspalvelussa

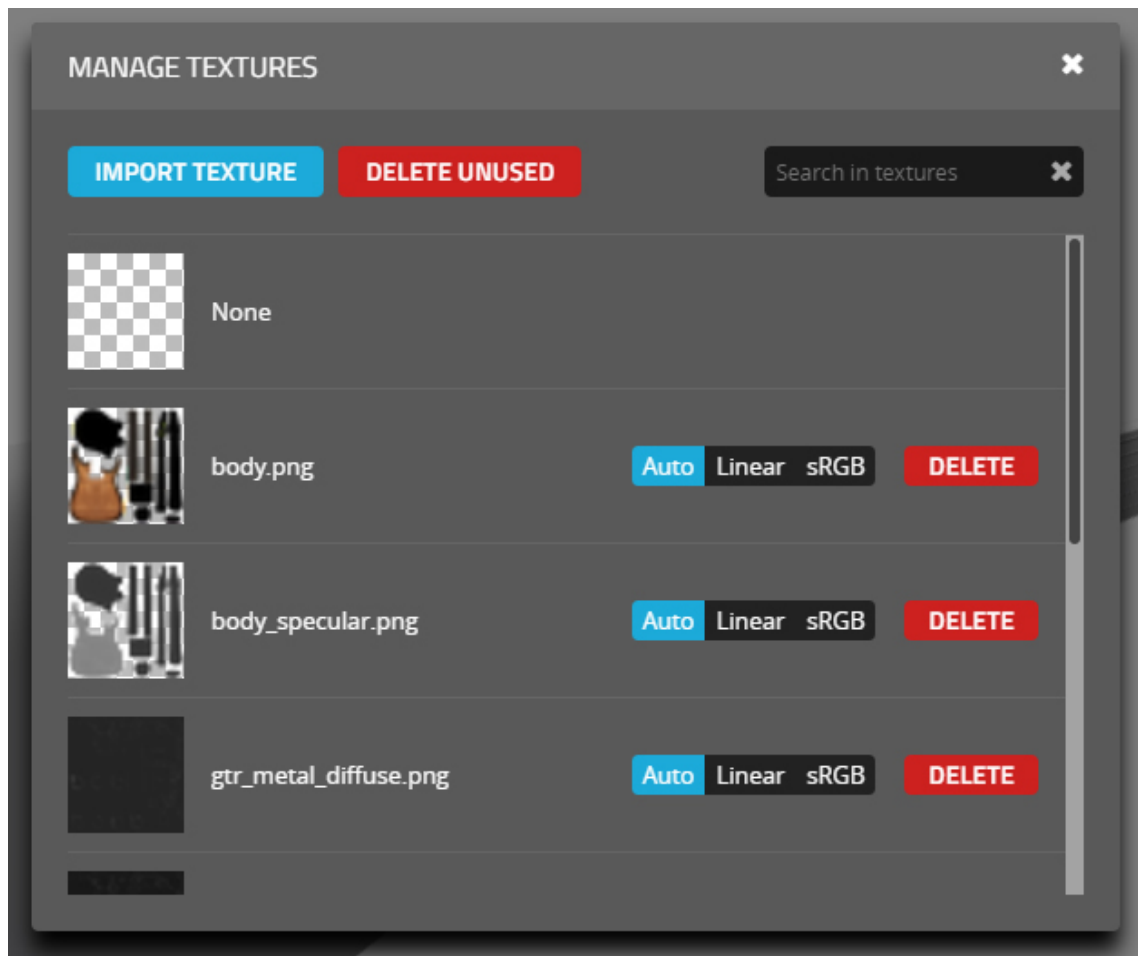
Mallin ja teksturoinnin ollessa valmis oli vuorossa upotuspalvelun käyttö. Ensimmäisenä malli ja tekstuurit siirretään upotuspalveluun. Mallille tehty UV-kartoitus tallentuu suoraan tallennustiedostoon. Tämän jälkeen tekstuurit tulee asettaa oikeille objekteille, sillä mallin eri osat ovat erillisinä objekteina. Tekstuurien asettamisen jälkeen säädetään mallin lopulliset materiaalit jotta malli olisi halutun näköinen.

6.2 Mallin ja tekstuurien lataaminen upotuspalveluun

Valittu upotuspalvelu Sketchfab tukee Blenderin .blend-tiedostojen latausta, joten latasin mallin tiedoston sellaisenaan palveluun. Tuki Blenderin omalle tiedostomuodolle on ajankäytöllisesti suuri etu, sillä oman kokemukseni mukaan 3D-tiedostojen muuttaminen toisiin 3D-tiedostomuotoihin voi aiheuttaa ongelmia esimerkiksi mallin geometriassa tai UV-kartoituksessa. Kun tiedosto oli latautunut palveluun, avasin Sketchfabin 3D-editorin. Editorissa huomasin, että mallia

piti kääntää 90 astetta X-akselin suhteen. Kääntäminen oli helppoa sillä editorissa voidaan kääntää nopeasti mallia X-, Y- ja Z-akselin suhteen.

Seuraavaksi latasin tekstuurit menemällä editorin Materials-välilehdelle ja klikkaamalla Albedo-kohdan alavetovalikkoa. Avautuvassa valikossa on Manage Textures –painike, joka avaa valikon, jossa näkyvät kaikki ladatut tekstuurit. Valikossa voidaan ladata ja poistaa tekstuureja. Import-painiketta käyttämällä avautuu valintaikkuna, jolla voidaan selata tietokoneen kansiorakennetta ja etsiä oikeat tekstuurit (kuva 36). Etsin kansion, johon olin tallentanut kaikki tekemäni tekstuurit ja latasin ne palveluun. Tässä vaiheessa muistin, etten ollut pienentänyt tekstuureja ollenkaan 4 096 x 4 096 pikselin koosta pienemmäksi, joten poistin juuri ladatut tekstuurit Delete-painikkeella, joka on jokaisen tekstuurin kohdalla oikeassa reunassa. Avasin tekstuurit yksi kerrallaan Photoshopissa ja pienensin niitä asettamalla kooksi 1 024 x 1 024 pikseliä. Äänenvoimakkuus- ja äänensävy-nappuloiden normaalitekstuurin kooksi asetin 512 x 512 pikseliä, sillä itse nappulat ovat pieni osa mallin kokonaisuutta enkä kokenut suuremman tekstuurin käytöstä aiheutuvan suurta hyötyä. Latasin tämän jälkeen tekstuurit uudestaan palveluun edellä mainitulla tavalla.



Kuva 36. Sketchfabin tekstuurienhallinta-ikkuna.

Editorissa ja myös lopullisessa upotuksessa mallia käännellään pitämällä hiiren vasenta painiketta pohjassa ja liikuttamalla hiirtä. Kuvakulmaa voidaan siirtää eri suuntiin pitämällä hiiren oikeaa painiketta pohjassa ja kuvakulmaa voidaan siirtää lähemmäs tai kauemmas mallista hiiren rullalla. Halusin vielä varmistaa ennen tekstuurien asettamista ja materiaalien tekoa, että mallista ei puutu osia joten tarkastelin mallia eri puolilta (kuva 37). Totesin että malli on kunnossa ja siirryin tekstuurien asettamiseen.



Kuva 37. Kitaran malli palvelun editorissa.

6.3 Tekstuurien asettaminen

Tekstuurit asetetaan palvelun Materials-välilehdellä oikeille paikoilleen. Koska malli koostuu useista objekteista, pitää oikea objekti olla valittuna kun tekstuuria ja materiaalia säädetään. Objektin valitsemiseen käytetään välilehden yläreunassa olevaa alasvetovalikkoa. Tässä vaiheessa huomaisin, etten ollut nimenyt Blenderissä objekteja, vaan niillä oli luomishetkellä automaattisesti lisätyt oletusarvoiset nimet. Tämä hidastaa hieman työskentelyä, sillä oikean objektin valinta edellyttää listan käymistä yksitellen läpi.

Kun olin saanut valittua kitaran rungon, asetin sille ladatun väritekstuurin Albedo-kohtaan tekstuuriksi. Albedo määrittelee palvelussa valitun objektin värin. Kohtaan voidaan valita joko ladattu tekstuur tai yksittäinen väri. Tekstuurin tai värin intensiteettiä voidaan hallita liukusäätimellä, jonka minimiarvo on 0 ja maksimiarvo 100. Seuraavaksi valitsin objektiksi kitaran metalliosat ja asetin edellä mainitulla tavalla sille ladatun väritekstuurin Albedo-kohtaan. Tarkastelin mallia eri kuvakulmista ja totesin, että tekstuurit toimivat mallin pinnalla odotetusti.

Äänenvoimakkuus- ja äänensävy -nappuloiden normaalikartan käyttämistä varten pitää Materials-välilehdellä ottaa Normal/Bump Map-valinta käyttöön. Normaaliteksturi asetetaan samalla tavalla kuin väritekstuurit valitsemalla oikea

tekstuuri Normal/Bump Map-kohtaan. Normaalitekstuurin voimakkuutta voidaan vielä hienosäätää liukusäätimellä.

Viimeisenä asetin tehdyt heijastuskartat oikeille paikoilleen. Palvelussa Materials-välilehdellä Specular-kohta määrittää, kuinka paljon valittu objekti heijastaa valoa. Asetin rungolle ja metalliosille omat heijastustekstuurit Specular-kohtaan. Myös Specular-kohdassa on liukusäädin, jonka avulla voidaan määrittää, kuinka paljon tekstuuri vaikuttaa valon heijastukseen. Käytännössä liukusäätimen ollessa maksimiarvossaan käytetään tekstuuria sellaisenaan. Pienempiin arvoihin siirryttäessä palvelu tummentaa tekstuuria asteittain kunnes miniarvossa tekstuuri on täysin musta.

6.4 Valaistus ja materiaalien säätö

Kun malli ladataan palveluun ja se avataan editorissa käyttää palvelu oletusarvoisesti valaisuun 360-asteista panoraamakuvaa. Tämä panoraamakuva valaisee mallin ja toimii myös mallin taustana (kuva 38). Palvelussa on valmiina useita erilaisia kuvia, joita voidaan käyttää mallin valaisuun ja taustaksi. Omia kuvia ilmaisversiossa ei voi käyttää. Panoraamakuvaa voidaan pyörittää halutun valaisun aikaan saamiseksi ja myös sen kirkkautta voidaan säätää.



Kuva 38. Malli on valaistu panoraamakuvalla.

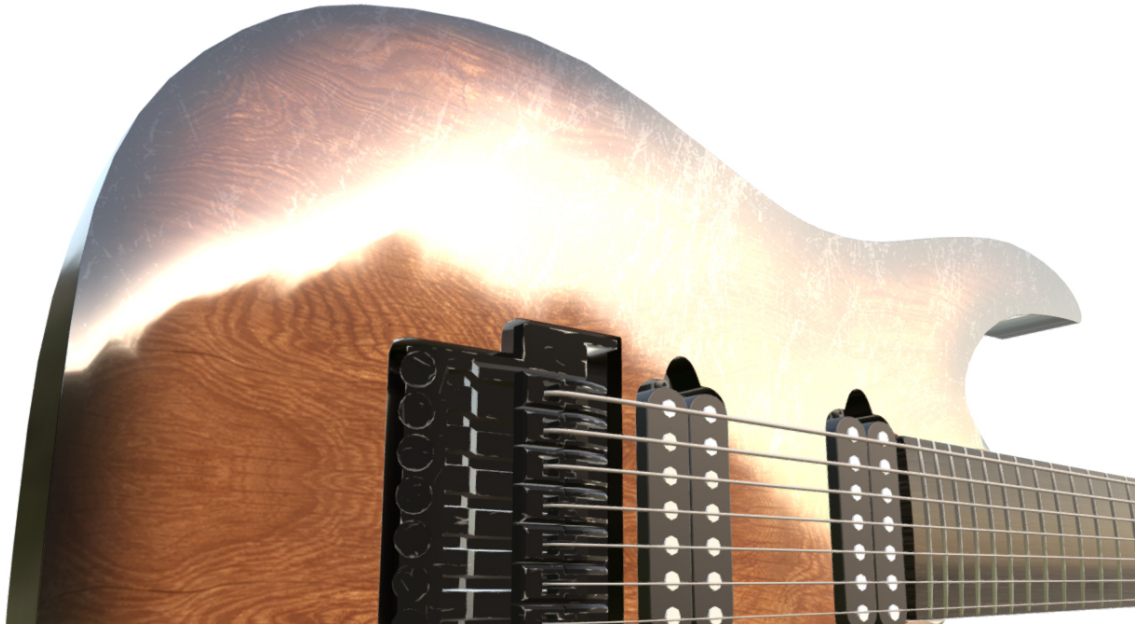
Palvelu tarjoaa mallin valaisuun myös mahdollisuuden käyttää erilaisia valaisimia (kuva 39). Valaisimia voi olla yhtä aikaa käytössä korkeintaan kolme ja niiden paikkaa, tyyppiä, väriä ja voimakkuutta voidaan säätää. On myös mahdollista valita, haluaako valon luovan varjoja mallin pinnalle. Valaisimia käytettäessä palvelu tarjoaa mahdollisuuden asettaa valot muutaman esiasetuksen mukaan. Molempia valaisutapoja voidaan käyttää erikseen tai yhdessä, joka tarjoaa suuren määrän erilaisia vaihtoehtoja valaisun toteuttamiseen. Päädyin käyttämään mallin valaisuun panoraamakuvaa kokeiltuani yksittäisiä valoja, panoraamakuvaa sekä näiden kahden yhdistelmää. Panoraamakuvan käyttäminen loi mielenkiintoisia heijastuksia mallin pintaan, ja valojen käyttö kuvan lisänä ei mielestäni tuonut mallille visuaalista lisäarvoa.



Kuva 39. Malli on valaistu valaisimia käyttämällä.

Siirryin Materials-välilehdelle säätämään mallin materiaaleja paremmiksi ja huomasin että kitaran otelauta ja kaikki mustaksi maalatut osat olivat todella kiiltäviä. Säädin Specular-arvoa liukusäätimellä pienemmäksi, mikä vähensi osien heijastavuutta, mutta samalla teki kitaran rungon yläosan naarmuista lähes näkymättömiä. Päätin avata heijastustekstuurin Photoshopissa ja tummensin kaikkia muita kohtia paitsi kitaran yläosaa. Tallensin tekstuurin ja latasin sen uudelleen palveluun. Asetin Specular-arvon takaisin maksimiarvoonsa ja totesin otelaudan ja mustien osien olevan huomattavasti miellyttävämmän näköisiä heijastusten osalta. Heijastukset olivat kuitenkin erittäin teräviä, joka ei ollut mielestäni visuaalisesti miellyttävään näköistä. Heijastusten terävyyttä voidaan hallita

Roughness-säätimellä (kuva 40). Käytin säätimessä hyvin pientä arvoa sillä suurilla arvoilla heijastukset sumenivat liikaa.



Kuva 40. Heijastuksien reunoja on sumennettu roughness-säätimellä.

Metalliosien heijastukset olivat oletusarvoilla jo melko hyvän näköiset. Kokeilin kuitenkin Albedo- ja Specular-arvon hienosäätämistä liukusäätimellä ja totesin metalliosien näyttävän paremmalta kun liukusäätimet eivät olleet aivan maksimiarvossa näin ollen tummentaen hieman väriä ja vähentäen heijastuksia (kuva 41). Toinen vaihtoehto tämän lopputuloksen saavuttamiseen olisi ollut alkupe- räisten tekstuuri- kirkkauden säätäminen Photoshopissa, mutta säätöjen te- keminen editorissa on huomattavasti nopeampaa ja säädön vaikutuksen mallis- sa näkee reaaliajassa joka helpottaa materiaalin asetusten löytämistä.



Kuva 41. Kitaran talla albedo- ja specular-arvojen säädön jälkeen.

Kielten ja nauhojen materiaalin säätämisessä yritin aluksi asettaa väriksi valkoisen, joka on lähes kokonaan terävästi heijastava. Tämä lähestymistapa ei kuitenkaan luonut ollenkaan metalliselta näyttävää materiaalia. Kokeilin vaihtaa materiaalin väriä tummemmaksi, jolloin huomasin, että lähes mustaksi asetettu väri tuotti haluamani metallisen ulkonäön. Säädin heijastusten terävyyttä Roughness-arvolla, sillä täysin terävät heijastukset saivat kielet ja nauhat näyttämään kromisilta.

6.5 Palvelun lisäasetukset

Kokeilin palvelun tarjoamia muita asetuksia mallin esittämistä varten, vaikka en lopullisessa upotuksessa niitä käyttänytkään. Palvelussa on mahdollista lisätä useita jälkikäsittelysuotimia mallin esitykseen. En käyttänyt näitä suotimia, sillä ne vaativat ylimääräisiä resursseja tietokoneelta jolla upotusta katsellaan (Sketchfab 2017d). Suotimia ovat esimerkiksi syväterävyys, terävöitys ja vinjetointi (kuva 42). Mielestäni jälkikäsittelysuotimet ovat hyvä tapa luoda tunnel-

maa mallin esitykseen, mutta esimerkiksi syväterävyys-suotimen käyttö saattaa olla ongelmallista johtuen siitä, että upotuksen katselija joutuu itse siirtelemään tarkennuspistettä hiiren vasenta painiketta käyttämällä.



Kuva 42. Editorissa on otettu käyttöön vinjetointi-, värvävääristymä- ja syväterävyys-jälkikäsittelysuotimet.

Toinen mielenkiintoinen toiminto on kommenttien lisääminen malliin. Kommentit näkyvät mallin päällä ympyröityinä numeroina, joita klikkaamalla kamera siirtyy haluttuun kohtaan ja mallin päälle ilmestyy aiemmin kirjoitettu kommentti (kuva 43). Tätä toimintoa käyttämällä on helppoa lisätä lisäinformaatiota mallin eri osista, ja vaikkapa tehdä eräänlainen kiertoajelu mallin ympärille.



Kuva 43. Malliin on lisätty kolme kommenttia joista ensimmäinen on valittu.

6.6 Mallin upottaminen

Kun malli ja sen materiaalit ovat valmiit tallennetaan malli painamalla oikeassa yläreunassa olevaa Save Settings –painiketta, jonka jälkeen editorista voidaan poistua sen vieressä olevalla Exit-painikkeella. Tämän jälkeen malli latautuu upotettuna selainikkunaan, jossa sitä voidaan tarkastella eri kuvakulmista. Mallin upotuskoodi avautuu uuteen ikkunaan mallin alapuolella olevasta Embed-painikkeesta. Upotuksen asetuksia pääsee muuttamaan painamalla ikkunassa olevasta Show options -painikkeesta. Osa asetuksista vaatii maksullisen tilin perustamisen.

Ilmaistilissä voidaan muokata upotuksen kokoa, joka on oletusarvoisesti 640x480 pikseliä. Autostart-toiminnon käyttö aloittaa upotuksen lataamisen välittömästi kun verkkosivu on latautunut. Ilman Autostart-toimintoa upotuksen päällä näkyy painike jota painamalla upotus latautuu. Animated Entrance-toiminto tekee kamera-ajon kohti mallia ja Turntable Animation-toiminto pyörittää mallia Z-akselin ympäri kun upotus on ladattu. Preload Textures-toimintoa käyttämällä malli näkyy upotuksessa vasta kun kaikki tekstuurit on ladattu. Mikäli toimintoa ei käytetä, latautuu malli heti ja sen päällä esitetään tekstuurit hyvin pienellä resoluutiolla kunnes oikean kokoiset tekstuurit on ladattu. (Sketchfab 2017e). Loput toiminnot kuten läpinäkyvän taustan käyttö ja mallin tietojen piilottaminen, ovat varattuja maksullisille tileille. Kun halutut toiminnot ja upotuksen koko on valittu, voidaan upotuskoodi kopioida ja toimittaa verkkosivujen tekijälle.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda verkkosivulle upotettava 3D-malli jota toimexiantaja voi käyttää esimerkkinä yhtenä asiakkailleen tarjoamasta palvelusta. Omalta osaltani haasteena oli sopivan upotuspalvelun löytäminen ja 3D-mallin tekeminen. Valitsemani upotuspalvelun heikkoudeksi voidaan mainita sen tiettyjen ominaisuuksien käyttöön vaaditun maksullisen tilin. Ilmaistilin käyt-

tö ei kuitenkaan rajoita palvelun pääominaisuuksien käyttöä ja maksullisella tilillä saa lähinnä pieniä muutoksia palvelun käyttöön kuten tekijätiedot pois upotuksesta, automaattisen kommenttien kiertämisen ja niin edelleen. Palveluksi valittu Sketchfab oli minulle entuudestaan suhteellisen tuntematon. Olen aiemmin katsellut muiden tekemiä malleja palvelussa mutta en ole kokeillut oman mallin lataamista palveluun. Mallin ja tekstuurien lataaminen onnistui helposti ja tuki Blenderin .blend-tiedostoille on mielestäni hyvä lisä.

3D-mallin tekemisestä minulla on aiempaa kokemusta, mutta olen tehnyt malleja, joiden polygonimäärä on pieni ja optimoitu melko vähän. Jouduin mallintaessa muistuttamaan itseäni jatkuvasti polygonimäärän pienenä pitämisestä ja toisinaan tein osia mallista kokonaan uudestaan. UV-kartoitus ja teksturointi sujui omasta mielestäni melko nopeasti, mutta jouduin tekemään tekstuureihin jälkikäteen muutoksia. Mallintaessa en tajunnut nimetä objekteja järkevästi, mikä hidasti materiaalien luomista Sketchfabissa. Tämän ongelman olisi voinut ratkaista nimeämällä objektit Blenderissä ja lataamalla mallin uudestaan Sketchfabiin, mutta päätin olla tekemättä sitä, sillä objekteja ei ollut kovin monta.

Mielestäni 3D-mallin upottaminen verkkosivulle voi toimia hyvänä tapana esitellä yrityksen tuotteita. Mikäli yrityksellä on suuri määrä erilaisia tuotteita, ei niiden kaikkien upottaminen sivuille ole välttämättä tarkoituksenmukaista. On myös syytä ottaa huomioon, että jos mallinnettava tuote on täynnä pieniä yksityiskoh-
tia, jotka on välttämätöntä saada mukaan upotettavaan malliin saattaa upotettavasta 3D-mallista tulla suurikokoinen, mikä hidastaa upotuksen latausta. Jos tuotteen mallissa ei tarvitse käyttää erillisiä tekstuureja, vaan pelkkä yksittäisen värin käyttö riittää saadaan upotuksen kokoa taas pienennettyä. Esimerkkinä upotuksen käytön hyödyntämisestä jo olemassaolevalle toimeksiantajan asiakkaalle mainittakoon eräs hammashoitoon ja terveydenhoitoon työvälineitä kehittävä yritys joka on kehittänyt hammashoitoon purutuen. Kyseisestä purutuesta tehty upotus voisi mielestäni toimia hyvin markkinoinnin apuna. Itse malli voitaisiin tehdä joko suoraan referenssikuvien avulla tai käyttämällä hyväksi yritykseltä saatuja CAD-piirroksia. Koska purutuet ovat yksivärisiä, ei niistä tehdyissä upotuksissa tarvitsisi käyttää tekstuureja joka pienentäisi huomattavasti upotuksen kokoa.

Mielestäni johdannossa mainittu TERMA on käyttänyt tuotteidensa markkinoinnissa 3D-mallin upottamista hyvin hyödyksi. Vaikka TERMAlla on useita erilaisia tuotteita, se on hyödyntänyt upottamista lähinnä uusimmissa tuotteissaan. Sketchfabin tekemässä haastattelussa TERMAN projektivastaava Jan Klimczak kertoo että asiakkaiden palaute upotuksesta on ollut positiivista ja monet ovat olleet innoissaan mahdollisuudesta tarkastella tuotetta eri värisenä. Osalle asiakkaista upotuksen tarkastelu on aluksi ongelmallista, mutta he ovat nopeasti ymmärtäneet kuinka mallia voidaan tarkastella eri kulmista. (Sketchfab 2017f.)

Lähteet

- Birn, J. 2006. Digital lighting and rendering (second edition). Berkeley, USA: New Riders.
- Blend4Web. 2017a. <https://www.blend4web.com/doc/en/workflow.html#project-deploying>. 12.5.2017.
- Blend4Web. 2017b. Add-on. <https://www.blend4web.com/doc/en/addon.html#export-formats>. 4.5.2017.
- Blender Manual. 2017a. Materials – Introduction. https://docs.blender.org/manual/ko/dev/render/blender_render/materials/introduction.html. 9.5.2017.
- Blender Manual. 2017b. Modifiers. <https://docs.blender.org/manual/en/dev/modeling/modifiers/index.html>. 12.5.2017.
- Blender Manual. 2017c. Seams. https://docs.blender.org/manual/en/dev/editors/uv_image/uv_editing/unwrapping/seams.html. 12.5.2017.
- Can I Use. 2017. WebGL - 3D Canvas graphics. <http://caniuse.com/#feat=webgl>. 6.5.2017.
- Khronos. 2017. WebGL – OpenGL ES for the Web. <https://www.khronos.org/webgl/>. 3.5.2017.
- Mullen, T. 2010. Mastering Blender. Indianapolis, USA; Wiley Publishing, Inc.
- NASA. 2017. Experience Curiosity. <https://eyes.nasa.gov/curiosity/>. 5.11.2017.
- p3d.in. 2017a. How can I embed my model in a website? <https://p3d.in/faq/embed>. 12.5.2017.
- p3d.in. 2017b. How do I upload my models. <https://p3d.in/faq/upload>. 3.5.2017.
- Pietiläinen, H. 2016. Fotorealismi Blenderissä ja Blend4Webissä Karelia-amk:n CHP-voimalan 3D-visualisointi. Viestinnän koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Puhakka, A. 2008. 3D-grafiikka. Helsinki, Suomi; Talentum.
- Red Bull Music Academy Daily. 2017. <http://daily.redbullmusicacademy.com/specials/2016-anatomy-of-a-turntable/>. 3.11.2017.
- Sketchfab. 2017a. Embed Models. <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/203509907-Embed-Models>. 12.5.2017.

- Sketchfab. 2017b. 3D File Formats. <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/202508396-3D-File-Formats>. 3.5.2017.
- Sketchfab. 2017c. Compatibility. <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/203059088-Compatibility>. 12.5.2017.
- Sketchfab 2017d. Viewer Performance. <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/201766675-Viewer-Performance#performance-filters>. 28.9.2017.
- Sketchfab 2017e. Embed Models. <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/203509907-Embed-Models>. 30.9.2017.
- Sketchfab 2017f. How Terma Built Their Interactive Website with Sketchfab. <https://blog.sketchfab.com/how-terma-built-their-interactive-website-with-sketchfab/>. 4.11.2017.
- StatCounter Global Stats. 2017. Browser Market Share Worldwide. <http://gs.statcounter.com/>. 6.5.2017.
- TERMA. 2017. <http://www.termaheat.pl/>. 4.11.2017.
- Totten, C. 2012. Game Character Creation with Blender and Unity. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Wikipedia. 2017a. Polygonal modeling. https://en.wikipedia.org/wiki/Polygonal_modeling. 9.5.2017.
- Wikipedia. 2017b. Superstrat. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Superstrat> 4.6.2017.