

Miika Rantahalvari

## 3D-aseen luominen Blenderillä



Tradenomi  
Tietojenkäsittely  
Syksy 2023



KAMK • University  
of Applied Sciences

## Tiivistelmä

**Tekijä(t):** Rantahalvari Miika

**Työn nimi:** 3D-aseen luominen Blenderillä

**Tutkintonimike:** Tradenomi (AMK)

**Asiasanat:** 3D, mallinnus, Hard surface, Blender, Substance Painter, teksturointi

Opinnäytetyö käsitteli 3D-mallinnuksen perusteita, erityisesti low poly - ja high poly -tekniikoita sekä hard surface -mallinnusta. Lisäksi se käsittelee UV-kartoitusta ja teksturointia. Opinnäytetyössä käytiin läpi 3D-mallinnuksen työkaluja ja ohjelmia, kuten Blenderiä ja Substance Painteria.

Mallinnusvaiheessa työssä mallinnettiin M4-karbiini aina perätuesta lisäosiin. Mallinnuksen yhteydessä käytettiin sekä low poly - että high poly -muotoja. Mallinnuksen jälkeen käsiteltiin UV-kartoitusta ja teksturointia, ja lopuksi esitettiin mallinnuksen tulokset renderöintivaiheessa ja mallin muutamista FBX-muotoon pelimoottoria varten.

Opinnäytetyössä käytettiin Blenderiä mallinnusohjelmana ja Substance Painteria teksturointiin. Työssä luotiin realistinen asemalli, joka sisältää runsaasti yksityiskohtia. Työssä käytettiin erilaisia työkaluja, kuten boolean-työkalua ja bevel-työkalua, mallinnusvaiheessa.

Lopuksi teksturointivaiheessa käytettiin Substance Painteria, jossa luotiin erilaisia tekstuurikerroksia ja lisätään yksityiskohtia. Työssä esitettiin sekä low poly - että high poly -mallien eroja ja käytettiin bake-työkalua normaali- ja muihin karttoihin.

Opinnäytetyössä käsiteltiin kattavasti 3D-mallinnuksen perusteet ja tarjottiin yksityiskohtaista tietoa mallinnusprosessista ja käytetyistä työkaluista.

## **Abstract**

**Author(s):** Rantahalvari Miika

**Title of the Publication:** 3D-modeling Weapon in blender

**Degree Title:** Bachelor of Business Administration, Business Information Technology

**Keywords:** 3D, Modeling, Hard Surface, Blender, Substance Painter, Texturing

This bachelor's thesis covers the fundamentals of 3D modeling, particularly low poly, and high poly techniques, as well as hard surface modeling. Additionally, it addresses UV mapping and texturing. The thesis explores 3D modeling tools and software such as Blender and Substance Painter.

During the modeling phase, the thesis focuses on creating an M4 carbine model, covering everything from the stock to additional components. Both low poly and high poly forms are used during the modeling process. Following modeling, the thesis delves into UV mapping and texturing. Finally, the results of the modeling are presented in the rendering phase, and the model is converted into FBX format for game engines.

Blender is used as the modeling software, and Substance Painter is employed for texturing. The thesis aims to create a realistic firearm model with a wealth of details. Various tools like the Boolean and bevel tools are utilized during the modeling phase.

In the texturing phase, Substance Painter is used to create different texture layers and add details. The thesis also discusses the differences between low poly and high poly models and employs the bake tool for normal and other maps.

The thesis comprehensively covers the fundamentals of 3D modeling and provides detailed information about the modeling process and the tools used.

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Teoriataustan esittely .....	2
2.1	3D-mallinnuksen perusteet .....	2
2.2	Low ja High poly .....	2
2.3	Hard surface -mallinnus .....	3
2.4	UV, Unwrap .....	5
2.5	Teksturointi .....	5
3	3D-mallinnuksen työkalut.....	7
3.1	Blender .....	7
3.2	Substance Painter.....	7
4	Projektiosuus .....	9
4.1	Suunnittelu .....	9
4.2	Mallinnus .....	10
4.3	Uv ja teksturointi .....	18
4.4	Vienti ja renderöinti .....	24
5	Yhteenveto .....	27
	Lähteet .....	29
	Liitteet	

## Symboliluettelo

Blender	Mallinnusohjelma.
Substance Painter	Teksturointiohjelma.
Pureref	Referenssiohjelma.
Renderöinti	Ohjelma luo scenestä 2D-kuvan.
FBX	3D-mallin tiedostomuoto.
Polygoni	Polygoni muodostuu mallissa olevista vertekseistä, edgestä ja niitten sisällä olevasta facesta.
ARM	Pakattu tekstuuri, johon kuukuu Ambient Occlusion, Roughness and Metallic.
Verteksi	3D-mallissa oleva piste.
Edge	Kahden verteksin välinen reuna.
Face	Verteksien ja edgen keskellä oleva pinta.
High poly	Suuri polygonimäärä mallissa.
Low poly	Pieni polygonimäärä mallissa.
Referenssi	Esimerkkikuva mallista.
Shader	Kertoo ohjelmalle, miten tekstuurit renderöidään.
Uv	3D-mallin pintojen muuttaminen 2D-muotoon.
Ekstruusio-työkalu	3D-mallin syvyydenmuokkaustyökalu

## 1 Johdanto

3D-mallinnus ja hard surface -mallinnustekniikat ovat olennaisia osia nykyaikaisessa peligrafiikassa. Ne mahdollistavat tarkan ja monimutkaisen 3D-mallin mallinnuksen, joka on välttämätöntä hyvien 3D-mallien luomisessa. Tässä opinnäytetyössä keskityn tarkastelemaan 3D-mallinnuksen ja erityisesti hard surface -mallinnustekniikoiden soveltamista M4-karbiinin mallintamiseen ja suunnitteluun.

Aseet, erityisesti tuliaseet, ovat monimutkaisia koneistoja, joiden muotoilu ja toiminta vaativat tarkkaa suunnittelua ja mallinnusta. 3D-mallinnuksen ja hard surface -mallinnuksen avulla voin luoda realistisia ja yksityiskohtaisia aseiden malleja, jotka ovat hyödyllisiä monilla aloilla, kuten pelikehityksessä. M4-karbiini on yksi maailman tunnetuimmista ja käytetyimmistä soitaallisista aseista, ja sen tarkka mallintaminen vaatii erityistä osaamista ja tekniikoita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja esitellä erilaisia hard surface -mallinnustekniikoita, joita voidaan soveltaa M4-karbiinin mallintamiseen. Opinnäytetyöni on jaettu useisiin osioihin. Ensinnäkin tarkastelen 3D-mallinnuksen perusteita ja miten prosessi onnistuu.

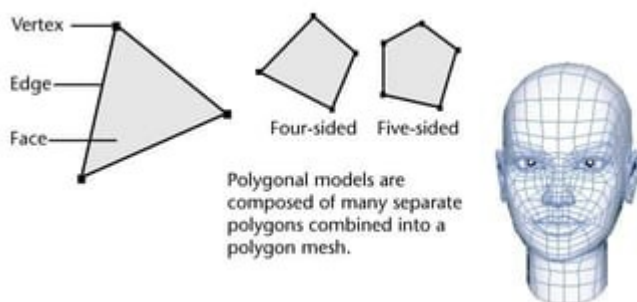
Sitten esittelen hard surface -mallinnustekniikat ja niiden soveltamisen aseiden mallintamiseen. Lopuksi keskityn M4-karbiinin mallintamiseen sekä teksturointiin ja esitän käytännön esimerkkejä, jotka havainnollistavat opittuja tekniikoita.

Toivon, että tämä opinnäytetyö tarjoaa arvokasta tietoa 3D-mallinnuksesta ja hard surface -mallinnustekniikoista aseiden suunnittelijoiden, pelisuunnittelijoiden ja kaikkien niiden käyttäjien, jotka ovat kiinnostuneita asemallinnuksesta sekä teksturoinnista ja sen käytöstä erilaisissa sovelluksissa.

## 2 Teoriataustan esittely

### 2.1 3D-mallinnuksen perusteet

3D-mallinnus on prosessi, jossa luodaan kolmiulotteisia malleja. Näitä malleja käytetään eri tarkoitukseen, kuten peleihin. 3D-mallit koostuvat polygoneista ja polygonirakenne koostuu kolmiosta ja nelikulmioista. Nämä koostuvat vertekseistä, sivuista ja tasoista ja tätä kutsutaan 3D-mallin geometriaksi, kuten kuvassa 1 näkyy. 3D-mallinnuksessa mallin geometriaa muotoillaan lisäämällä syvyyttä ja muotoja malliin. 3D-malleja voi muokata monella eri tavalla, kuten mallin venyttäminen, taivuttaminen, kiertäminen ja skaalaaminen. 3D-malliin muutoksia pääsee tekemään sovelluksessa olevilla työkaluilla, kuten siirtotyökalulla, skaalaustyökalulla ja muokkaustyökaluilla. Muokkaustyökaluja on monta, joista tärkeimpiä ovat ekstruusiotyökalu, yhdistämistyökalu ja leikkaamistyökalu. Mallinnus tyyppejä on paljon polku-, pinta- ja solidimallinnus. Nämä eroavat toisistaan 3D-mallin luomisen vaiheista ja mitä työkaluja käytetään. [1.]



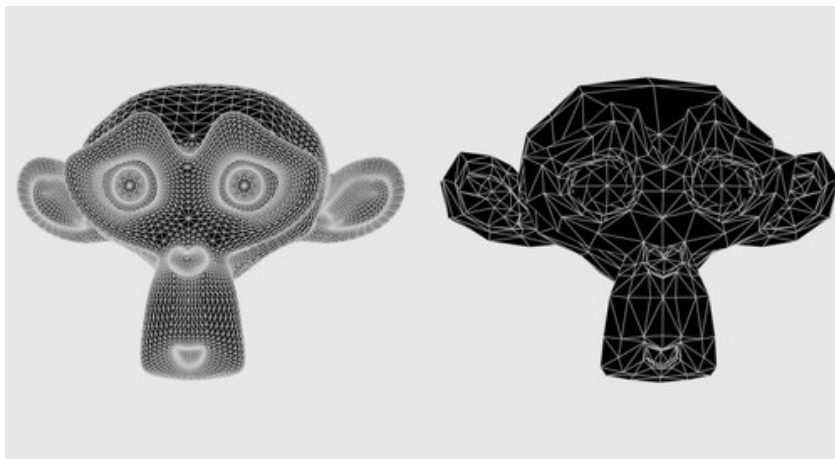
Kuva 1. 3D-mallinnuksen perusgeometria [2.]

### 2.2 Low ja High poly

Nämä ovat kaksi erilaista 3D-mallinnustekniikkaa, jotka perustuvat mallin monimutkaisuuteen ja yksityiskohtiin. Low poly -mallinnuksella tarkoitetaan malleja, joissa on vähän yksityiskohtia ja on yleensä yksinkertainen. Tätä tekniikkaa yleensä käytetään mobiilipeleissä optimointisyistä. Hyviä puolia low poly -mallinnuksessa ovat suorituskyky paranee, kun ei ole niin paljon yksityiskohtia ja renderöinti nopeutuu. Työn teko myös nopeutuu, koska mallissa on vähemmän polygoneja ja malleja pääsee jopa reaaliajassa renderöimään. Tämä on tärkeä mallinnus tapa pelialalla, koska

peleihin on välttämätöntä optimoida malleja suorituskyvyn takia. Huonoja puolia low poly -mallinnuksessa on, että ei voi olla paljon yksityiskohtia, joten malleja ei välttämättä voi vietä kameran lähelle. [3.]

Paljon yksityiskohtia ja monimutkaisia malleja kutsutaan high poly -malleiksi. Tämä mallinnustekniikka yleensä käyttää suuria määriä polygoneja, että malli saa pieniä ja suuria yksityiskohtia, mikä tekee mallista todenmukaisemman. Tätä mallinnustapaa käytetään, kun halutaan mallien olevat mahdollisimman realistisia, kuten elokuvissa ja isoissa peliprojekteissa. Hyviä puolia high poly -mallinnuksessa on se, että malli saa paljon yksityiskohtia ja huonoja puolia on se, että se vaikuttaa suorituskykyyn ja renderöintiajan pidentyvät. [3.] Kuvassa 2 näkyy vasemmalla puolella high poly -malli, jossa on selvästi enemmän polygoneja kuin oikealla puolella olevassa low poly -mallissa eli nämä ovat kaksi erilaista tekniikka, joita käytetään eri tarkoituksiin.



Kuva 2. High poly - ja low poly -mallit [4.]

### 2.3 Hard surface -mallinnus

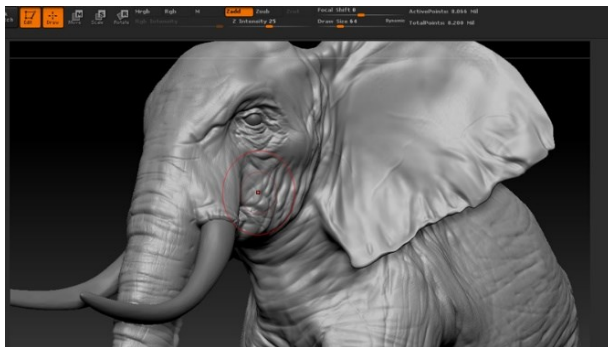
3D-mallinnuksessa on erilaisia tekniikoita tehdä, jotka ovat hard surface ja orgaaninen mallinnus. Tarkkojen ja geometrinen muotojen ja terävien reunojen mallinnusta kutsutaan hard surface -mallinnukseksi. Hard surface -mallinnus on mallinnustekniikka, jota yleensä käytetään esim. autojen, laitteiden ja aseiden mallinnuksessa eli pehmeiden ja staattisten pintojen mallinnuksessa. Tätä tekniikka käytetään paljon ammutapeleissa, koska tämä tekniikka on ihanteellinen aseiden ja muiden kovapintaisten objektien tekoon. Hard surface -mallinnus on siis suurimmaksi osaksi asioita, joita kone tai ihminen on tehnyt eli ei mikään elävä olento, kuten ihminen, eläin, kasvi.

Todellisen ja tarkan kuvauksen saamisen malliin vaatii tarkkuutta ja tarkan huomion yksityiskoh-  
tiin. [5.]

Hard surface mallinnus eroaa paljon orgaanisesta mallinnuksesta, jossa tehdään epäsäännöllisesti  
luonnossa havaittavia aaltoilevia kuvioita. Orgaanisessa mallinnuksessa tehdään eläviä olentoja,  
kuvitteellisia hahmoja, kasveja ja muita orgaanisia malleja. Molemmat mallinnustavat vaativat siis  
erilaisia mallinnus taitoja. Hard surface -mallinnuksessa pitää olla tarkka ja mitata oikean elämän  
esineistä ja mallintaa tarkat yksityiskohdat malliin. [5.] Kuvassa 3 on hard surface -malli ja sen  
huomaa mallin terävistä kulmista ja yksityiskohdista ja kuvassa 4 on orgaaninen malli, jonka huo-  
maa mallin pehmeistä kulmista.



Kuva 3. Hard surface malli [6.]

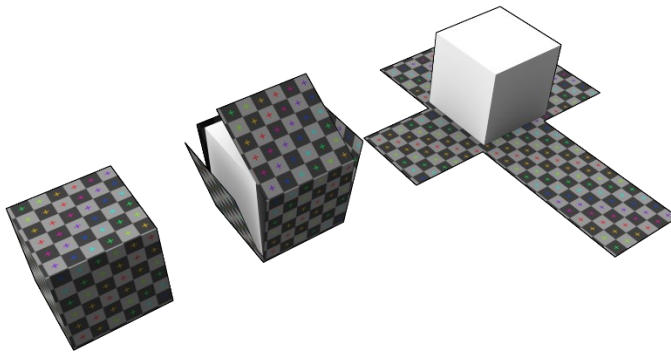


Kuva 4. Orgaaninen malli [7.]

## 2.4 UV, Unwrap

Uv on 3D-mallin tasojen muuntamista 2D-muotoon käyttämällä mallin koordinaatteja sen tasosta eli 3D-mallin pinta leikataan ja pistetään tasaiselle tasolle. [8.] Kuvassa 5 näkyy, mitä tämä prosessi näyttää mallissa. [9.] Uv koostuu koordinaateista 2D-tasolla, jotka vastaavat 3D-mallissa olevia tasoja. 3D-mallin koordinaatit koostuvat kolmesta eri akselista eli XYZ-koordinaatistosta ja uv-koordinaatistossa on vain kaksi akselia ja näitä käytetään määrittämään 3D-mallin pintojen sijainti. [8.]

Uv-prosessi alkaa, kun 3D-malli on valmis ja malli koostuu monista pienistä kolmioista tai neliöistä ja nämä leikataan tasaiselle tasolle ja tätä kutsutaan uv-kartaksi. UV:n koordinaatit määrittelevät, mille tasolle tekstuurit tulevat. Uv:n työkulkuun voit käyttää monia erityökaluja ja se on aika suoraviivaista hommaa. Uv-prosessin voi aloittaa merkitsemällä malliin saumat ja sitten voit alkaa valitsemaan mallin tasoja. Kun mallin tasot, mitkä unwräpätään, on valittu, niin voi käyttää Uv-menua valitsemaan, miten unwräppää mallin. Tämä prosessi on välttämätön teksturointia varten, että malliin voi lisätä eri värejä ja kuvioita. Tämä on monimutkainen prosessi ja pitää varmistaa, että tekee tämä prosessin tarkasti, että tekstuurit näyttävät oikealta mallissa. [8.]

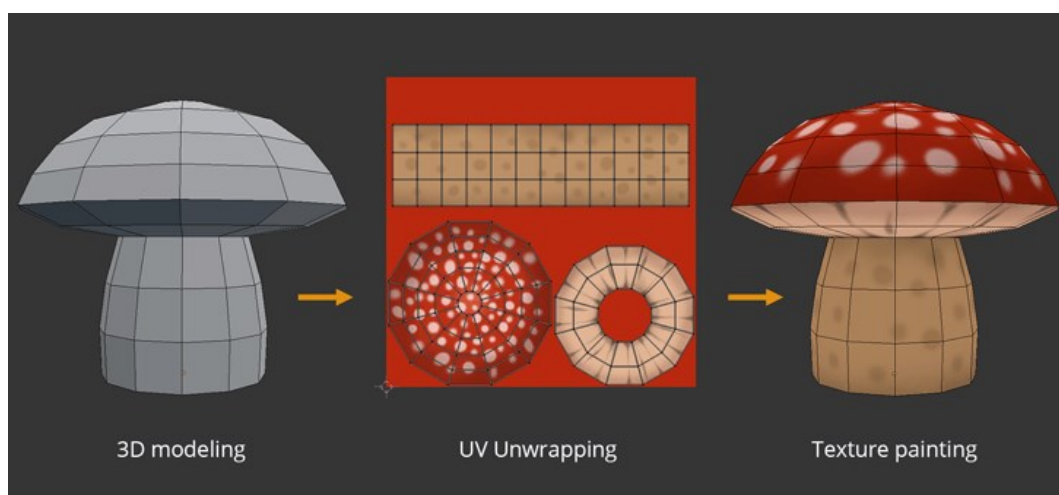


Kuva 5. Mallin unwrap-prosessi [9.]

## 2.5 Teksturointi

Teksturointi on tärkeä prosessi 3D-mallinnuksessa. Kaikki tärkeimmät yksityiskohdat tulevat sen aikana. Tekstuurit koostuvat monista eri kuvatiedostoista, joita sovelletaan 3D-mallin pintoihin.

Kuvatiedostot yleensä sisältävät värejä, pinnan karheutta, kuvioita ja muita materiaalin ominaisuuksia. Tekstuureja voi olla monta erilaista eli väri, joka määrittää mallin värin pinta, joka määrittää mallin pinnan ulkonäön; normal-map määrittää mallin pinnan normaalit eli pinnan yksityiskohdat, kuten naarmut, urat sekä kuopat; displacement-map antaa tekstuurille kolmiulotteisen näkymän ja specular-map tekee mallista kiiltävän tai matan. Materiaaleja ja tekstuureja käytetään mallinnusprosessissa ja se auttaa määrittämään, miltä viimeistelty malli näyttää eli se muuttaa konseptin todellisuudeksi. [10.] Kuvassa 6 näkyy prosessi, miten 3D-malliin saa tekstuurin eli kun 3D-malli unwrappataan, minkä jälkeen tekstuurit laitetaan sen päälle ja sitten ne ilmestyvät 3D-malliin. Tekstuureja pääsee muokkaamaan, jos tekstuurit eivät näytä oikealta mallissa joko muokkaamalla unwrappia tai muokkaamalla tekstuuria.



Kuva 6. Teksturoinnin vaiheet [11.]

### 3 3D-mallinnuksen työkalut

Työkaluja on monia, joista osa maksullisia ja osa ilmaisia. 3D-mallinnusohjelmia on 3Ds Max, Maya, Zbrush ja monia muita, jotka ovat maksullisia. Ilmainen 3D-mallinnus ohjelma on Blender. 3D-mallinnukseen kuuluu myös teksturointi, jolla on omia ohjelmia, joista yleisimmät ovat Adobe Photoshop, Substance Painter, Substance Designer ja Quixel Mixer.

#### 3.1 Blender

3D-mallinnussovelluksena on tarkoitus käyttää Blenderiä. Blender on 3D-mallinnusohjelma, joka on ilmainen kaikille, jossa voi mallintaa, unwräpätä, teksturoida ja animoida. Blender on suosittu mallinnusohjelma, koska se on käyttäjäystävällinen, monipuolinen käyttäjälle ja siinä on iso yhteisö, joka päivittää lisäosia koko ajan helpottaakseen ohjelman käyttöä. Ohjelmassa on monipuolisia työkaluja, jotka helpottavat mallinnusta ja muita prosesseja, joita ohjelmassa voi tehdä. Blenderiä käytetään joka puolella maailmaa pelialalla ja muissa taiteen aloilla. Blenderin sisällä löytyy paljon erilaisia työkaluja, jotka helpottavat mallinnusta ja muita vaiheita. [12.]

#### 3.2 Substance Painter

Substance Painter on 3D-malleille tarkoitettu maalaustyökalu, jolla voi maalata malleja käsin tai käyttää valmiita työkaluja, joita Substance tarjoaa, kuten Edge wear ja dirt. [13.] Kuvassa 7 ja 8 näkyy näitä maskeja, joita voi käyttää. [14.] Se antaa paljon hyviä työkaluja, että tekninen osa on helppo ja voi keskittyä vain olemaan luova. Substancecessa on myös reaaliaikainen maalausympäristö, jota voi käyttää hyväksi 3D-malleihin suoraan maalaamalla. Substance Painterin parhaimpia ominaisuuksia on, että voi tehdä tekstuureita moneen eri tasoon, mikä auttaa eri värien, kiiltävyyden ja karheuden erottelussa itse tekstuurissa. Substance Painter on hyvä teksturointiohjelma sen tehokkuuden, monipuolisuuden ja käyttäjäystävällisyyden takia. [13.]



Kuva 7. Substance edge -maski [14.]



Kuva 8. Substance dirt -maski [14.]

## 4 Projektiosuus

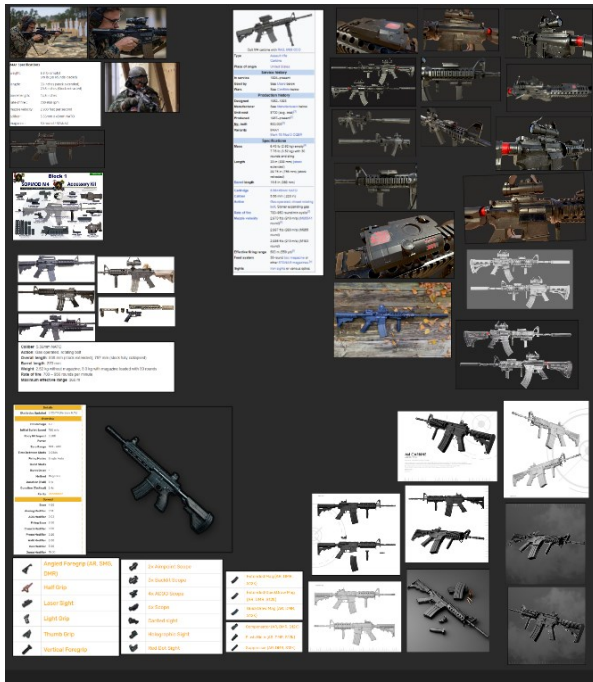
Opinnäytetyön projektin tavoitteena oli luoda hyvän tason asemalli M4-karbiinista alusta loppuun. Projektiosuuteen kuuluu suunnittelu, jossa etsitään referenssikuvat ja mitä osia mallinnetaan. Mallinnus, jossa malli mallinnetaan itse ase ja siihen kuuluvat lisäosat. Uv- ja teksturointivaiheessa pistetään mallin tasot 2D-tasolle ja lisätään siihen tekstuuri. Vienti- ja renderöinti vaiheessa otetaan viimeiset renderit mallista ja viedään FBX-muotoon.

3D-mallintamiseen käytin Blenderiä ja teksturoin mallin Substance Painterillä. Ennen teksturointia tein UV-kartan Blenderillä ja vein FBX-muodossa Substance Painteriin ja sieltä vein tekstuurit takaisin Blenderiin Png-muodossa. Viimeisenä renderöin mallin käyttäen Substancen omaa renderointiohjelmia.

### 4.1 Suunnittelu

Ennen kun aloitin mallinnuksen etsin internetistä referenssikuvia mallista ja etsin myös mallin koon, että saan mallista mahdollisimman realistisen.

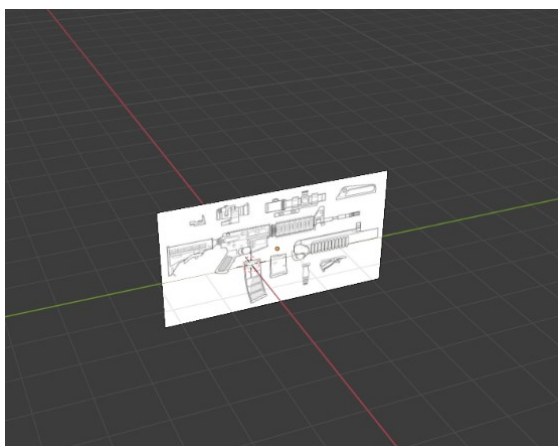
Suunnitteluvaiheessa mietin, haluanko tehdä mallista realistisen vai tyylielty/epärealistinen. Päädyin valitsemaan realistisen version, koska itsellä löytyy kokemusta realististen mallien mallintamisesta ja kiinnostaa enemmän realistiset asemallit ja realistisista aseista löytyy paljon referenssin kuvia ja on helppo aloittaa niitä katsomalla. Sen jälkeen valitsin, mitkä lisäosat teen malliin. Mallin referenssikuvat lisäsin Pureref-sovellukseen, josta pystyin katsomaan, kaikki tärkeät tiedot mallista ja näkemään kaikki puolen M4-Karbiinista, joita olin alkamassa mallintamaan. Alla olevassa kuvassa 9 on kokoelma referenssejä, mitä käytin mallinnusprosessin aikana saadakseni aseeseen koon ja kaikki yksityiskohdat.



Kuva 9. Pureref-referenssit.

#### 4.2 Mallinnus

Aloitin mallinnusvaiheen avaamalla Pureref-sovelluksen, jossa kaikki referenssikuvat olivat, mikä auttaa mallinnusta. Sen jälkeen avasin Blenderin ja tein uuden projektin ja tyhjensin tason. Lisäsin tasoon yhden referenssikuvan asean kokoa varten ja mallinnusta varten, joka näkyy kuvassa 10.

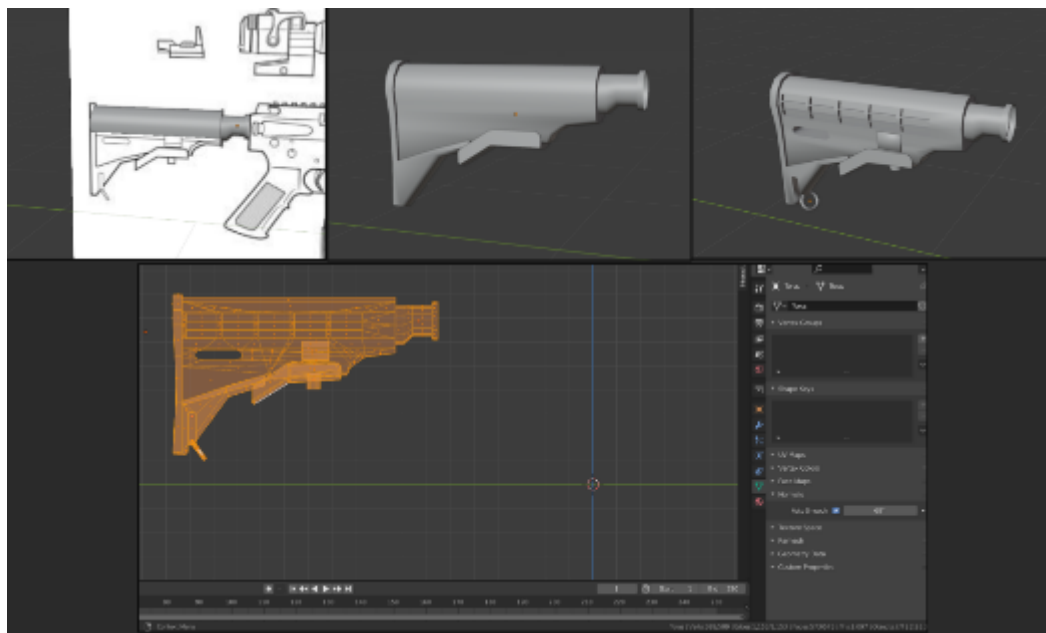


Kuva 10. Referenssikuva Blenderissä.

Aseen mallinnuksen aloitin Blenderissä lisäämällä sylinteriobjektin, josta muotoilin asean perätuen. Puolitin mallin ja hyödynsin mirror-työkalua varmistaakseni, että molemmista puolista tulisi symmetriset ja mallinsin perätuen yleiset piirteet. Tämän jälkeen lisäsin tarkempia yksityiskohtia malliin käyttämällä boolean-työkalua, jolla sain tehtyä reiät ja kuopat malliin. Boolean-työkalua käytin lisäämällä neliö objektin, johon lisäsin array-työkalun, että voisin mallintaa yhtä neliötä ja että saan monta neliötä boolean-työkalua varten. Kun olin asetellut neliöt oikeaan kohtaan, valitsin boolean-työkalulla neliön ja sen jälkeen perätukeen sain reiät. Muut yksityiskohdat tein lisäämällä neliöobjektin ja muotoilemalla sen oikeaan muotoon käyttämällä ekstruusiotyökalua.

Kuvassa 11 näkyy, miten aloitin mallinnuksen ja miltä perätuki näyttää ennen yksityiskohtien lisäämistä. Kuvassa 11 näkyy malli yksityiskohtien kanssa, joista suurimman osan tein käyttämällä boolean-työkalua, jolla sain mallissa näkyvät reiät aikaan.

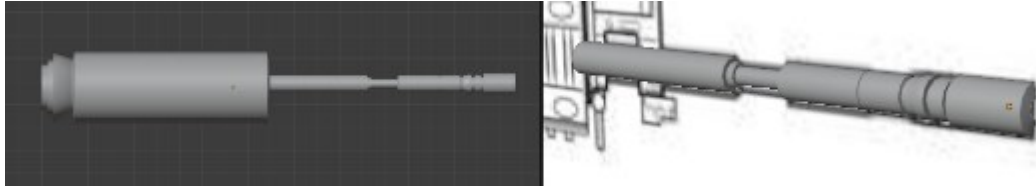
Kuvassa 11 on myös langattoman mallin kuva, jossa näkyy, kuinka monta pistettä mallissa on eli noin 1000 polygonia.



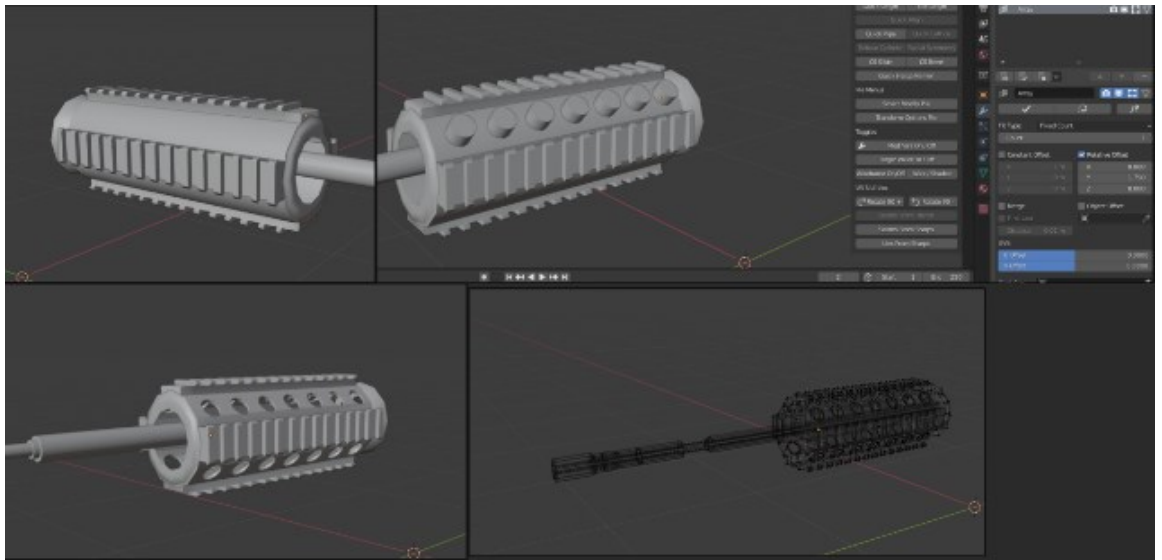
Kuva 11. Aseen perätuki.

Perätuen jälkeen aloitin mallintamaan asean piippua, jossa käytin ekstruusiotyökalua, että sain piipun yleisilmeen kuntoon, joka näkyy kuvassa 12. Alla olevissa kuvissa on piippu ja etukäsisuoja ennen yksityiskohtia, jotka muotoilin sylinteriobjektista. Käsisuojaan lisäsin yksityiskohtia muotoilemalla neliöobjekteja ja käyttämällä mirror-työkalua, että neliöt olisivat jokaisella sivulla käsisuojaa, joka näkyy kuvassa 13. Yksityiskohdat näihin tein käyttämällä edge loop-työkalua, jolla

sain rajattua kohdat, jotka halusin korottaa. Tämän jälkeen käytin ekstruusiotyökalua saadakseni korotukset neliöobjektiin. Käsisuojan reiät tein lisäämällä sylinteriobjektin ja käyttämällä array- ja mirror-työkalua ja sen jälkeen käyttämällä boolean-työkalua käsisuojaossa ja valitsemalla sylinteriobjektin, jotka näkyvät kuvassa 13.

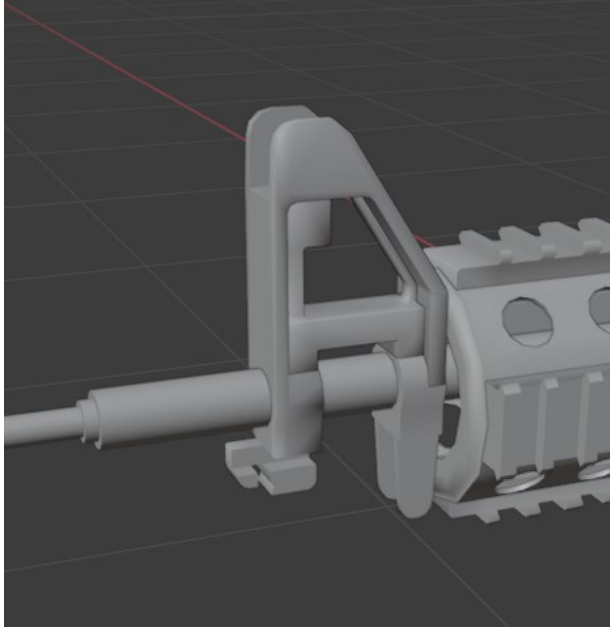


Kuva 12. Etupiippu.



Kuva 13. Käsisuojan yksityiskohdat ja boolean-työkalu.

M4-karbiinin etuosaan lisäsin etutähtäimen, jossa on myös pistinpidike, jotka tein käyttämällä ekstruusio- ja bevel-työkaluja, että sain pyöreän muodon tähtäimeen. Alla olevassa kuvassa 14 on valmis etutähtäin kaikilla yksityiskohdilla.



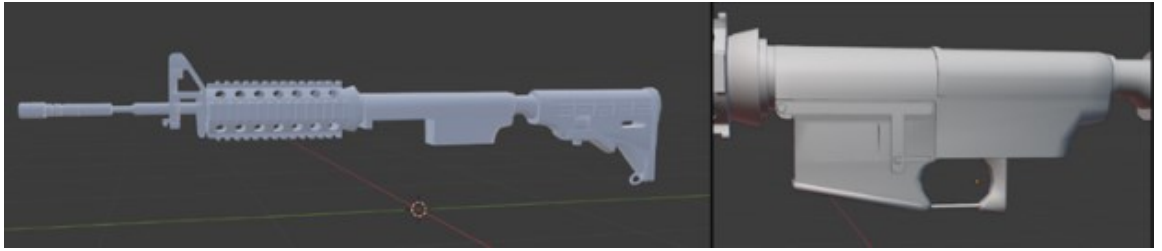
Kuva 14. Etutähtäin.

M4-karbiinin etuosaan kuuluu etupiippu, joka menee läpi koko etuosasta. Käsisuoja, joka on etupiipun ympärillä, suojaa piippua. Etutähtäin on suoraan käsisuojan edessä. Valmiissa etuosassa on noin 6000 polygonia, mikä näkyy alla olevassa kuvassa 15.



Kuva 15. Valmis etuosa.

Viimeisenä merkittävänä osana mallinsin aseän keskiosan, johon kuuluu karbiinin runko, jossa on luodin ulostuloreikä. Runkoa aloin mallintamaan lisäämällä neliöobjektin ja muotoilemalla sen referenssin mukaan ja runko ilman yksityiskohtia näkyy kuvassa 16. Luodinulostuloreiän loin lisäämällä sylinteriobjektin ja käyttämällä siihen boolean-työkalua, joka on esitetty kuvassa 17. Rungon yläosassa on takatähtäimen pidike, jonka loin neliöobjektia muokkaamalla ekstruusiotyökalulla, kun taas rungon alaosassa on reikä, jossa myös käytin ekstruusiotyökalua sen tekemiseen ja tämän reiän tarkoitus on aseän lippaan pitäminen. Karbiinin alaosassa on karbiinin kahva, jossa käytin ekstruusiotyökalua saadakseni yleiskuvan ja sen jälkeen lisäsin toisen neliöobjektin, josta tuli käsipidikkeen sivun yksityiskohta, joka näkyy kuvassa 17. Keskiosassa on vain noin 1000 polygonia.



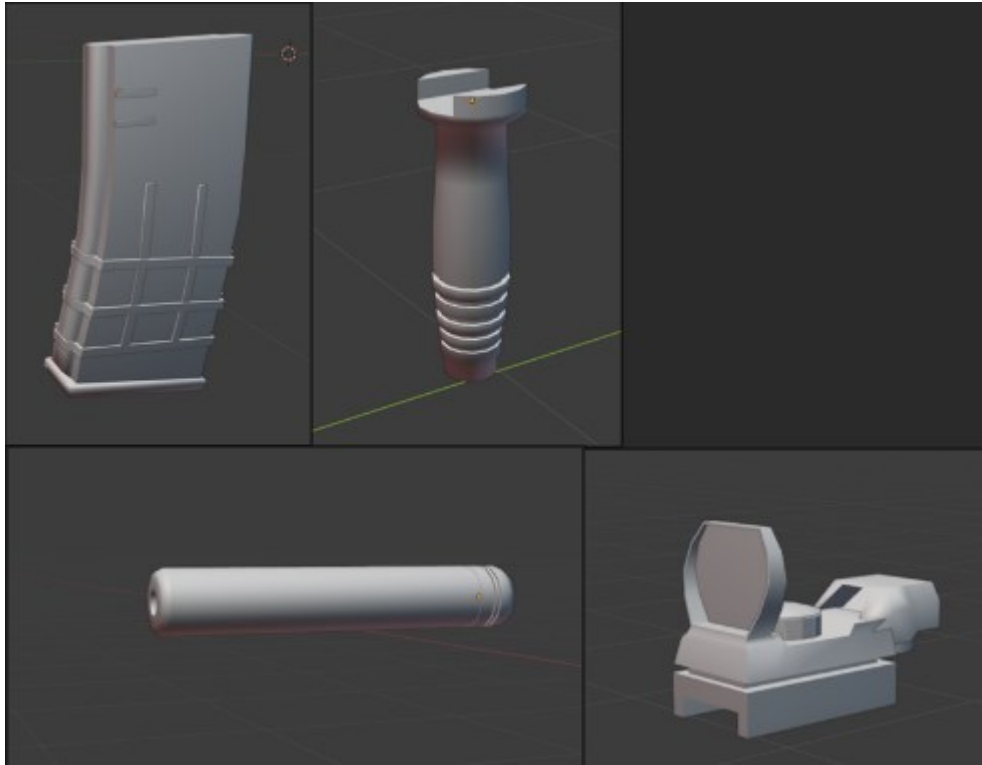
Kuva 16. Karbiinin keskiosa.



Kuva 17. Keskiosan yksityiskohdat.

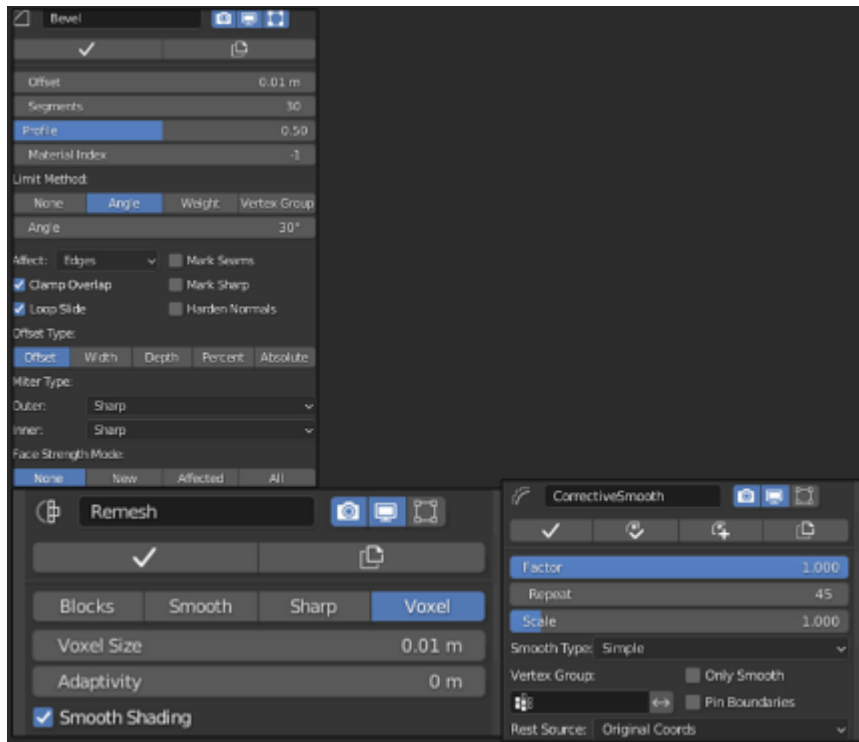
Viimeisenä ennen lisäosien mallintamista mallinsin kaikki aseän yksityiskohdat, jotka ovat alla olevassa kuvassa. Yksityiskohtien mallinnuksen tein lisäämällä joko neli- tai sylinteriobjektin Blenderin sisällä ja sitä muuntelin oikean muotoiseksi käyttäen ekstruusio- ja bevel-työkalua käyttäen. Yksityiskohtiin kuuluu mutterit, laukaisin, luodinulostuloreiän kansi, ammutavalintavipu ja monia muita yksityiskohtia. Yksityiskohdissa on noin 3000 polygonia.





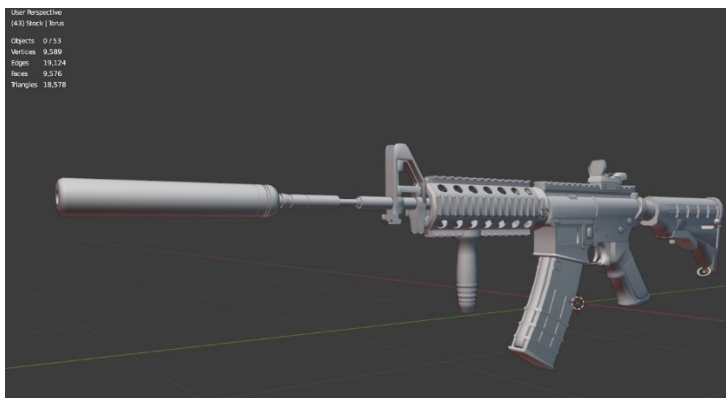
Kuva 19. M4 karbiinin lisäosat.

Kun aloin muuttamaan low poly -mallia high poly -muotoon lisäsin ensimmäisenä jokaiseen objektiin bevel-työkalun, jonka asetukset näkyvä kuvassa 20. Sen jälkeen käytin remesh-työkalua ja correct smooth -työkalua, että mallista tulisi mahdollisimman tarkka ja pehmeät ja terävät kohdat erottuisivat mahdollisimman paljon, mikä näkyy kuvassa 20.



Kuva 20. työkälyt high poly -muodossa.

Low poly -mallissa on noin 18000 polygonia kaikissa objekteissa ja high poly -mallissa on 4 miljoonaa polygonia. High poly -mallia käytetään suurimmaksi osaksi vain, kun renderöin kuvia mallista ja low poly sopii peliin lisättäväksi. Kuvissa 21 ja 22 näkyvät erot malleissa, joissa näkyy, että high poly -mallissa on vähän tarkemmat kulmat kuin low poly -mallissa. On tärkeä olla molemmat mallit, koska pelimoottorit eivät jaksaa pyörittää malleja, joissa on liian paljon polygoneja. High poly -malli on tärkeä, että saa mahdollisimman tarkat renderöintikuvat mallista.



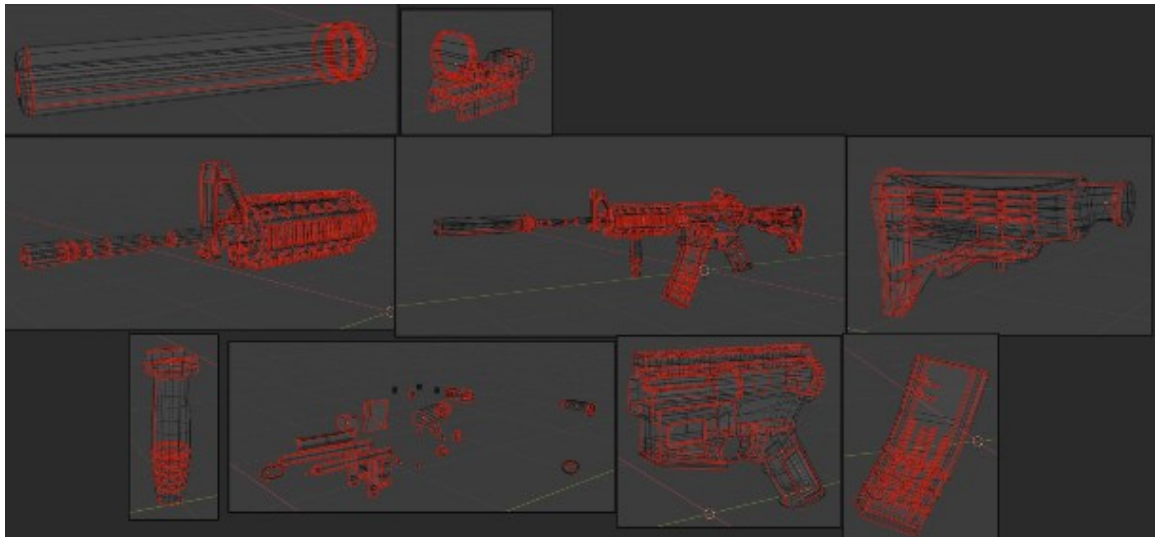
Kuva 21. Low poly -malli.



Kuva 22. High poly -malli.

#### 4.3 Uv ja teksturointi

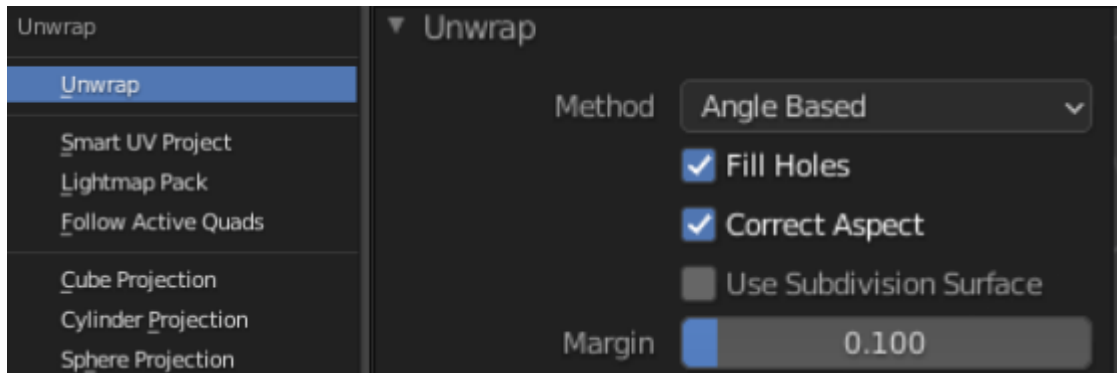
Aseen uv- ja teksturointi -vaiheen aloitin Blenderin muokkausmoodissa, jossa aloin merkitsemään aseosien reunoja seam-työkalulla, että uv-prosessi tulisi olemaan helpompi. Käytin seam-työkalua laittamalla jokaisen osan vastakkaiselle puolella oleviin reunoihin ja sen jälkeen vedin yhden pitkän viivan koko mallin läpi, jotta päädyt olisivat erillään ja keskiosa puolittuisi helposti. Kuvassa 23 näkyy, miltä ase näytti seam-työkalun käytön jälkeen. Kun kaikissa reunoissa on seam, niin voi aloittaa virallisen uv-vaiheen.



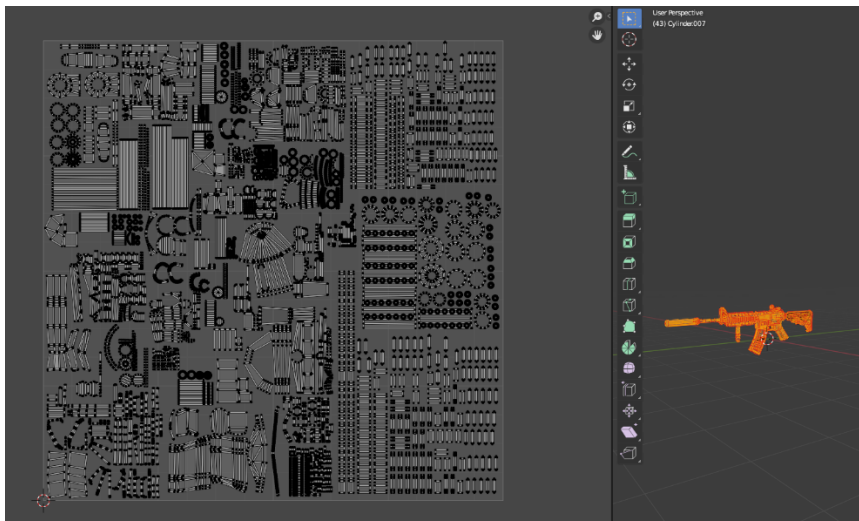
Kuva 23. Seam-työkalu.

Uv-vaihe helpottui, kun käytti seam-työkalua ennen, kun aloitti Uv-vaiheen. Uv-vaiheessa valitsin jokaisen aseosien osan erikseen ja valitsin sen kaikki pinnat ja painoin näppäimistön U-kirjainta ja sillä sain Uv-valikon, josta valitsin ylimmän vaihtoehdon, joka oli unwrap ja sen jälkeen muokkasin

uv:n marginaalit ja muut asetuksen, jotka näkyvät alla olevassa kuvassa 24. Kun kaikki aseos osat ovat unwräpätty, siirsin ne uv-neliön sisään teksturointia varten ja tämä näkyy kuvassa 25.



Kuva 24. Uv asetukset.

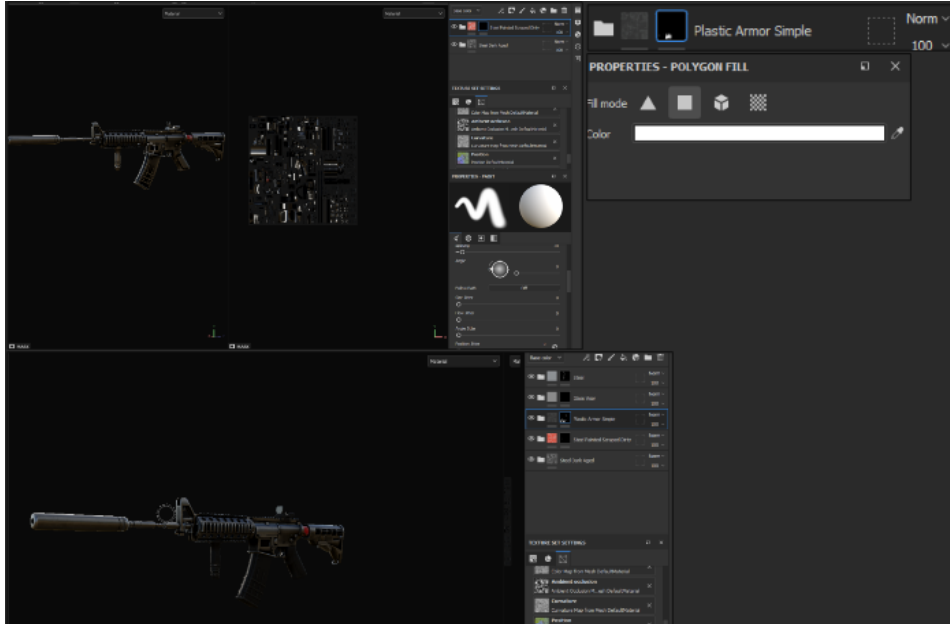


Kuva 25. Valmis uv.

Teksturointivaiheen aloitin Blenderissä valitsemalla kaikki aseos osat ja viemällä FBX-muodossa Blenderistä Substance Painteriin. Substance Painterissä aloitin tekemällä uuden projektin, jossa valitsin tekstuurin muodon, johon valitsin Unrealiin menevän tekstuurimuodon. Sen jälkeen valitsin tekstuurin koon, jonka halusin tehdä 4K:na että saa mahdollisimman tarkan tekstuurin. Kuvassa 26 näkyvät projektin asetukset.

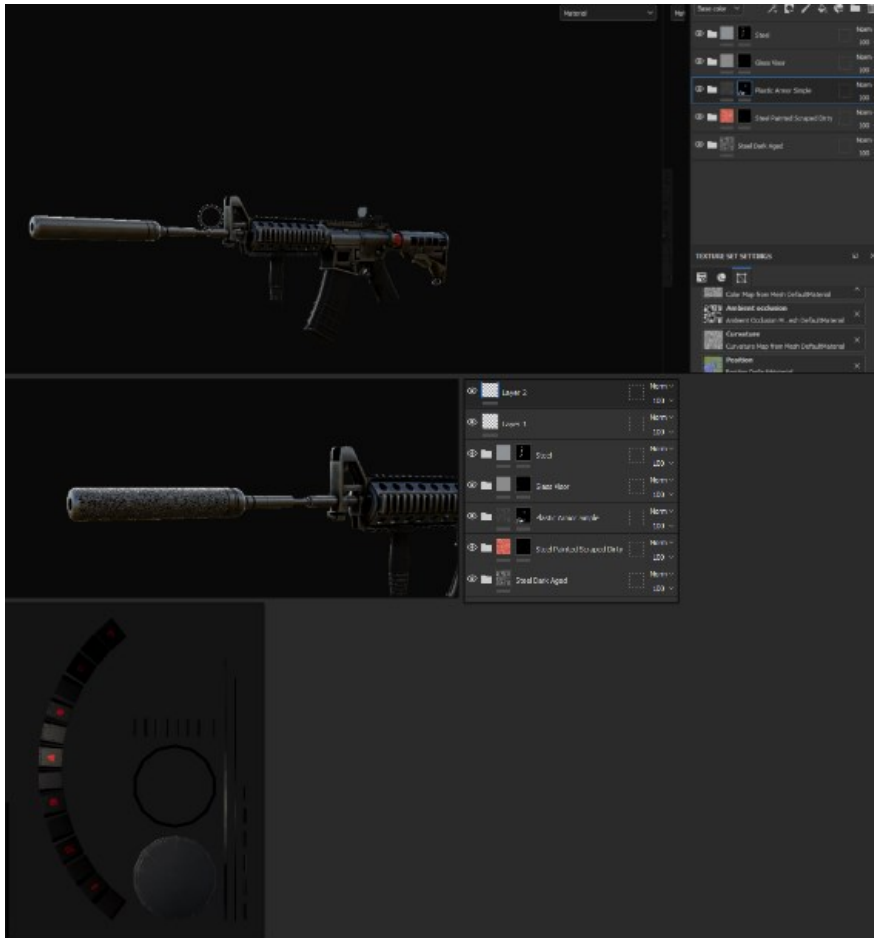


Tämän jälkeen lisäilin lisää tekstuureita ja käyttämällä mustaa maskia pystyin valitsemaan, mihin osaan tekstuuri tulee. Kuvassa 28 on työkaluja, mitä käytin, kun lisäsin eri tekstuureita malliin. Kun olin saanut laitettua kaikki haluamani tekstuurit malliin, aloin muokata tekstuurien maskeja. Näin pystyin säätämään esimerkiksi metallin kuluneisuutta.



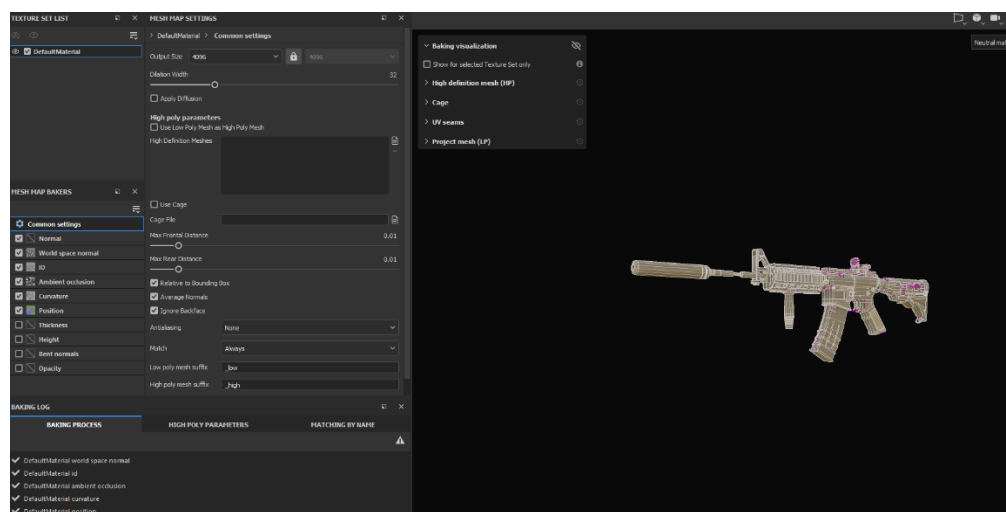
Kuva 28. Substance Tekstuurien erottelu.

Kun sain päätekstuurit kuntoon, lisäsin Substancessa maalaustason, että saisin yksityiskohtia aseeseen. Ensimmäiset yksityiskohdat lisäsin vaimentimeen, johon laitoin paljon pisteitä, jotka kohosivat tasosta jonkun verran. Tämän jälkeen lisäsin käsikahvoihin pintaa, että niiden pinta näyttäisi siltä, että niistä voi ottaa kiinni ja ne eivät ole liukkaita. Tähtäimeen lisäsin numeroita ja muita pieniä asioita, joita siihen kuuluu. Kuvassa 29 näkyy osa aseeseen yksityiskohdista, joita tein tekstuurien avulla.



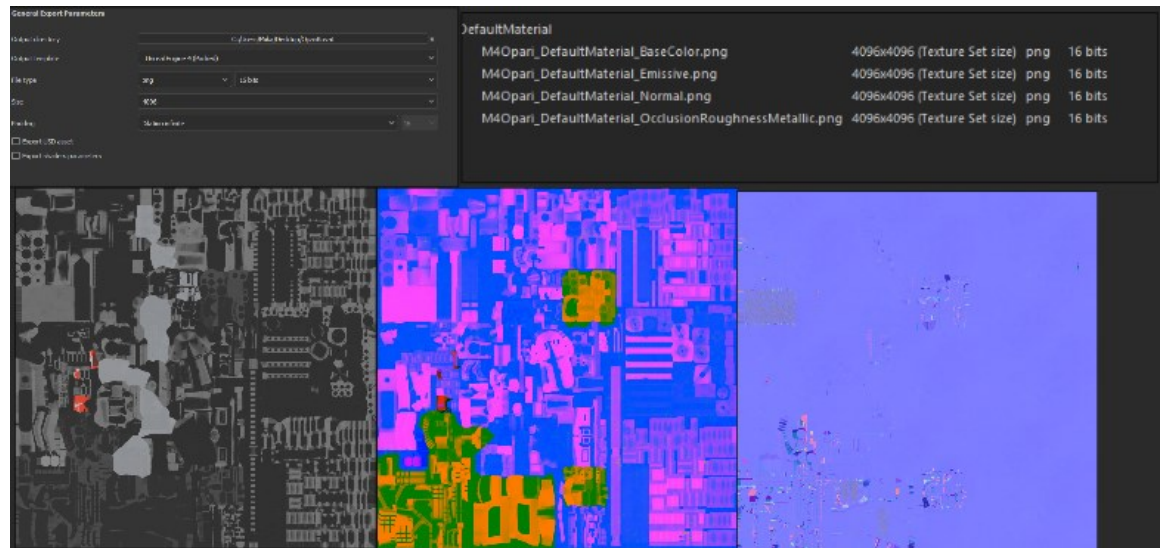
Kuva 29. Aseen tekstuuriyksityiskohdat.

Kun sain kaikki yksityiskohdat tehtyä, niin tein lopullisen version, joka vaati bake-työkalun käyttöä. Tässä vaiheessa bake-työkalun asetuksissa lisäsin normaalikartan mukaan, että tekstuurin yksityiskohdat tulevat esiin. Kuvassa 30 on asetukset, joita käytin viimeistellyssä mallissa.



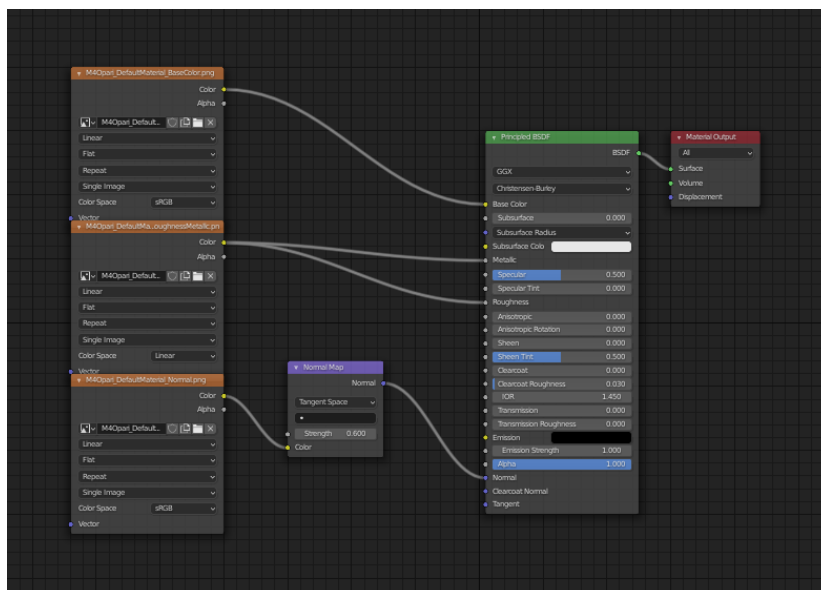
Kuva 30. Bake-työkalun asetukset.

Lopuksi halusin muuttaa Substance Painterin tekstuurit Png-muotoon. Tämä onnistui Substancen vientityökalulla, joihin laitoin asetukset, jotka olivat tekstuurin muoto, jonka valitsin jo Unreal muotoon ja 4K-laatuun, että kaikki yksityiskohdat tulevat esiin. Kuvassa 31 on viennin asetukset ja mihin muotoon tekstuurit menivät. Tekstuurin menivät kolmeen osaan, jotka olivat perusväri, ARM-muoto ja normaalimuoto, jotka näkyvät kuvassa 31.



Kuva 31. Tekstuurien vieni Png-muotoon.

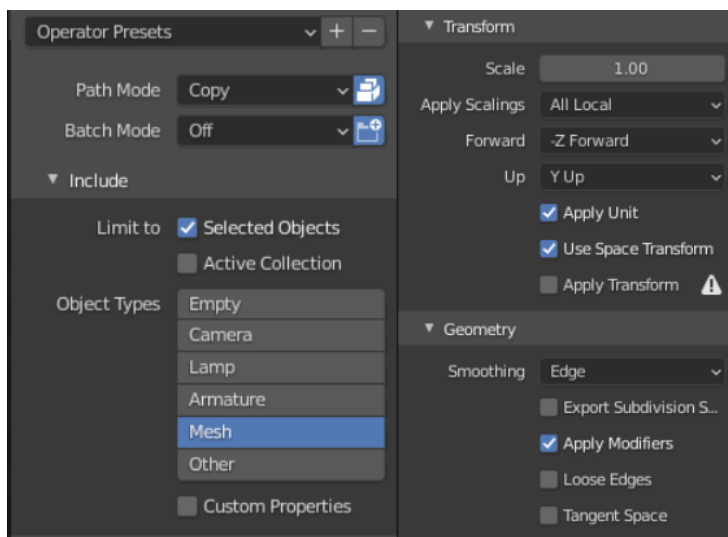
Viimeisenä lisäsin tekstuurit Blenderiin menemällä Shaders-välilehdelle ja lisäämällä materiaalin malliin. Materiaaliin lisäsin kolme kuvatekstuuria. Ensimmäiseen kuvatekstuuriin lisäsin perusvärin ja yhdistin sen base color -pisteeseen. Sen jälkeen lisäsin Arm-tekstuurin, jonka muutin Linear-tekstuuriksi ja yhdistin sen roughness- ja metallic- pisteisiin. Viimeisenä Lisäsin normaalikartan, jonka ensiksi lisäsin normaalikarttapalkkiin ja sen jälkeen normaalipisteeseen. Normaalikartan vahvuutta muutin normaalipalkin asetuksista. Shaders-ikkunan asetukset näkyvät kuvassa 32.



Kuva 32. Blender Shaders.

#### 4.4 Vienti ja renderöinti

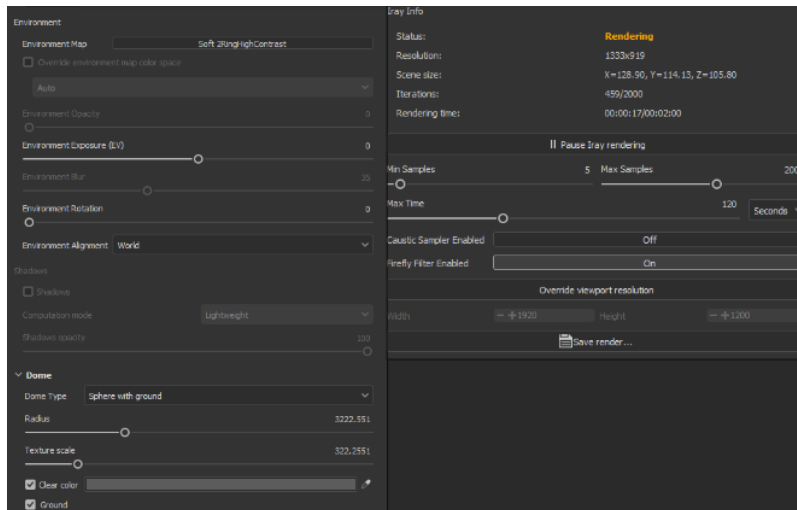
Projektin viimeisenä vaiheena oli mallin vienti FBX-muotoon, joka sisältää tekstuurit ja mallin renderöinnin. Vienti vaiheen aloitin valitsemalla koko asean Blenderissä ja sen jälkeen painoin Blenderin file-valikosta, jossa löytyy export-nappi, josta valitsin FBX-muodon. Siellä valitsin kopiointipolkutilan ja painoin tekstuuripainiketta, että tekstuurit tulevat FBX:n mukana. Sen jälkeen valitsin, että vain valitut objektit tulevat mukana ja geometria pehmentää mallin reunoja. Tämän jälkeen painoin export FBX-nappia ja sen jälkeen FBX on valmis pelimoottoriin. Vientiasetukset näkyvät kuvassa 33.



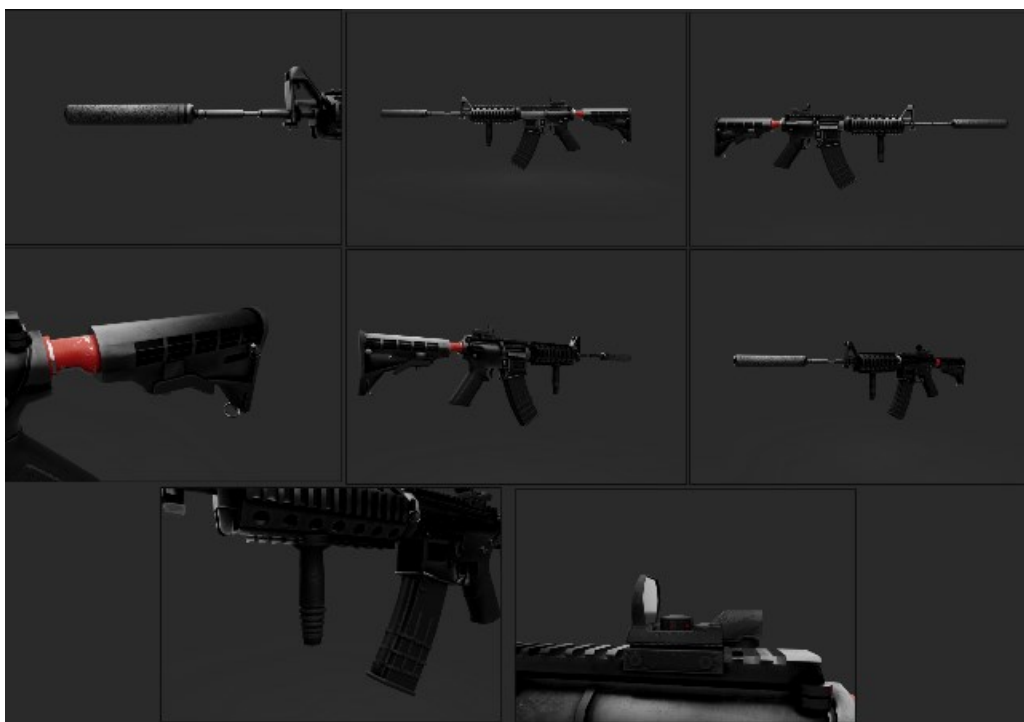
Kuva 33. Vientiasetukset.

Renderöintivaiheen aloitin valitsemalla renderöintimoottorin, joita minulla oli kaksi vaihtoehtoa Blenderin renderöintimoottori tai Substance Painterin renderöintimoottori. Itse valitsin Substance Painterin, koska omien kokemuksieni mukaan saan sillä paremmat ja nopeammat renderit ja omasta mielestä paremmat asetukset löytyvät Substancen renderöintimoottorista.

Substancen asetuksista aluksi valitsin parhaimman ympäristön ja valitsin, että ympäristö on yksivärinen ja väriksi valitsin harmaan. Tämän jälkeen valitsin laadun ja kuinka kauan renderöinnissä kestää. Renderöintiasetukset näkyvät kuvassa 34. Tämän jälkeen siirtelin kameraa ja otin renderöintikuvia joka puolelta mallia. Valmiit renderöintikuvat näkyvät kuvassa 35.



Kuva 34. Renderöintiasetukset.



Kuva 35. Valmiit kuvat.

## 5 Yhteenveto

Opinnäytetyössäni keskityin M4-karbiinin 3D-mallintamiseen ja teksturointiin. Projektin tavoitteena oli luoda realistinen M4-karbiinin malli alusta loppuun. Työ jakautui useisiin vaiheisiin, jotka olivat aseennäytteen mallinnus, teksturointi ja sen jälkeen renderöinti ja vienti FBX-muotoon.

Työssä käytin sekä Blenderiä että Substance Painteria mallintamiseen ja teksturointiin. Lopullinen työ sisälsi sekä low poly - että high poly -versiot mallista, ja high poly -mallia käytin renderöintikuvien luomiseen, kun taas low poly -mallia käytin pelimoottoria varten.

Aseennäytteen luominen alkoi valitsemalla, minkä aseennäytteen haluan mallintaa. Valitsin M4-karbiinin, koska uskoin, että sen mallintaminen on haastava ja siihen oli helppo lisätä lisäosia. Ennen mallinnuksen aloitusta etsin referenssikuvia. Etsin referenssikuvia ja aseennäytteen tiedot internetistä ja lisäsin ne Pu-reref-ohjelmaan, jossa pystyin organisoimaan kuvat parhaiten. Mittasin aseennäytteen koon lisäämällä referenssin Blenderiin ja skaalaamalla tämän oikeaan mittaan mallinnusta varten.

3D-mallinnus vaiheen aloitin mallintamalla aseennäytteen perätuen, jonka mallinsin käyttäen Blenderin työkaluja ja katsomalla referenssikuvia. Mallinsin perätuen lisäämällä objekteja ja muokkaamalla niitä Blenderin muokkaustilassa. Mallinsin ensimmäisenä perusmuodon perätuesta ja sen jälkeen yksityiskohdat.

Tämän jälkeen mallinsin etupiipun ja edessä olevan käsisuojan piipun ympärille käyttäen samoja mallinnustekniikoita kuin käytin perätuen mallintamisessa. Etuosassa löytyy monta eri osaa, jotka mallinsin kaikki erikseen. Näihin osiin kuuluu piippu, etutähtäin, bajonettikiinnike ja käsisuoja. Tärkeimmät työkalut tässä olivat bevel-työkalu, jolla sain tarkemmat reunat ja boolean työkalu, jolla sain käsitetuen ilmareiät.

Viimeisenä isona osana mallinsin aseennäytteen keskiosan, jossa myös samoja työkaluja kuin käytin aikaisimmissa osissa. Keskiosaan kuuluu tähtäinalusta, luodinpoistoreikä, käsipidike, lipasreikä ja liipaisin. Kun kaikki isot osat olivat tehty aloin mallintaa yksityiskohtia, kuten muttereita, tulinopeusnappi ja luodinulostuloläppä.

Viimeisenä mallinnusvaiheena mallinsin lisäosia aseeseen. Aseennäytteen lisäosiin kuuluu vaimennin, etukahva, lipas ja punapistetähtäin. Näissä käytin samoja mallinnustekniikoita kuin käytin aseennäytteen osien mallinnuksen aikana.

Aseen viimeistelyvaiheessa tein aseesta kaksi eri mallia joista toinen oli low poly -malli, jota voi käyttää esimerkiksi pelissä viemällä mallin FBX-muodossa pelimoottoriin. Toinen malli on high poly -malli, jota käytän tekemään mahdollisimman hyvät renderöintikuvat mallista. High poly - ja low poly -mallien ero on niiden polygonimäärässä eli high poly -mallissa on paljon enemmän polygoneja, joten yksityiskohdat näkyvät tarkemmin.

Tämän jälkeen aloitin uv-vaiheen, joka on tärkeä vaihe, että tekstuureista tulee mahdollisimman hyvät. Tässä vaiheessa käytin ensimmäisenä seam-työkalua, jolla merkitsin jokaisen aseiden osien reunat, että Blenderin uv-ominaisuus osaisi siirtää aseiden 3D-tasot 2D-muotoon parhaiten.

Kun uv-prosessi oli valmis, siirsin mallin Substance Painter -ohjelmaan, jossa aloitin teksturoimaan mallia. Teksturoinnissa käytin Substance Painterin omia älykkäitä tekstuureita, joita parantelin käyttämällä maskeja. Erittelin aseiden eri tekstuureita lisäämällä jokaiseen eri teksturiin mustan maskin, jolla pysyin valitsemaan eri osat, joihin tekstuureit tulivat. Teksturoinnin lopuksi käytin bake-työkalua, että sain eri tekstuurien muodot näkymään mallissa. Viimeisenä teksturointivaiheessa vein kaikki tekstuurit Blenderiin, että saan viimeistellyn mallin valmiiksi.

Kun kaikki mallinnus - ja teksturointi -vaiheet olivat tehty ensimmäisenä Blenderissä vein low poly -mallin FBX-muotoon, jota pysty käyttämään pelissä ja tämän jälkeen käytin high poly mallia Substance Painterissä ottamalla aseiden joka puolelta renderöintikuvia.

Projektin aikana opin paljon uusia mallinnus - ja teksturointi -tekniikoita, jotka tulevat nopeuttamaan ja parantamaan tulevaisuuden projekteja. Mallinnus - ja teksturointi -työvaiheessa käytin paljon tekniikoita, joita olin jo oppinut aikaisemmissa projekteissa, mikä myös nopeutti työn tekoa. Projektin aikana yritin mahdollisimman paljon dokumentoimaan eri mallinnus ja teksturointivaiheita, joista kerroin tässä opinnäytetyössä mahdollisimman tarkasti kuvailemalla mallinnusprosessiani. Projektin aikana oli jonkun verran hankaluuksia, mutta suurimmaksi osaksi sain mallinnuksen tehtyä nopeasti ja omaan tasooni verrattuna hyvin. Mallinnus sujui hyvin, kun löysin paljon hyviä referenssikuvia, jotka auttoivat prosessin aikana paljon. Projekti pysyi koko opinnäytetyön aikana aikataulussa. Aikaisempi kokemus auttoi pysymään aikataulussa, koska tiesin jo paljon aseitten mallintamisesta.

## Lähteet

1. Ekanan, S. How to 3D Model: The Basics of 3D Modeling. 2022 [Viitattu 09.04.2023] Saatavilla:<https://all3dp.com/2/3d-modeling-basics-simply-explained/>
2. Autodesk. Polygonal meshes. 2010 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: <https://download.autodesk.com/us/mudbox/help2010/index.html?url=WS1a9193826455f5ff6026605b1181c8f4f2e-1e05.htm,topicNumber=d0e8469>
3. Vendelskis, S. What is the difference between High Poly and Low Poly models in 3D modeling? .2022 [Viitattu 10.04.2023] Saatavilla: <https://www.modelry.ai/blog/difference-between-high-poly-and-low-poly-models>
4. Modelry. What is the difference between High Poly and Low Poly models in 3D modeling. 2022 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: <https://www.modelry.ai/blog/difference-between-high-poly-and-low-poly-models>
5. WingFox, What is Hard Surface Modeling. 2022. [Viitattu 04.03.2023] Saatavilla: <https://blog.wingfox.com/what-is-hard-surface-modeling/>
6. Polycount. Hard Surface Model: Gun Run 05. 2018 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: <https://polycount.com/discussion/198770/hard-surface-model-gun-run-05>
7. Pluralsight. What's the difference between hard surface and organic modeling. 2015 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/whats-the-difference-between-hard-surface-and-organic-models>
8. Blender, About Uv. Tunteaton [Viitattu 09.03.2023] Saatavilla: [https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv\\_image/uv/editing/unwrapping/introduction.html#about-uvs](https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/editing/unwrapping/introduction.html#about-uvs)
9. Wikimedia. Cube Representative UV Unwrapping. 2008 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cube\\_Representative\\_UV\\_Unwrapping.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cube_Representative_UV_Unwrapping.png)
10. XO3D. Understanding materials and textures. 2022 [Viitattu 09.03.2023] Saatavilla: <https://www.xo3d.co.uk/understanding-materials-and-textures/>
11. Blendernation. Modeling, UV Unwrapping and Texturing a Mushroom. 2017 [Viitattu 14.05.2023] Saatavilla: <https://www.blendernation.com/2017/04/22/tutorial-modeling-uv-unwrapping-texturing-mushroom/>

12. Blender, Blender About. Tuntematon [Viitattu 08.03.2023] Saatavilla: <https://www.blender.org/about/>
  
13. Miranda, S. A Quick Guide to Getting Started with Substance Painter. 2022 [Viitattu 08.03.2023] Saatavilla <https://www.schoolofmotion.com/blog/quick-guide-getting-started-substance-painter>
  
14. Flippednormals. High-detail smart masks / substance painter [Viitattu 05.06.2023] Saatavilla: <https://flippednormals.com/product/high-detail-smart-masks-substance-painter-14358>