

Aki Liimatainen

Modulaarisen miekan valmistus

Tradenomi
Tietojenkäsittely
Kevät 2021



KAMK • University
of Applied Sciences

Tiivistelmä

Tekijä: Aki Liimatainen

Työn nimi: Modulaarisen miekan valmistaminen

Tutkintonimike: Tietojenkäsittelyn tutkinto

Asiasanat: Modulaarinen, Miekka, kolmiulotteinen

Moduulit koostuvat pienistä komponenteista ja näitä moduuleita voi yhdistellä toisiinsa ennalta suunnitellulla tavalla.

Työssä käydään läpi kolmen pelin modulaarisia esimerkkejä aseiden suhteen. Ensimmäinen on Mordhau. Mordhaussa aseet koostuvat kolmesta pääosasta. Toinen esimerkki on Dying Light. Tässä pelissä aseisiin kiinnitetään moduuleita. Kolmas peli on Escape from Tarkov ja tässä pelissä aseet koostuvat useista pääosista, joihin voi kiinnittää useita moduuleita, joten Escape from Tarkov hyödyntää molempia modulaarisia keinoja pelissään.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin miekkojen rakenne, miekoista löytyy muun muassa kärki, terä, ura, väistinväli, kahva, ponsi ja niitti tai nuppi. Miekan rakenteen selvittäminen helpottaa, moduulien rakentamisessa, koska tiedetään kuinka miekan voi pilkkoa osiin useammalla tavalla.

Tutkielman seuraavassa vaiheessa selvitetään, kuinka modulaarisuus pitää huomioida jokaisessa grafiikan luonnin vaiheessa. Seuraavaksi tuodaan esille huomioita, kuinka luoda modulaarisia objekteja useilla eri tavoilla ja mitä tulisi välttää, kun modulaarisia objekteja lähdetään luomaan. Modulaarisia objekteja tehdessä on hyvä heti alusta lähtien tietää mihin tarkoitukseen työ tulee, jotta tiedetään paremmin mitä tehdään. Alussa työlle tehdään suunnittelu ja suunnitteluvaiheessa tarkastellaan mihin tarkoitukseen työ tulee ja minkälainen miekka tehdään. Työssä on hyvä selvittää, kuinka monesta moduulista työ koostuu. Suunnittelun ja ideoinnin jälkeen työlle tehdään luonnokset, joita tehdään yleensä noin kaksikymmentä kappaletta ja jokaiseen käytetään noin 1–5 minuuttia. Luonnoksien jälkeen luodaan konseptteja yksi tai pari kappaletta, jotta saadaan selkeämpi kuva työstä, jota tullaan mallintamaan. Mallinnusvaiheessa on hyvä lähteä miettimään topologiaa eli, kuinka mallin polygoni muodostetaan ja paljonko lisätään yksityiskohtia. Mallin valmistuttua työlle tehdään teksturointi, jossa mallin pintaan luodaan grafiikka, käyttämällä jotain teksturointiohjelmia. Seuraavana käydään läpi hiominen, jossa käydään korjaamassa kaikki työn epäkohdat, kuten pienet artefaktit häiriöt tekstuureissa tai mallin topologiassa on tehty huonoja ratkaisuja, jotka vaativat optimointia.

Kolmannessa vaiheessa katsotaan miten modulaarisen 3D miekan valmistus onnistui. Aluksi tutkittiin miekkojen rakennetta, vanhoja suomalaisia symboleita ja tutkittiin vanhoja museoesineitä ja niiden koristelua. Työssä valittiin Suontaan miekan muodoltaan pohjaksi, mutta otettiin vapaus koristeluiden suhteen, jotta työstä ei tulisi puhtaasti digitaalinen kopio. Miekka pilkottiin kahdeksaan moduuliin suunnitteluvaiheessa. Seuraavaksi työstä tehtiin kaksikymmentä luonnosta ja luonnoksia tehdessä keskityttiin hakemaan oikeanlaista koristelua miekalle. Sopivan luonnoksen löydettyä tehtiin työlle pari konseptia, missä piirrettiin värimaailma ja yksityiskohtat tarkemmin. Mallinnusvaiheessa työlle tehtiin moduulit mahdollisimman optimoidusti. Miekan mallin valmistuttua työlle tehtiin tekstuuri ja tekstuurit luotiin käyttämällä Substance Painter -teksturointiohjelmaa. Työn tekstuurit luotiin käyttämällä PBR-materiaaleja, jotka koostuvat tekstuurikarttakokonaisuuksista. Tekstuurien valmistuttua työ hiottiin vielä, korjaamalla pienet virheet ja lisäämällä toimivia yksityiskohtia.

Tutkielman yhteenvedossa huomattiin, että tasainen työn tahti toimii ja miekka oli onnistunut modulaarisena esimerkkinä. Yhteenvedossa esitellään modulaarinen 3D miekka renderöidyissä kuvissa ja niiden lisäksi muutama esimerkki modulaarisuudesta, jotka todistavat työn onnistumisen.

Abstract

Author(s): Aki Liimatainen

Title of the Publication: Creating a Modular Sword

Degree Title: Bachelor of Business Administration

Keywords: Modular, Swords, 3D

This thesis studies weapon modularity from the videogame graphics perspective. The definition of modularity is that modular assets are constructed from small components and these modules are designed in a way that they can be used in multiple ways to connect with other modular assets.

First modularity is explained. Then is discussed how modular weapons are shown in videogames and lastly, a detailed description of how swords are constructed and how to breakdown a sword when designing a modular sword is given.

The modular weapon system examples were obtained from three different games. The first one is Mordhau the weapons of which are constructed from three different pieces. The second game is Dying Light. In Dying Light, one can't change the core of the weapon, but instead of changing the core one can add attachments to the weapons such as electricity attachments and blowtorches. The third game is Escape from Tarkov. In Escape from Tarkov the modular weapons system has been broken down to a very detailed modular system. Escape from Tarkov's modular weapons system uses the features that the previous two games had: the attachment system from Dying Light and the core system from Mordhau.

It's good to know how one's model is constructed and what the reasons for its geometry are, that's why the swords are discussed in such detail. Swords are constructed from four different pieces which are blade, guard, handle, and pommel. Four parts is the most common and optimal in time and quality scale.

The final part of the study goes through what to keep in mind in a usual graphic pipeline when creating a modular weapon and what things to avoid or do differently when making modular assets. The study explains different approaches while making modular weapons.

In the first phase one should consider the model in question and what purpose it serves. Then one should try to place the modularity in by thinking what the connection points are. The next phase is moodboard and sketching. First the moodboard is created, which is a board full of reference pictures to boost creative thinking when making sketches. Fifteen to twenty sketches are needed, and each sketch should take one to five minutes.

In the next phase, when the most fitting sketch has been chosen, concepting a more refined sketch is started to get a better overall picture what we are making. There should be two to five concepts taking ten to twenty minutes.

When a concept is created, modeling from the concept is started using one of the modeling methods which are sculpting, normal modeling and photogrammetry.

In the practical phase of this study, a modular 3D sword is created phase by phase and lastly and successes of the study are discussed. Some examples of the modular 3D swords are included.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Modulaarisuus grafiikassa	2
3	Modulaariset aseet videopeleissä	5
4	Miekkojen rakenne	8
5	Suunnitelma valmistuksesta	10
5.1	Ideointi	10
5.2	Moodboard.....	11
5.3	Luonnostelu	11
5.4	Konseptointi	12
5.5	Mallintaminen	13
5.5.1	Origo.....	14
5.5.2	T-junctions.....	15
5.5.3	Leipominen.....	15
5.5.4	Kaivertaminen	16
5.5.5	Photogrammetria	17
5.5.6	UV-kartta	18
5.6	Teksturointi	18
5.7	Lisämateriaalin tekeminen	20
5.8	Lopullisen työn hiominen	20
6	Modulaaristen miekkojen valmistaminen	21
6.1	Suunnittelu	21
6.2	Lähteiden kerääminen.....	21
6.3	Luonnostelu	21
6.4	Konseptointi	24
6.5	Mallintaminen	25
6.6	Kaivertaminen	29
6.7	Teksturointi	30
6.8	Hionta	31
6.9	Lopputulokset.....	32

7	Yhteenveto	34
	Lähteet	35
	Liitteet	

Käsitteet

- *High poly -malli.* Korkean polygonimäärän malli, jota yleensä käytetään low poly -mallin yksityiskohtien heijastamiseen.
- *Kaivertaminen.* Mallin pinnan luomista mukauttamalla pintaa leikkaamalla sitä tai venyttämällä sitä. Esimerkiksi patsaan kaivertaminen kuvastaa tätä parhaiten.
- *Konsepti.* Tarkka luonnostelma tulevasta työstä.
- *Leipominen.* High poly -mallin leipomista low poly -mallin päälle eli high poly -mallin pinnan ulkonäkö asetetaan low poly -mallin päälle välttämällä mallin raskaus ja luomalla laadukas vaikutelma
- *Low poly -malli.* Matalan polygonimäärän malli, joka on nopea renderöidä pienen polygonimääränsä vuoksi.
- *Materiaali.* Karttojen yhdistelmiä. Karttoja ovat muun muassa albedo, metallic, roughness ja normal. Kaikilla kartoilla on oma tärkeä merkitys lopputuloksessa.
- *Moodboard.* Referointi ja ideoitten tehostamistaulu, jota käytetään konseptien ja luonnosten luomiseen.
- *Origo.* Mallin nollapiste. Origo sijainnin voi määrittää itse, se yleisesti sijaitsee mallin alakulmassa.
- *Polygoni.* Pinta tai muoto, joka muodostuu vähintään kolmesta tai neljästä särmästä.
- *Särmä.* Mallin kulmat tai reunat, esimerkiksi kuutio muodostuu kahdestatoista särmästä.
- *Topologia.* Mallin muodot, eli millä tavalla mallia on rakennettu ja miten pinnat ovat levitettynä mallissa.
- *Tukisilmukka.* Mekaniikka 3D-mallinnuksessa, jossa mallin reunojen lähelle lisätään mallin kiertävä silmukka, mikä tukee 3D-mallin muotoa, yleensä sitä käytetään silloin, kun kulmista halutaan terävämpiä.
- *Unity.* Pelimoottori, jota käytetään pelien teossa.

- *Unwrap*. Unwrappaus on mallin levittämistä kaksiulotteiseksi levyksi, jotta välttyttäisiin päällekkäisten pintojen teksturoimiselta.
- *UV-kartta*. Kaksiulotteinen pinta, jossa työtä teksturoidaan.
- *Verteksi*. 3D-mallin kulma, esimerkiksi kuution kulmissa on mallissa verteksit. Särvät muodostuvat kahdesta verteksistä.
- *Viistojaka*. Mekaniikka 3D-mallinnuksessa, sitä käytetään silloin kun halutaan muun muassa loiventaa kulmia.
- *Älymateriaali*. Valmis kokonaisuus tekstuurikarttoja, joissa on muokattavia arvoja omaan käyttöön sopivaksi, esimerkiksi ruostumaton teräs, jossa on arvoja muun muassa kuinka paljon pinta heijastaa tai kuinka vahvasti metallisuus näkyy tai kuinka likaista pinta on.

1 Johdanto

Valitsin aiheen, koska miekat ja modulaarisuus ovat minua kiinnostavia asioita. Tässä tutkielmassa käydään läpi, mitä modulaarisuus tarkalleen tarkoittaa, kuinka luoda tehokkaasti modulaarisia miekkoja ja minkälaisista osista modulaariset miekat koostuvat. Samalla kun selvitetään modulaarisen miekan valmistamista, selvitetään yleinen tapa luoda digitaalista 3D-taidetta. Tutkielman alussa tarkastellaan suunnitelman rakennetta ja modulaarisen objektin rakennusvaiheet vaihe vaiheelta.

Tutkielman käytännön osuudessa tehdään modulaarinen 3D-miekka. Suunnitellun miekan valmistuessa suunnitellaan vielä vaihtoehtoisia materiaaleja miekkaa varten ja vertaillaan, miten radikaalisti se vaikuttaa miekan ulkonäköön ja vaikutelmaan. Lopuksi yhteenvedossa selvitetään, miten tarkkaan seurasin tekemääni suunnitelmaa ja oliko suunnitelma tarpeeksi tarkka, tuliko vastaan ongelmia ja lopulta käydään läpi pohdinta mitä mietteitä jäi työstä.

Valitsin miekan modulaariseksi objektikseni, koska siitä on todella helppoa nähdä sen modulaarisuus ja se toimii loistavana esimerkkinä modulaarisuudesta. Aihe on sopiva, koska motivaatiota löytyy todella paljon toteutusta varten.

2 Modulaarisuus grafiikassa

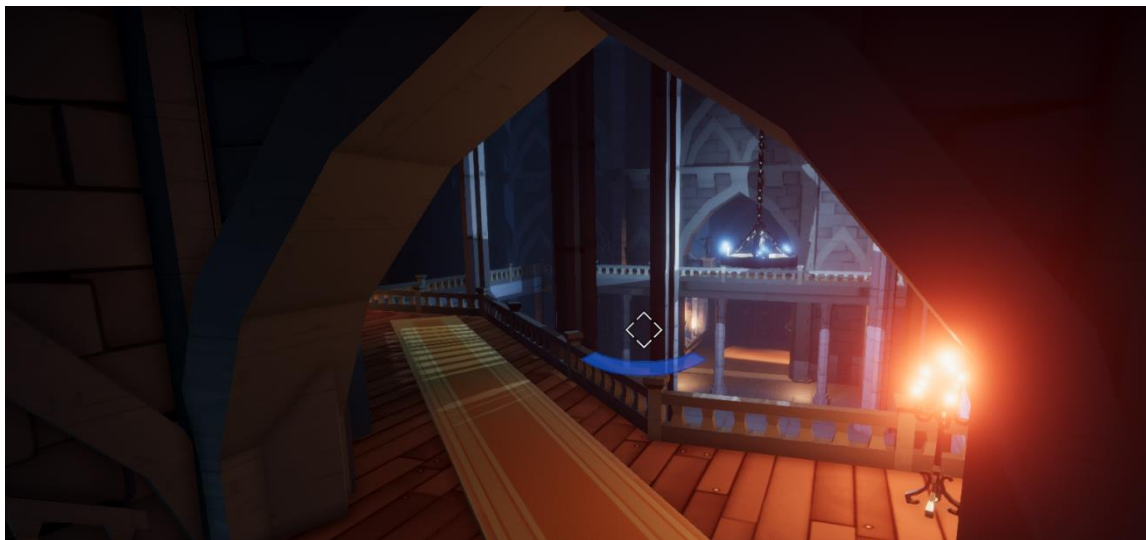
Modulaarisuus toimii grafiikassa seuraavalla tavalla. Grafiikassa voidaan rakentaa muutama moduuli, joista sitten voidaan yhdistelemällä rakentaa useita eri kokonaisuuksia. Moduulit on rakennettu siinä mielessä, että ne kytkeytyvät palapelin palojen tavoin toisiinsa, jotta niitä voisi käyttää mahdollisimman usein ja eri tavoin tehokkuuden vuoksi. Moduulien käyttäminen lisää uudelleenkäytettävyyttä ja vähentää monistusta. Monistuksella tarkoitetaan sitä, että tehdään lähes samanlainen kappale pienellä erolla, jos sellaista tarvitaan. Modulaariset palikat on suunniteltu yleensä toimimaan myös itsenäisesti, mutta ne on luotu kuulumaan kokonaisuuksiin. (IT Definitions 2012, 2).

Hyvä esimerkki modulaarisuuden ymmärtämiselle on, että kuvitellaan talo ja mistä osista talo muodostuu, sitten kuvitellaan ne osat ja kasaat niistä hieman laajempia kokonaisuuksia. Sitten yritetään kasata näistä kokonaisuuksista sen saman talon ja myös jotain muuta mitä sen piti alun perin olla. Jokainen osa kannattaa miettiä siinä mielessä, että sitä voi käyttää niin monella tavalla kuin mahdollista ja että osia ei ole liian montaa, koska jos kokonaisuudet eivät muodostu kokonaisuuksista, modulaarisuus menettää merkityksensä. (Roach 2016, 2).

Modulaarisuutta käytetään silloin, kun luodaan suuria pelialueita ja halutaan paljon variaatiota objekteissa. Modulaarisuutta käytetään esimerkiksi pelikentissä ja aseissa.

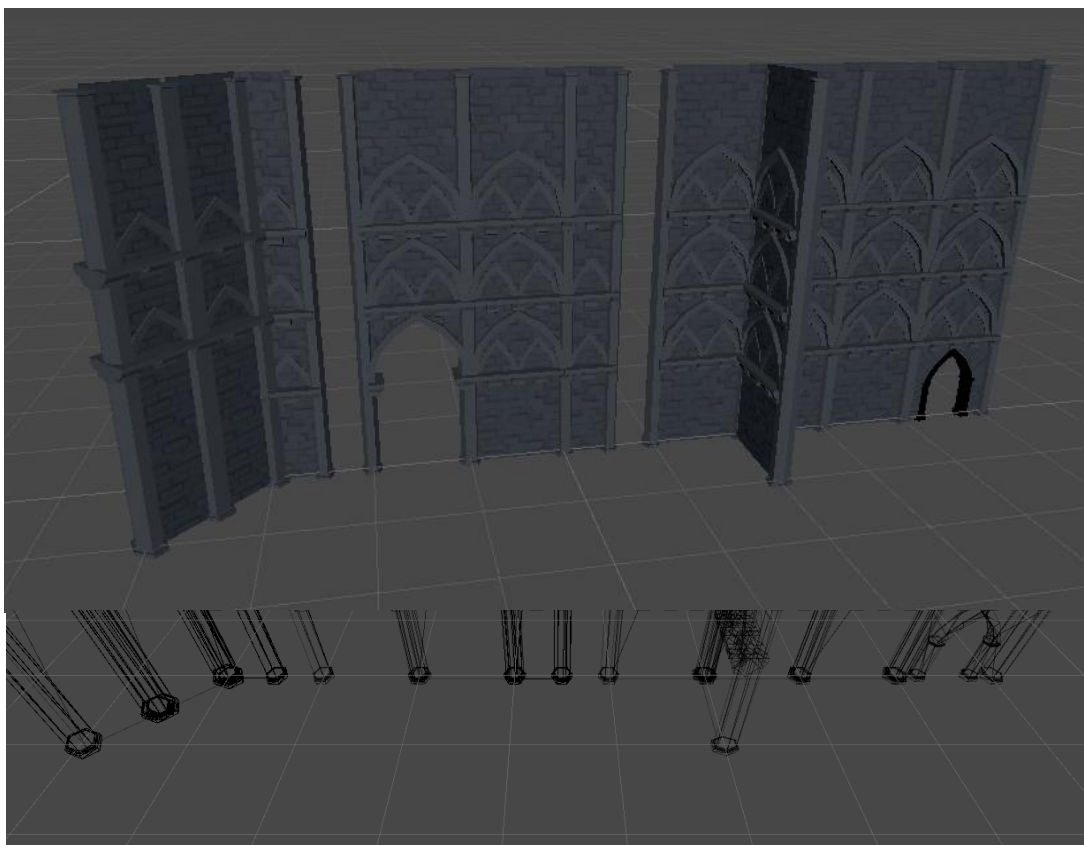
Modulaarisuuden hyödyntäminen mahdollistaa helposti variaatioiden luonnin. Toinen modulaarisuuden vahvuus on työn helppo laajentaminen, jos vain lisää moduuleita tarpeen mukaan. Modulaarisuuden heikkous tulee työn ainutlaatuisuudessa. Moduuleista rakennettu kokonaisuus rajoittaa paljon, koska täytyy huomioida palikoiden yhteensopivuus, kun taas muulloin työn voi rakentaa lähes millä tavalla haluaa.

Tässä kuvassa 1 on esimerkki modulaarisesta ympäristöstä. Kuvassa esimerkiksi kaiteet ovat muodostuneet tolpiista ja kaidepaloista. Pilarit muodostuvat keskipalasta ja päätypalasta.



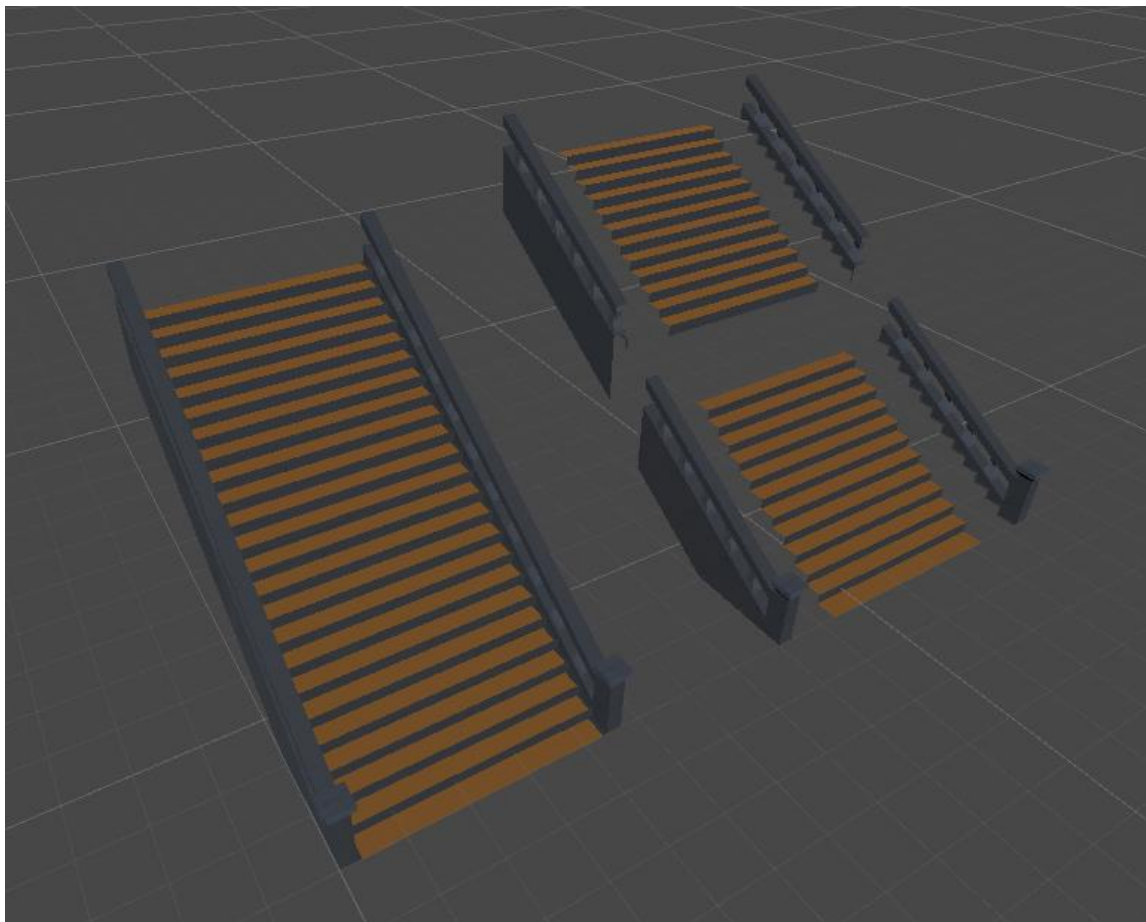
Kuva 1. Esimerkki modulaarisesta ympäristöstä.

Kuvassa 2 on esimerkki modulaarisista osista. Alemmassa kuvassa näkyy seinä ja ovipalasarja. Alempaa kuvaa katsoessa huomataan, kuinka modulaariset osat menevät ruudukkoa pitkin eli osat kytkeytyvät toisiinsa tehokkaasti ruudukossa ja portaiden hyvän origon takia.



Kuva 2. Unityssä luotuja kuvakaappauksia omista seinäpalikoista.

Kuvassa 3 on esimerkki, kuinka modulaariset osat kytkeytyvät toisiinsa ja hyvä esimerkki modulaarisesta kokonaisuudesta.



Kuva 3. Omia Unityssä luotuja kuvakaappauksia omasta porrassetistä.

Renderöinnillä tarkoitetaan grafiikan laskemista tietokoneen ruudulla. Renderöintijärjestyksen tai -keino voi määrittää itse. Renderöintiaika nopeutuu sen perusteella, kuinka optimoidusti grafiikka on luotu. Moduuleita tehdessä renderöintiajan nopeus on hyvä asia pitää mielessä.

Moduuleita tehdessä kannattaa pitää mielessä, että voivatko moduulit hyödyntää samoja materiaaleja ja voiko niitä laittaa käyttämään samaa tekstuuriatlasta, jotta tultaisiin säästämään paljon aikaa renderöidessä tietokoneelta. Moduuli kannattaa luoda siinä mielessä, että niitä tulee käytettyä mahdollisimman paljon ja monessa tilanteessa, mutta samaan aikaan pitää välttää näkyvää toistoa.

3 Modulaariset aseet videopeleissä

Peliteollisuudessa nykyisin käytetään yhä useammin modulaarisia aseita, tätä näkyy useimmin räiskintä- ja miekkailupeleissä. Hyviä esimerkkejä näistä on Mordhau, Escape from Tarkov ja Dying Light. Kaikki kolme peliä lähestyy modulaarisuutta hieman eri tavalla.

Mordhaussa modulaarisuus näkyy hahmon panssareissa ja enimmäkseen lähitaisteluaseissa, myös muutamissa etäaseissa, muun muassa varsijousessa ja pitkäjousessa. Otan esimerkiksi perinteisen yhden käden miekan nimeltä arming sword. Arming sword koostuu kolmesta muokattavasta osasta, jotka ovat miekan terä, suoja ja kahva. Miekan värejä myös pystyy vaihtamaan, ja tämä taas vaikuttaa metalliin ja puuosaan eli kahvaan. Miekalle myös löytyy kokonaisia ulkomuodon muuntavia ”skinejä”, jotka muokkaavat miekan ulkonäön kokonaan, mutta silloin miekan ulkoasua ei voi muokata mitenkään. Aseista myös löytyy kolme eri arvoa, jotka kertovat, paljonko vahinkoa miekka voi tehdä ja kuinka nopeita miekan lyönnit ovat ja viimeisenä miekan kantama, mutta mitkään miekan ulkonäköä muokkaavat modulaariset palaset eivät vaikuta näihin miekan arvoihin, joten ne ovat täysin kosmeettisia ominaisuuksia. (Mordhau wiki)

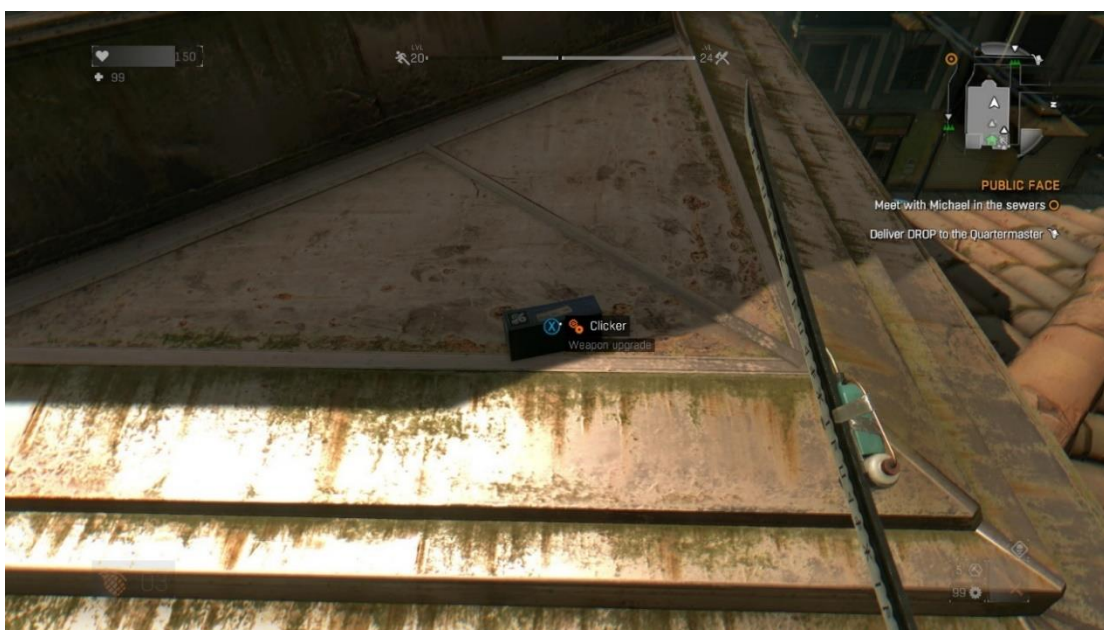


Kuva 4. Omia kuvakaappauksia aseiden muokkausnäköistä (Mordhau.)

Seuraavaksi käydään läpi Dying Light pelin aseiden modulaarisuus. Pelistä löytyy useita aseita ja niitä päivitetään moduuleilla. Kun pelaaja päättää päivittää asettaan näillä päivityksillä, pelaajan ase päivittyy voimaltaan ja ulkonäöltään, eli aseeseen lisätään tai vaihdetaan graafinen moduuli. Dying Lightin modulaarisuus ei ole pelkästään kosmeettista kuten Mordhaussa, vaan myös antaa lisäarvoa aseille pelissä. Pelin aseet ovat kotitekoisia, joihin sitten lisäillään asepäivitysmoduuleita, kuten kuvassa 5 ja 6 näkyy. (Dying Light wiki.)



Kuva 5. Asemoduuli (Dying Light wiki.) <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Assassin>



Kuva 6. Asemoduuli (Dying Light wiki.) <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Clicker>

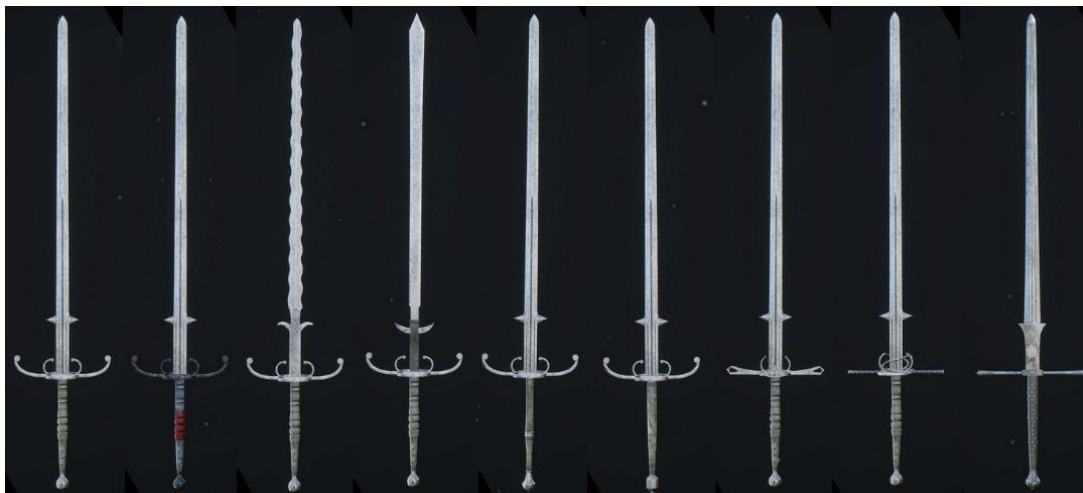
Kolmas peli on Escape from Tarkov. Pelissä pystyy vaihtamaan aseeseen lähes jokaisen osan ja pystyy lisäämään useita lisäosia aseeseen. Kaikki moduulit vaikuttavat aseeseen käytettävyyteen ja arvoihin. Escape from Tarkovissa on myös todella suuri kattaus eri aseita, joihin voi tehdä laajan määrän muokkauksia. (Escape from Tarkov wiki.)



Kuva 7. Aseenmuokkausnäkö (Escape from Tarkov wiki.) https://escapefromtarkov.fandom.com/wiki/Weapon_mods

Modulaarista miekkaa tehdessä yksi tehokkaimpia tapoja on tehdä miekka Mordhaun tyylillä eli noin kolmesta osasta, jotta saadaan mahdollisimman paljon lyhyessä ajassa ja pienellä vaivalla erilaisia yhdistelmiä. Tässä tutkielmassa päädyin tekemään kumminkin hieman tarkemmin eli luon miekan kahdeksasta osasta.

Kuvassa 8 on esimerkki, kuinka tehokkaasti modulaarisuutta voi hyödyntää videopeleissä.



Kuva 8. Omia kuvakaappauksia aseidenmuokkausnäköstä (Mordhau.)

4 Miekkojen rakenne

Miekan terä koostuu kuudesta osasta. Miekan reuna on osa, joka on teroitettu osa terästä ja näitä voi olla kaksi, jos miekan terä on teroitettu kummaltakin puolelta kokonaisterästä. Esimerkiksi katanat on yksiteräisiä, kun taas viikinki miekat (Ulfberht) on teroitettu kummaltakin puolelta. (Tyson 2001, 17).

Miekan kärki on osa, joka on kauimpana miekan kahvasta. Miekan teriä on kolmea eri tyyppiä. Osa miekoista on suoraa melkein kärkeen asti, ja osa kaartuu koko mitaltaan kuten sapelit. Suurin osa ohenee kärkeä päin juuresta asti. Miekan terän takaosa on osa, jossa ei ole terää. Kaksiteräiset miekat, kuten viikinkimiekat, on takaosattomia. Niissä on kaksi terää eli niistä puuttuu tylppä puoli. Miekan terän tasainen osa on miekan sivuilla. Veriura on miekan terän keskellä. Useiden mielestä veriuran tarkoitus on toimia verikanavana, jotta veren poistaminen olisi helpompaa. Veriuran oikea tarkoitus on keventää miekkaa ja helpottaa sen käyttöä, sillä myös säästää valmistusmateriaaleja. Ricasso on miekan tylppä osa juuri ennen miekan väistölevyä, ja tätä on yleensä käytetty raskaissa miekoissa, jos käyttäjällä on tarvetta ottaa miekan tylpistä terästä kiinni. Tang on miekan kahvan sisällä tai takana oleva terän osa. Näitä terän osia on kahdenlaisia. Toiset jatkavat ponnin läpi, ja toiset loppuvat miekan kahvaan. Osittainen tang ei ole kuin enimmäkseen puolet miekan terän leveydestä. Miekan tangin leveys ja paksuus määrittää miekan helppokäyttöisyyden. Miekan väistölevy on metallinen suojaosa kahvan yläpuolella suojaamassa käyttäjää, koska vastustajan iskut voivat liukua miekan terää pitkin käteen. Väistölevyjä on myös erilaisia, kuten koko käden peittävä koppa. Kahvat on tehty yleensä nahasta, langasta tai puusta. Kahvat kiinnitetään miekan tang osaan, jotta käyttäjä saa kunnon otteen miekasta, mikä luo hyvän käytettävyyden. Ponsi on kahvan alapuolella oleva vastapaino. Ponnin tarkoitus on kiinnittää kahvat tehokkaasti tang osaan, estää käyttäjän käden lipsumasta miekasta ja antaa vastapainoa terälle paremman käytettävyyden luomiseksi. (Tyson 2001, 17).

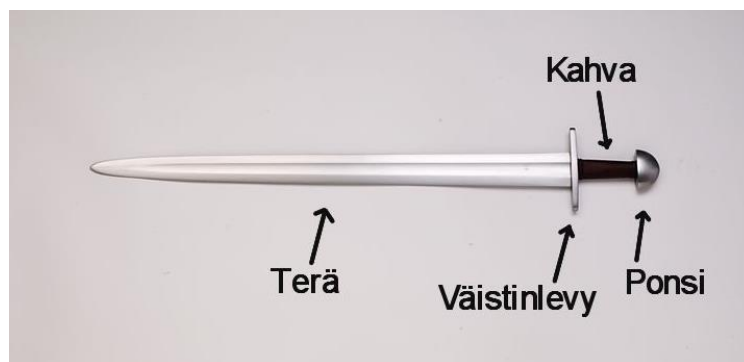
Miekat voivat vaihdella paljon käyttötarkoituksiltaan. Miekat voi esimerkiksi taistelukäyttöön tai seremoniakäyttöön. Useissa miekoissa suojus, kahva ja ponsi on koristeltu, jotta miekka näyttäisi ainutlaatuisemmalta. (Tyson 2001, 17).

Miekat voidaan hajottaa neljään moduuliin grafiikkaa tehdessä, jotta saadaan mahdollisimman tehokkaasti luotua modulaarinen miekka. Miekka koostuu miekan terästä, ponnesta, kahvasta ja suojasta. Luomalla näistä neljästä moduulista vaihtoehtoisia moduuleja saadaan lisää vaihtelua malliin. Voidaan tarvittaessa tehdä myös materiaaleja, jotka istuvat näihin kaikkiin vaihtoehtoihin

moduuleihin, jotta luodaan entistä enemmän vaihtelua. Moduuleita tehdessä pitää miettiä, miten pilkkoa tietty esine ja kuinka pitkälle kannattaa mennä. Kuten kuvassa 9 olevan miekankin voi pilkkoa kaikkiin eri osiin, joita todellisesta miekasta löytyy, mutta siinä pitää miettiä, onko se kannattavaa ja tehokasta työn kannalta. Eli moduuleita tehdessä kannattaa pitää mielessä moduuleitten optimointi. (Tyson 2001, 17).

Tulen pilkkomaan miekan valmistusvaiheessa kahdeksaan eri osaan, jotka koostuvat terästä, väistönlevystä, ponsista, ponnien niitistä ja kahvan menee kolmeen pieneen osaan.

Kuvassa 9 näkyy miekan osat ja esimerkki, kuinka hajottaa miekka neljään tai kolmeen osaan. Miekan voisi esimerkiksi hajottaa kahteen osaan niin, että terä olisi yksi osa ja suojan, kahvan ja ponnien yhdistelmä olisi toinen osa.



Kuva 9. Esimerkki miekan osiin jakamisesta. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albion_Stamford_Viking_Sword_3_\(6093965049\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albion_Stamford_Viking_Sword_3_(6093965049).jpg)

5 Suunnitelma valmistuksesta

Valmistusvaiheessa selvitetään, kuinka päästään kaksiulotteisesta piirroksesta kolmiulotteiseen renderöityyn tuotokseen. Käydään läpi, kuinka luoda modulaarinen miekka jokaisessa vaiheessa ja myös enemmän tekniseltä kannalta kuvien kanssa, kuten miten modulaariset palaset yhdistyvät ja mikä on origo, ruudukko ja eri tekstuuri kartat ja miksi niitä käytetään

5.1 Ideointi

Ideointivaiheessa mietitään, mitä halutaan luoda ja miksi. Tämä vaihe on yksi tärkeimmistä, koska se vaikuttaa voimakkaasti työn lopputulokseen ja tähän vaiheeseen kannattaa käyttää niin paljon aikaa kuin vain pystyy. Ideoissa kannattaa ottaa vaikutteita netistä, elokuvista, kirjoista, peleistä ja ympäristöstä, mutta plagiointia ei pidä tehdä. Ideointivaihe on aina helpompi mitä enemmän tekijällä on kokemusta ja kokemusta saa kaikesta edellä mainituista asioista, mitkä vaikuttavat ideoitten saamiseen.

Tässä tutkielmassa päädyttiin valitsemaan miekka nimeltä Suontaan miekka ja samaa miekkaa kutsutaan englanniksi Suontaka miekkana. Miekka luodaan neljästä modulaarisesta osasta. Kaikkia osia luodaan kaksi kappaletta, jotta saadaan lopussa esille miekan modulaarisuus paremmin. Miekan osat muodostuvat tarkalleen: miekan terästä, kahvasta, ponnesta ja suojasta. Miekasta tullaan tekemään versio, joka näyttää muinaiselta ja toisen version, joka näyttää vain muutaman vuoden vanhalta selvine merkkeineen. Suunnitelmaan kuuluu myös ottaa hieman artistisia vapauksia uudemman miekan muodoissa, jotta saadaan haastetta ja selkeämpää esimerkkiä modulaarisuudesta.

Suontaan miekka valittiin, koska ei löydetty muita kuin yksi mallinnus miekasta ja ei löydetty varsinkaan modulaarista versiota miekasta. Toinen syy oli, koska miekka oli todella komea ja löytynyt Suomesta.

5.2 Moodboard

Moodboardia tehdessä kannattaa välttää digitaalisen taiteen käyttämistä referenssinä, koska silloin tekijä saattaa huomaamattaan ottaa liikaa vaikutteita kyseisen taiteen kuvista ja päätyä plagiointiin. Mieluiten ottaa videokuvista, elokuvista kuvakaappauksia. Kuvat lopulta kasataan vierekkäin, jotta niistä saa oikean vaikutelman ja tietää mitä tehdä. Moodboardin tarkoitus on hakea lopullisen tuotoksen vaikutelma, värit ja muodot. Moodboardin tekeminen myös auttaa tekijän luovuuden tulemistä paremmin esille. Kuvia moodboardissa saa olla niin paljon kuin haluaa, koska niitä voi aina karsia sitten myöhemmin, jos huomaa ettei tarvitse kaikkia kuvia.

Työssä on suunniteltu vaihtoehtoisia kuvia, joita kasataan jokaista moduulia varten ja ottaa näistä vaikutteita ja tunnelmaa.

Moodboardia tehdessä on hyvä huomioida värit ja kuviot, oikealla värien käytöllä saat kaapattua työhön oikean tunnelman. Kun hahmoja luodaan kannattaa kartoittaa mitä tekee eli millä sanoilla lähtee hakemaan sopivaa referenssiä, muita asioita mitä pitää mielessä on hahmon asento. Ympäristöille moodboardia tehdessä kannattaa lähteä miettimään sijaintia, tarinaa, vuotta ja päivän ajallakin on paljon vaikutusta tunnelmaan lopputuloksessa. Ympäristöä kannattaa miettiä onko sijainti edes oikea vai kuvitteellinen. Äänet kannattaa myös huomioida moodboardia tehdessä äänet voi luoda mielikuvia ja tunnetta paikasta. Moodboardia tehdessä referenssi tekstit ja tausta kannattaa kirjoittaa ylös, jotta saadaan jo moodboardin luontivaiheessa sanoin tieto siitä mitä tullaan tekemään. (Apollo 2018, 19).

5.3 Luonnostelu

Luonnosteluvaihe on olennainen vaihe suorittaa, jotta työstä saadaan mahdollisimman luovaa ja toimivaa taidetta. Luonnostellessa tekijälle on tärkeää, ettei käytä liikaa aikaa yhden luonnoksen tekemiseen ja ettei mieti liikaa. Yhden luonnoksen tekemiseen kannattaa mielellään käyttää maksimissaan noin 3–10 minuuttia. Ensimmäiset luonnokset ovat yleensä ne vähiten luovat ja niistä päästään eroon tekemällä lisää, jotta uusia ideoita alkaa syntyä. Luonnostelun ansiosta seuraavat työvaiheet helpottuvat huomattavasti ja luonnostelun ansiosta tekijä välttää mahdollisten virheiden tekemistä, koska tekijällä on paremmin visio mielessä luonnosten ansiosta. Luonnostellessa kannattaa välttää yksityiskohtia ja ensimmäisessä kannattaa yrittää saada kokonaisrakenne esille mahdollisimman nopeasti ja selkeästi vain muutamaa harmaansävyä käyttämällä. Luonnosten

suositeltu määrä on 5–20 välissä riippuen ajan ja resurssien määrästä. (Concept Art Empire 2019, 20.)

Työssä tavoitellaan äärimmäisiä muotoja ja lopulta jälkeinpäin hioa ja hillitä realistisempaan suuntaan.

Kuvassa 10 on hyvä esimerkki simppeleistä luonnoksista, niissä on maksimissaan 1–5 minuuttia käytetty ja maksimissaan 3 eri sävyä, jossain vain yhtä.

Kaikilla artisteilla on oma näkemys, kuinka paljon yksityiskohtia tarvitsee luonnokseen, eli onko tarvetta luoda varjostusta ja valoa vai riittääkö vain ääriviivat ja tämä vaihtelee jokaisen artistin kohdalla erikseen. Vain artisti tietää, kuinka paljon tarvitaan yksityiskohtia, koska luonnokset ovat vain tekijää varten, jotta tiedät paremmin mitä tulet konseptointivaiheessa tekemään.



Kuva 10. Esimerkkikuva aiempien projektien luonnoksista.

5.4 Konseptointi

Konseptin tarkoitus on kuvata yleensä pelien tai elokuvien teemaa ja maailmaa. Konseptit kertovat todella tarkkaan mitä haetaan lopullisella tuotoksella ja konseptin luonti helpottaa lopullisen vision hahmottamista.

Konsepti luodaan yleensä kuvankäsittelyohjelmilla, kuten Photoshopilla tai kolmiulotteisella sovelluksella esimerkiksi Zbrush, jolla pystyy nopeasti hahmottamaan muodot kolmiulotteiseen objektiin kuten miekkaan.

Kunnes konsepti on valmis, yleensä haetaan palautetta peliprojekteissa muilta artisteilta, jotta tiedetään, onko konsepti pelin vision mukainen. Konseptien teko- ja palautevaihetta jatketaan yleensä niin kauan, kunnes konsepti täyttää vision vaatimukset. (Ferdinand 2019, 21).

Miekan konseptivaiheessa luodaan konseptit kummastakin miekasta osineen ja kasattuina versioina. Työn tavoitteena on myös suunnitella ne realistisella tasolla, eli pidetään mielessä, miten osat oikeasti kiinnittyisivät toisiinsa.

Kuvassa 11 näkyy hyvä esimerkki nopeasta konseptista. Kuvasta näkee selkeästi mitä lähdetään hakemaan, kuten pitkät varjot, voimakas kuunvalo ja selkeästi tehdään metsää.



Kuva 11. Esimerkkikuva aiemmasta projektin konseptista.

5.5 Mallintaminen

Kun kaikki edeltävät vaiheet on tehty ideoinnista konseptiin, seuraavaksi tehdään objektin mallintaminen, suunnitelmien pohjalta. Mallintamisessa aloitetaan tekemään yleensä primitiivimuodoista, joita ovat esimerkiksi kuutio, pallo, sylinteri. Mallinnusvaiheessa ei kannata vielä murehtia optimoinnista, koska jos lähdetään optimoimaan samalla kun tekee mallia, niin työ tulee lopulta viemään kauemmin, jos olisi optimoitu vain lopussa. Miekan kahvaa tehdessä kannattaa aloittaa sylinteristä ja lähteä vain mukauttamaan sen muotoa sylinterin pintoja muokkaamalla, kunnes oikea

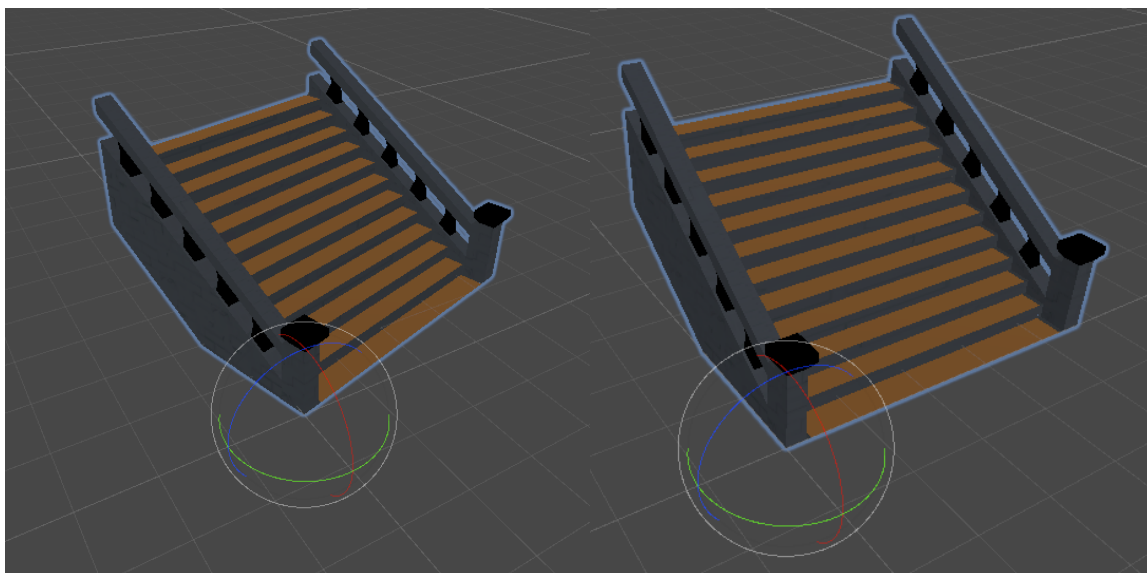
muoto on saatu aikaiseksi. Mallinnusvaiheessa kannattaa vielä selvittää mallin skaala. Eli Mallinnusohjelman ruudukon pohjalta selvitetään, mikä on mallin skaala ja sitten asetetaan ruudukko oikean kokoiseksi, jotta loppuvaiheessa miekasta ei tule 20 metristä vahingossa. Ruudukon mitat voi vaihtaa miksi haluaa, esimerkiksi ohjelman omiksi yksiköiksi tai metrisysteemiin tai muihin yksikköjärjestelmiin. (Collins 2018, 22, 23, 24, 26, 27).

Modulaarisen miekan mallinnusvaiheessa suunnitelma on luoda ensin uudelta miekalta näyttävä versio ja jälkeenpäin luoda muinainen, koska uudemmassa miekassa on helpompi hahmottaa kiinnitys kohdat.

5.5.1 Origo

Origo on mallin alkupiste eli origo määrittää nollapisteen. Origo voi manuaalisesti vaihtaa mihin haluaa. Origo sijainti on modulaarisissa rakennuspalikoissa yleensä mallin alareunoissa, jotta se asettuisi mahdollisimman usein järkevästi ympäristöön ja luo helpomman käytettävyyden ja joustavuuden mallille. Esineissä kuten miekoissa origo sijaitsee yleisemmin kahvassa, jotta animointi on helpompaa ja miekan animointi olisi luontevampaa. (Lin, Lentz, Sturgill, & Reed, 22, 23).

Kuvassa 12 on esimerkki hyvästä origon sijainnista. Portaiden kääntely on paljon sujuvampaa tästä syystä.

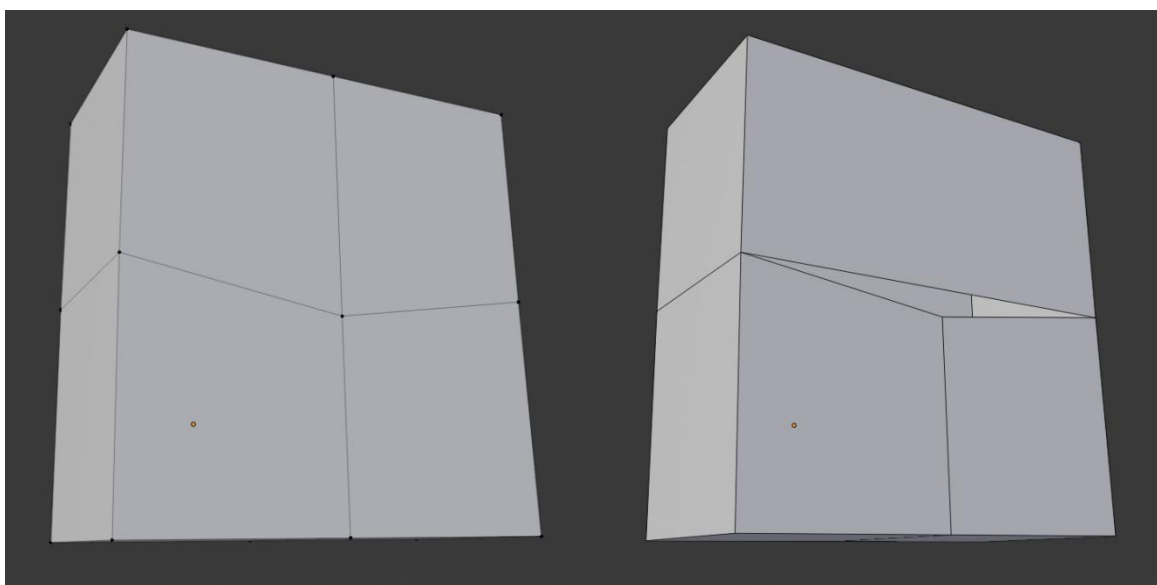


Kuva 12. Kuvakaappaus omista portaista hyvällä origon sijainnilla (Unityssä).

5.5.2 T-junctions

T-junctionit on häiriöitä grafiikassa. T-junctionit ilmenee yleensä, kun kaksi polygonia on kytkettyä väärin toisiinsa. Syy tähän on viisikulmainen polygoni.

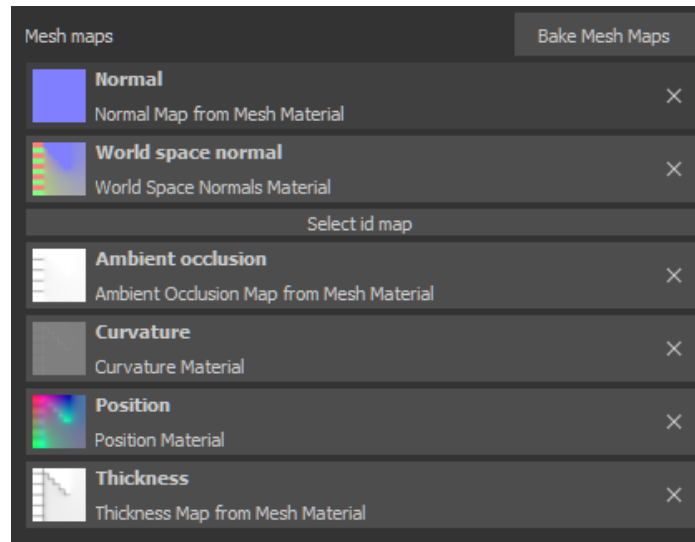
Kuvassa 13. Oikeanpuoleisen kuvan objektin ongelma on se, kun keskimmaiselle verteksille ei ole verteksiä ylempänä mihin tarttua, tämän voi korjata tekemällä vastaavanlaisen tukisilmukan keskelle kuten vasemmassa objektissa näkyy. Toinen vaihtoehto on luoda särmä keskimmäisen ja oikean tai vasemman yläkulman välille, jolloin objektin yläosassa on kaksi pintaa, toinen muodostuu kolmiosta ja toinen neliöstä. (Lin, Lentz, Sturgill, & Reed, 22, 23).



Kuva 13. Kuvakaappaus T-junction esimerkistä ja kuinka välttää niitä Blender -mallinnusohjelmistossa.

5.5.3 Leipominen

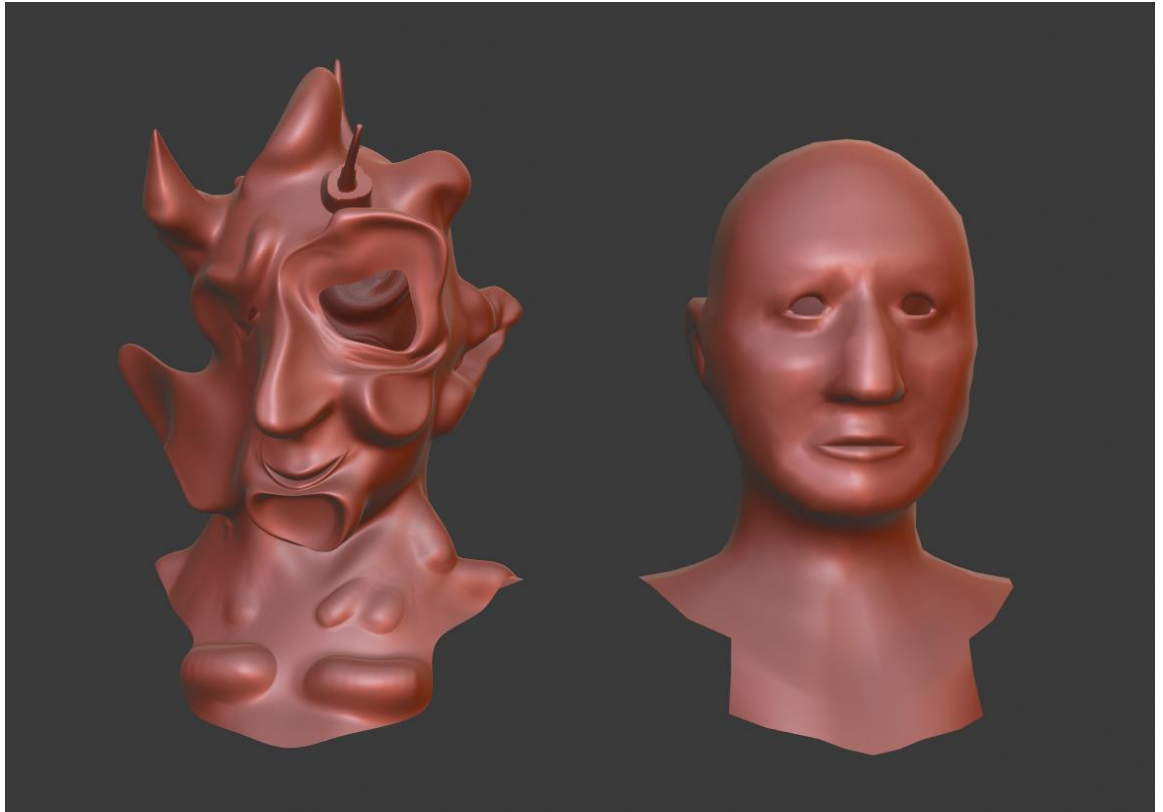
Mallintamisenvaiheessa luodaan kaksi mallia, low poly ja high poly. High poly leivotaan low polyn päälle, jotta säästetään tehoja ja saadaan laadukkaampaa jälkeä lopputulokseen. Leipomista käytetään teksturointivaiheen alussa, kun aloitetaan mallin pinnan luominen. High poly -mallille ei tehdä mitään muuta kuin leipominen low poly -mallin päälle. (Collins 2018, 22, 23, 24, 26, 27).



Kuva 14. Kuvakaappaus kartoista, jotka syntyvät leivonta ominaisuudella (Substance Painter).

5.5.4 Kaivertaminen

Mallintamista voi lähestyä myös kaivertamalla. Kaivertaminen toimii hyvin paljon samalla tavalla kuin muovailuvahan muovaaminen, eli käyttäjä aloittaa primitiivisestä muodosta muovaamalla sen pintaa, kunnes muoto on oikeanlainen. Mallintaminen ja kaivertaminen on kummatkin toimivia vaihtoehtoja modulaaristen miekkojen valmistuksessa. Yleensä kaivertamista käytetään high-poly -mallien valmistuksessa ja suositetaan orgaanisten muotojen valmistuksessa. (Collins 2018, 22, 23, 24, 26, 27).



Kuva 15. Kuvakaappaus kaivertamisen esimerkistä (Blender.)

Muinaisen miekan valmistuksessa kaiverretaan highpoly -mallin ja sitten leivotaan sen low poly -mallin päälle, jotta saadaan luotua illusion kuhmuraisesta kuluneesta ja muinaisesta miekan pinnasta.

5.5.5 Photogrammetria

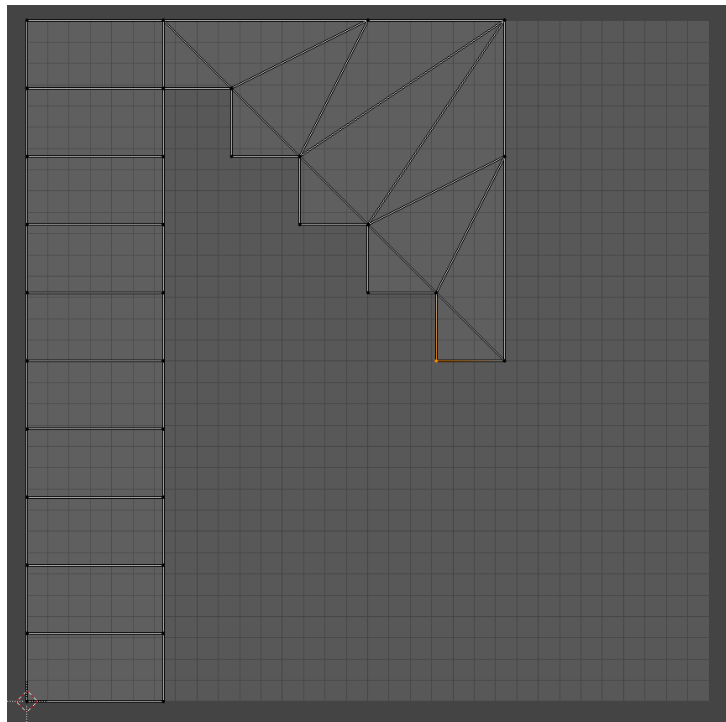
Photogrammetria on mallinnustekniikka, jolla voi luoda useiden eri kulmista otettujen kuvien perusteella 3D-malleja. Photogrammetriaa voi käyttää 3D-mallinnuksessa ja modulaarisessa mallinnuksessa, mutta mallia tulee siistiä ja hioa, jos sitä aiotaan käyttää modulaarisena osana. Photogrammetriaa voi käyttää esimerkiksi seuraavalla tavalla. Puretaan miekka neljään osaan ja otetaan jokaisesta osasta kuvia niin paljon, kunnes photogrammetrialla voi luoda vaaditun mallin kuvatusta objektista. Tämän jälkeen kuvat viedään photogrammetriasovellukseen ja sovellus luo kuvien perusteella mallin ja käyttää muun muassa valodataa laskelmoidakseen kuvien sijainnit.

Photogrammetriaa voi tehdä kolmella eri tavalla. Dronella kuvattuna ilmasta, maasta käsin kameralla ja satelliiteista. (Photomodeler Technologies 2019, 25).

Photogrammetriasovelluksia on paljon mistä valita muun muassa Photomodeler ja Meshroom. Photomodeler on maksullinen, kun taas Meshroom ilmainen.

5.5.6 UV-kartta

Kunnes modulaarisista malleista on luotu lowpoly -malli ja highpoly -malli, siirrytään lowpoly -mallin pinnan avaamiseen. Mallin avaamista voi verrata paperista taiteltuun kuutioon. Kuutio on malli, joka levitetään pöydälle tasaiseksi paperiksi, jotta se näyttäisi kaksiulotteiselta. Mallin levittämisessä täytyy luoda minimimäärä saaria ja saumoja, joilla malli saadaan levitettyä UV-kartalle kaksiulotteiseksi pinnaksi. Kun UV-kartan tila on käytetty mahdollisimman tehokkaasti, pinnanlevitysvaihe on valmis. (Collins 2018, 22, 23, 24, 26, 27).

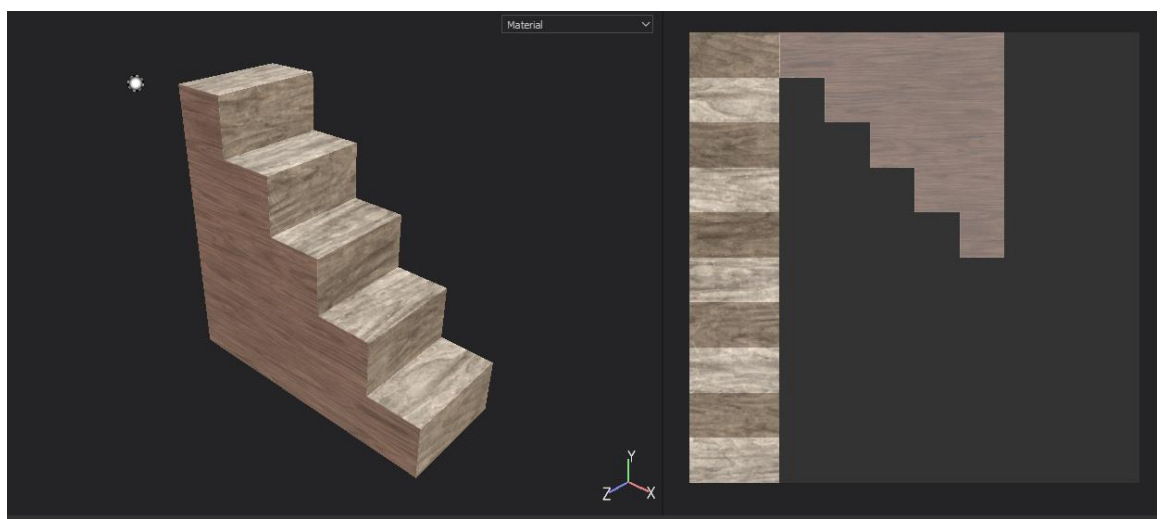


Kuva 16. Kuvakaappaus hyvin levitetystä mallista UV-kartaan (Blender)

5.6 Teksturointi

Teksturoinnin voi tehdä esimerkiksi Photoshopilla tai Substance Painterillä. Tässä työssä kummin-kin tehdään Substance Painterillä, koska se sopii huomattavasti paremmin omiin tarkoituksiini. Substance Painter -ohjelmaan viedään high poly -malli ja low poly -malli, jotta leipomisen voi

tehdä low poly -mallille. Kun leipominen on tehty, aloitetaan teksturointi. Teksturointivaiheessa käytetään joko itse tehtyjä materiaaleja, joita voi luoda esimerkiksi Photoshopissa tai Substance Designer -teksturointiohjelmistossa. Substance Designer toimii tasoilla ja käyttäjä voi asettaa tasolle omia materiaaleja. Malleissa voi olla useita erillisiä materiaaleja, mutta mitä vähemmän materiaaleja sitä kevyempi malli on. Teksturointivaiheessa pitää huomioida, että jos mallit ovat vierekkäin tai päällekkäin niin leipominen saattaa luoda artefakteja, mitkä ovat häiriöitä pinnoissa. Artefaktit voi välttää viemällä mallit irrallisina toisistaan tai viedä yksi kerrallaan teksturoitavaksi ja sitten jälkeinpäin mallit voi kasata taas yhdeksi kokonaisuudeksi. Tekstuurikarttojen viemisessä tekijä voi määrittää mitä karttoja tarvitsee. (Collins 2018, 22, 23, 24, 26, 27).



Kuva 17. Kuvakaappaus esimerkki Substance Painter -teksturointiohjelman teksturointinäkömästä.

Modulaarisen miekan valmistuksessa luon kummallekin miekalle omat vaihtoehtoiset materiaalit. Levitän miekan osat erilleen toisistaan ennen vientiä, jotta leipominen toimisi paremmin ja teksturointi olisi sujuvampaa.

Tekstuuriatlas koostuu useasta tekstuurista, mutta ovat yhden kuvan sisällä. Tekstuuriatlasta käytetään silloin yleensä, kun tarvitaan optimointia ja kaikki tekstuurit, jotka löytyvät kaikki yhdestä näkymästä on viisasta laittaa yhteen teksturi atlakseen. (Gobaz, Hanoble 2016, 27). Tekstuuriatlasta tarvitaan yleensä optimoinnin takia, jottei moottori joudu hakemaan mahdollisesti tonneittain yksittäisiä tekstuureita. Jokainen teksturi minkä moottori joutuu hakemaan, luo yhden haun moottoriin ja mitä enemmän hakuja sitä vähemmän kuvia sekunnissa. (Unity Technologies 2019b, 27.)

Tekstuuriatlasta voi säätää ja optimoida, kuten lisäämällä etäisyyttä tekstuurien väliin, jotta välttään artefakteilta tekstuureissa ja minimoimaan käyttämätön tila. Yksi tapa luoda teksturiatlas

on esimerkiksi Unityyn sisäänrakennettu ominaisuus nimeltä Sprite Packer, toinen on Texture-Packer, mutta tämä on maksullinen työkalu. (Sciutteri Matteo 2016, 28.)

Valmistaessa modulaarista miekkaa tulen käyttämään tekstuuriatlasta, jotta vältyn tekemästä useita materiaaleja, jotta malli olisi paljon optimoidumpi.

5.7 Lisämateriaalin tekeminen

Malleihin voi luoda materiaaleja niin paljon kuin haluaa, mutta lisämateriaaleja ei tarvitse, ellei tarvitse vaihtoehtoja omiin malleihin. Substance Designer on sopiva ohjelma tekstuurien luontiin, jos haluaa tehdä jotain hyvin erikoista.

5.8 Lopullisen työn hiominen

Loppuvaiheessa käydään vielä kerran läpi kaikki pienet viat, jos niitä löytyy ja jos jotain voi vielä hioa laadukkaammaksi. Koko valmistusprosessissa on normaalia palata edellisiin vaiheisiin vähän väliä takaisin, jos jotain korjattavaa löytyy. Tässä vaiheessa myös renderöidään lopullinen malli tekstuureineen. Valaistuksella ja renderöinnillä on suuri merkitys lopulliseen vaikutelmaan. Viimeisessä vaiheessa vielä käydään optimoimassa mallia esimerkiksi vähentämällä polygonien määrää ylimääräisistä polygoneista, joita ei tarvitse. Mallissa kannattaa olla niin vähän polygoneja kuin pystyy, jotta malli olisi kevyempi renderöidä. Osien määrä pitää minimoida mallissa, jotta ei olisi turhia osia hidastamassa renderöintiä. (Unity Technologies 2019a, 28).

Miekan viimeisessä vaiheessa käydään vielä läpi kaikki moduulit, löytyykö mistään virheitä tai ominaisuuksia mitä halutaan hioa. Tässä vaiheessa en aiota enää palata tekemään radikaaleja muutoksia, koska jos niitä löydetään, niin annetaan jäädä sen suunnitelman viaksi ja lopullisesta työstä näkee suunnitelman puutteet paremmin.

6 Modulaaristen miekkojen valmistaminen

Tässä kohtaa tutkielmaa aloitetaan käytännönosuus tutkielmasta, jossa tullaan valmistamaan kaksi modulaarista miekkaa, jotka koostuvat neljästä osasta.

6.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa suunnitellaan kaksi miekkaa, toinen on kulunut ja vanha ja toinen uusi pienellä määrällä käytönjälkiä. Miekoissa tulee olemaan sama koristelutekstuuri, mutta materiaalit erinäköiset. Miekan muodoissa ainoana erona tulee olemaan miekan terä, joka on pakko tehdä eri muodolla, jotta uskottavuus ja aitous saadaan kaapattua malliin.

Miekan muoto ja miekan osien muodot tulee käydä läpi tarkkaan ja tehdä niille omat luonnostelu muotit, joista sitten mallintaa.

Työssä tullaan ottamaan vapaus koristeluissa, jotta työssä olisi jotain suunniteltavaa artistisessa mielessä eikä vain puhtaasti kopioida suoraan. Miekan koristelu tullaan suorittamaan, sillä tavalla että siitä tulisi mieleen suomalainen vanhanaikainen koristelutyyli. Koristelun tyyli muutettiin, koska alkuperäinen viikinkimiekka näytti liian perinteiseltä ja että työssä jäisi enemmän varaa luovuudelle.

6.2 Lähteiden kerääminen

Suunnitteluvaiheen jälkeen kerättiin lähdemateriaaleja aiheesta. Lähteitä kerätessä löydettiin materiaaleja museoiden vanhoista esineistä. Useita hyviä lähteitä löydettiin Finnan sivujen museoesineistä. Lähteitä kerätessä tutkittiin suomalaisia vanhoja koristeluista ja saamelaisten noitarumpujen merkkejä.

6.3 Luonnostelu

Luonnostellessa etsitään useita eri inspiraation lähteitä, kuten kuvia ja tietoa koristeluista. Seuraavaksi tehtiin Pinterestissä moodboard ja käytettiin Finnan viikinkiaikaisia ja muita esineiden

koristeita referenssinä. Luonnostellessa tutkittiin myös vanhoja suomalaisia symboleja, jos niissä olisi ollut jotain käyttökelpoista inspiraatioita tuovaa elementtiä.

Luonnostellessa tehtiin noin kuusitoista kappaletta erilaisia luonnoksia ja koitettiin löytää sen oikea tyyli koristeluun. Seuraavaksi käytiin läpi useita eri lähestymistapoja, kuten koitettiin käyttää viikinkiajan esineiden koristeluiden muotokieltä kolmessa ensimmäisessä luonnoksessa. Kolmen ensimmäisen luonnoksen jälkeen lähdettiin käyttämään saamelaisten noitarumpujen kuvioita ja niiden kanssa peuransarvien symbolista muotoa. Vasta noin kahdennentoista luonnoksen kohdalla alettiin löytämään oikea lähestymistapa. Lopulta päädyttiin suhteellisen kevyeen koristelun määrään, jossa on eläinornamentiikan teema, kuten alkuperäisessä miekassa, mutta muotokieli tulee olemaan hieman persoonallisempi ja tunnistettavampi.



Kuva 18. Kuvassa näkyy luonnosteluvaiheessa tehty lopullinen luonnosvaihtoehto ja kaikki luonnokset, jotka tein Krita -kuvankäsittelyohjelmassa.

Lopullisessa luonnoksessa näkyy miten miekan pronssisuus ja muoto säilytettiin, mutta koristelu on aivan erilainen. Miekan keskellä näkyy filigranihelmi upotettuna väistölevyyn. Filigranihelmestä lähtee kaksi liitävää peuraa väistölevyn kohoavia päätyjä päin. Kahvassa on puuta, johon on upotettu metallilankaa, jotka muodostavat sirppimäisiä, melkein jopa kuumaisia muotoja ja näistä joka toisen välissä on kokonainen kuu. Kahvan keskellä on kolme metallirengasta viistossa, keskimmäinen on pronssia ja kaksi sitä tukevaa rengasta on normaalia terästä. Ponnassa on puujuuret ja näiden juurien keskellä on ympyrämäinen symboli, jonka keskellä on kaksi juurta tai oksaa, jotka vahvistavat toisiaan olemalla kytköksissä toisiinsa. Juurien alusta kiertää liaanin tai vastaavan kaltaiset köynnökset kiertämällä ponnien loppuun saakka ja nämä köynnökset sitovat itsensä keskellä olevaan symboliin pitäen sen vahvasti paikallaan. Terä säilyy sellaisenaan kuin se oli alkuperäisestikin.



Kuva 19. Kuvassa näkyy tarkemmin lopullinen luonnos.

6.4 Konseptointi

Varsinaisessa konseptointivaiheessa lähdetään tekemään miekasta muotteja, jotta mallintamisvaihe helpottuisi. Miekasta tehtiin muinainen variaatio tässä kohtaa.

Kuvassa 20 vasemmalla näkyy ensimmäinen konseptini sovitettuna muottiin ja oikealla materiaallivariaatiolla ja kuluneisuudella oleva muinainen variaatio. Muinaisen variaation miekka on muuten sama mutta miekka on kokonaan kuhmurainen varsinkin terä ja teräkin on hieman vinossa. Kaikki miekan pronssiset osat ovat ruostuneet ja patinoituneet vihreäksi ajan kanssa. Vaikka pronssissa ei tapahdu noin voimakasta muutosta ja kuparissa taas käy niin, haluttiin ottaa tässä taiteellisen vapaus ja tuoda voimakkaampi muutos esille.



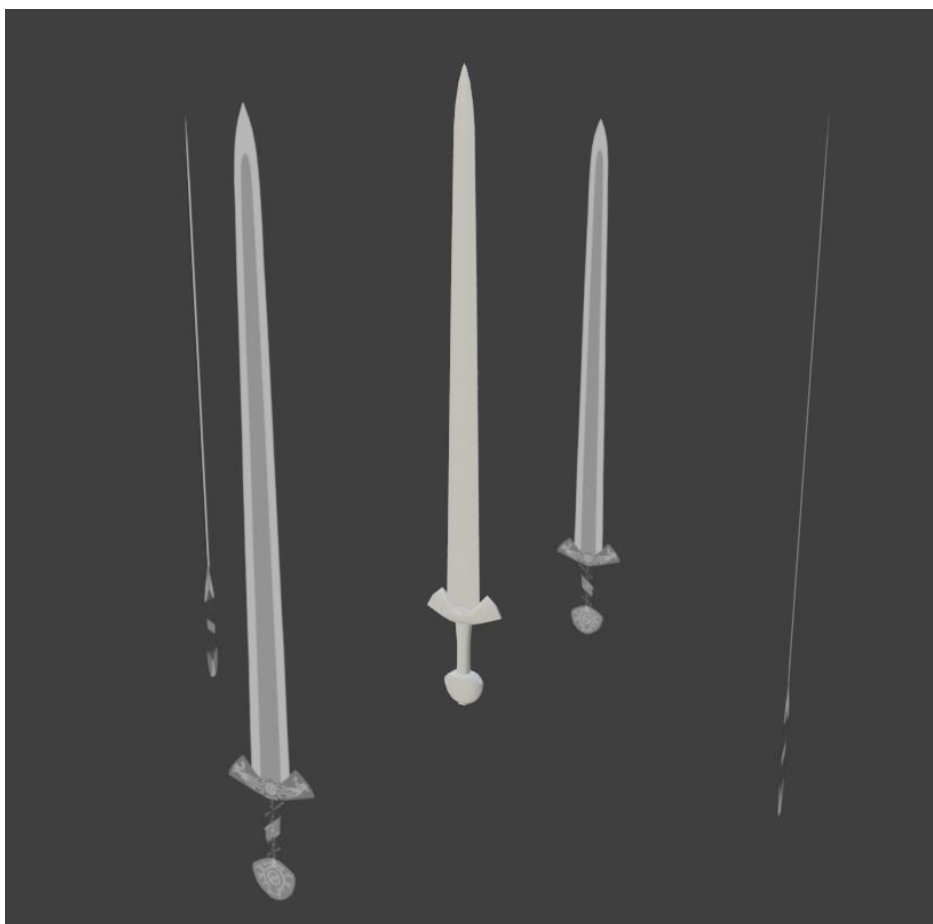
Kuva 20. Miekan konseptit.



Kuva 21. Kuvassa näkyy miekan toisen variaation konsepti läheltä.

6.5 Mallintaminen

Mallinnusvaiheessa lähdetään tekemään alkujärjestelyt mallintamiselle. Konseptien pohjalta laitetään luodut muotit jokaiselle miekan kyljelle malliksi, jotta voidaan mallintaa miekan muodot helposti ja tarkkaan.

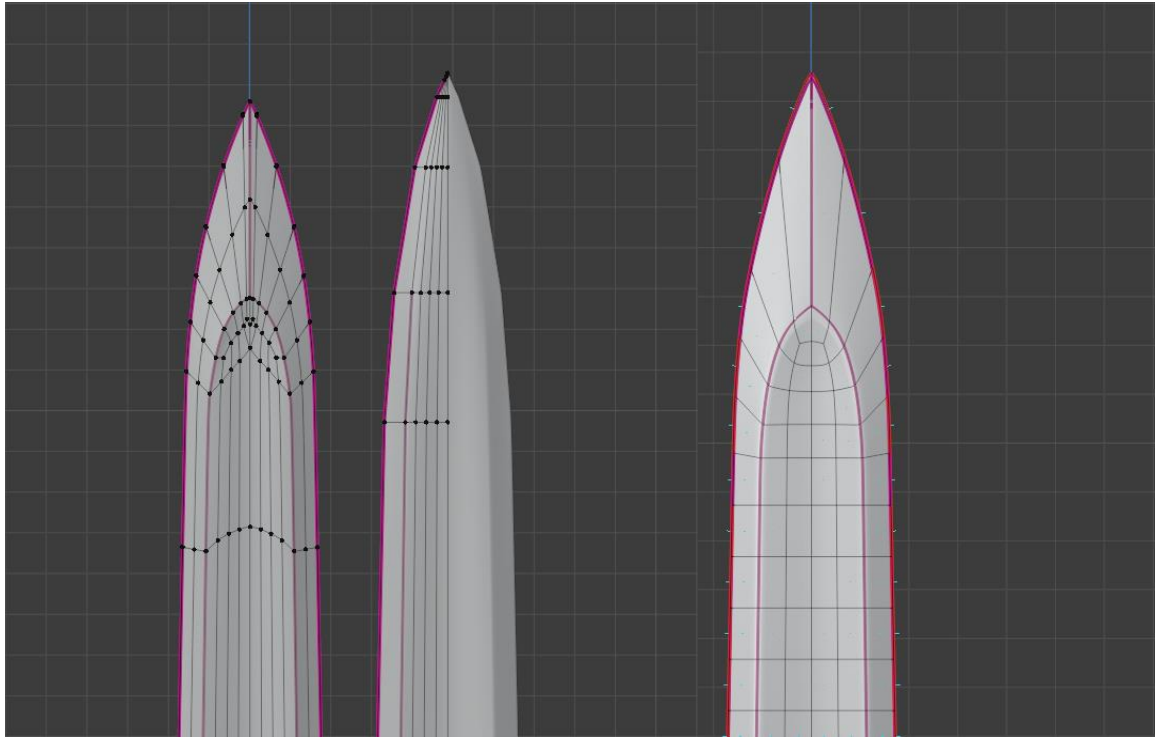


Kuva 22. Kuvassa näkyy miekan nopea alkumallinnus ja miekan konseptikuvat jokaisessa suunnassa helpottamassa mallinnusprosessia. (Blender)

Mallinnusvaiheen alussa kokeiltiin useita eri lähestymistapoja ja päädyttiin mallintamaan low poly -mallina alkuun. Low poly -mallin valmistuessa low poly -malliin laitettiin sitten Subdivision surface modifieri, joka pilkkoo alkuperäisen mallin pinnat pienempiin osiin ja muodostaa high poly -mallin. Mallintaessa kamppailtiin pitkään tiettyjen mallinnusratkaisujen kanssa ja optimoitiin topologiaa todella pitkälle, jotta seuraavissa vaiheissa prosessi olisi helpompaa.

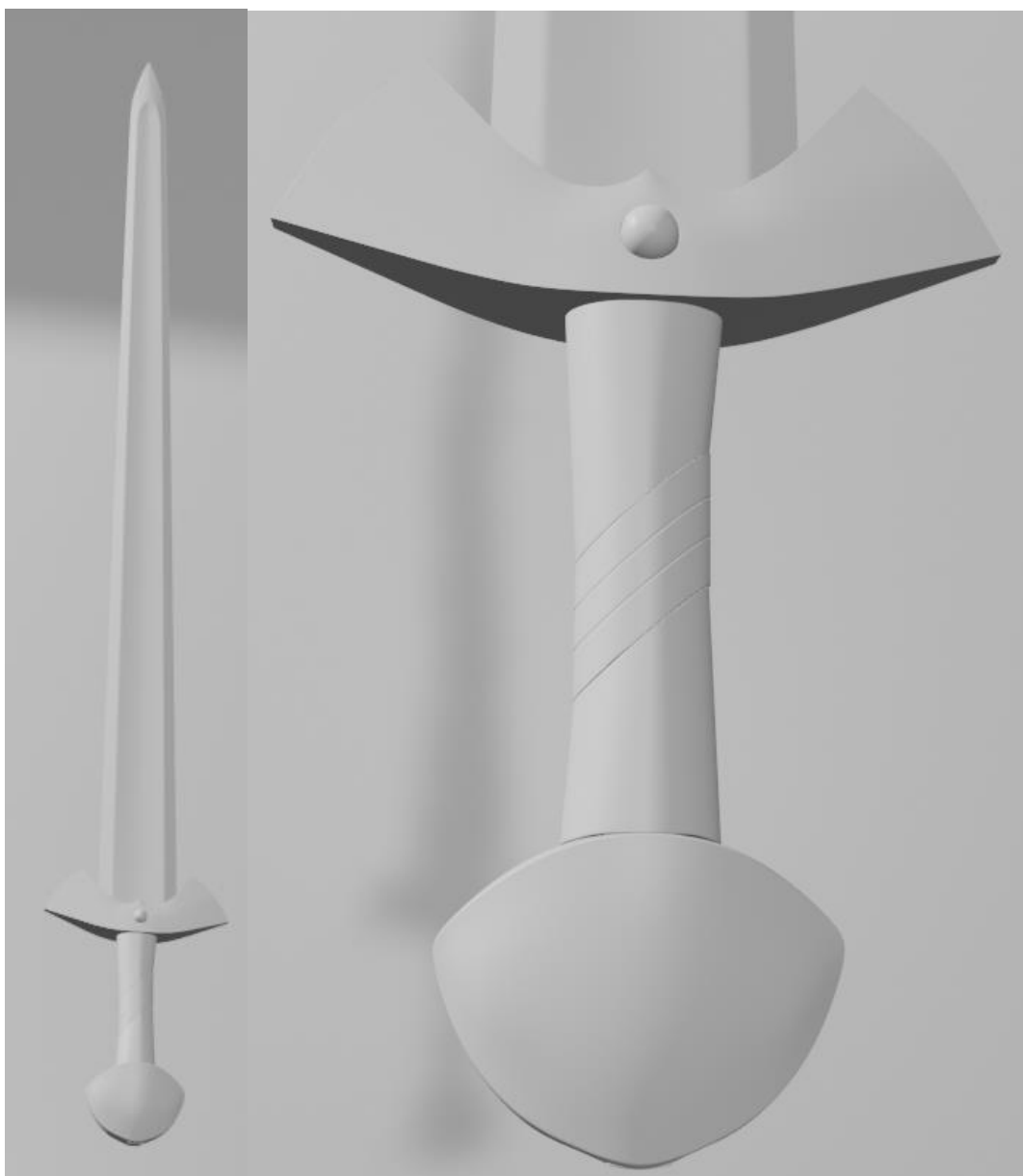
Miekan kahvaa, väistinlevyä ja ponsia mallintaessa harkittiin käyttää Boolean modifieria, jotta välttyttäisiin suurelta vaivalta, mutta tässä tilanteessa nähtiin parhaaksi tehdä osien läpäisevät muodot käsin. Boolean modifier on monissa muissa tilanteissa parempi ratkaisu, kuin lähteä käsin muokkaamaan mallin pintoja. Miekan kärjen mallinnusprosessin aikana törmättiin ongelmaan, jossa ei saatu kärkeä näyttämään hyvältä, koska miekan kärjen topologia oli mallinnettu ruudukomaisesti. Niinpä kokeiltiin uutta lähestymistapaa tekemällä kärjen topologia kaarevasti miekan muotojen mukaan, jolloin miekan kärki näytti paljon luonnollisemmalta ja aidommalta. Miekan

kärjen topologia muutosten vuoksi valo osui miekan kärkeen paljon paremmin ja antoi aidomman vaikutelman.



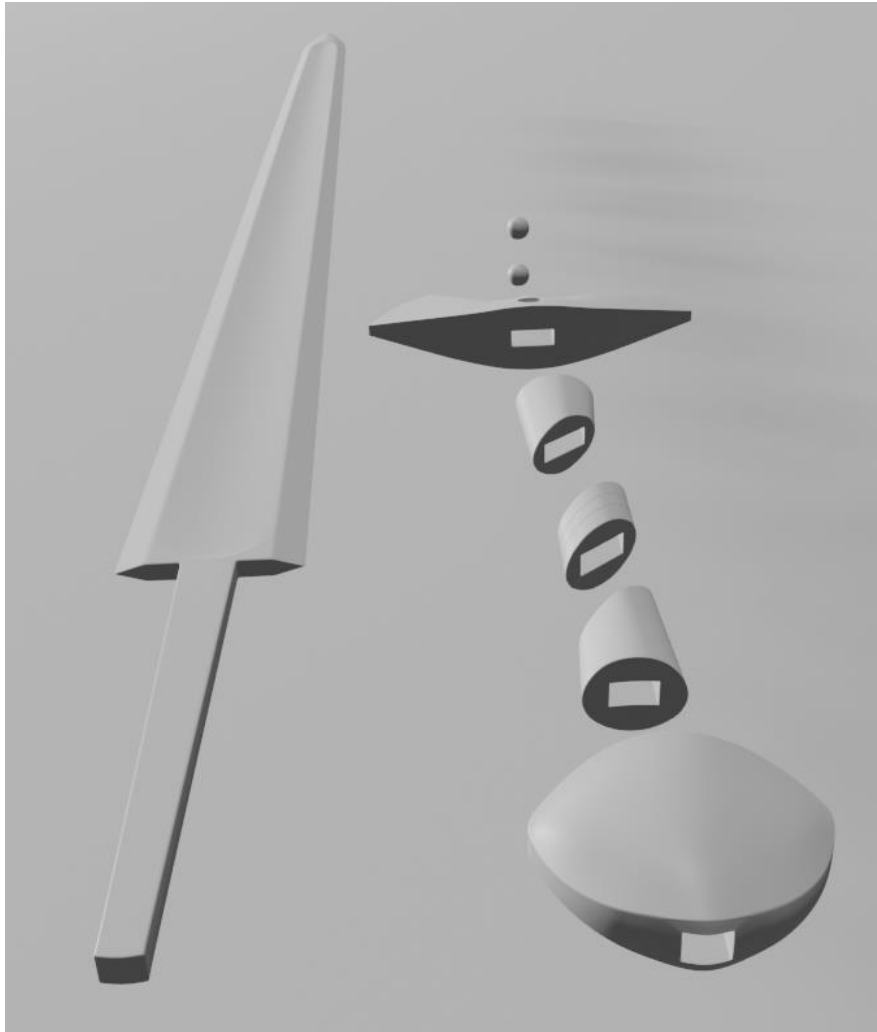
Kuva 23. Kuvassa näkyy miekan kärjestä kolme erilaista topologiaa ja ruudukkomainen oli ensimmäinen versio, jonka jälkeen hiottiin vasemmanpuoleisen, mutta siinä oli turhia ylimääräisiä tukisilmukoita ja polygoneja. Lopulta päädyttiin oikeanpuoleiseen lopputulokseen miekan kärjen topologian suhteen, koska kärjessä ei enää näkynyt minkäänlaisia graafisia artefakteja ja ei käyttänyt yhtään liikaa tai ylimääräisiä tukisilmukoita.

Miekan osien kulmissa käytettiin viistojakausta sen verran että saatiin kulmat näyttämään hyvältä ja käytettiin tukisilmukoita tukemaan rakennetta. Myös käytettiin Blenderin crease -toimintoa, jolla kiristettiin kulmat jyrkemmiksi tarvittaessa.



Kuva 24. Kuvassa näkyy malli mallinnusvaiheen puolivälissä ennen kuin kaivertamista tai unwrappausta on aloitettu.

Seuraavaksi mallille tehtiin kaivertamalla koristelut ja miekan toinen variaatio, jonka jälkeen pohdittiin, pidetäänkö veistetyt koristeet vai leivotaanko ne low poly -mallin pintaan normaalikartaksi. Mallissa on tarkoituksella poikkeuksellisen suuri määrä polygoneja, koska työssä tavoitellaan realismia ja tekstuurikartat tehtiin PBR-kaavalla. Kahva mallinnettiin tarkoituksella hieman epätäydelliseksi luomaan aidontuntuisuutta miekkaan.



Kuva 25. Kuvassa näkyy miekan kaikki kahdeksan osaa.

Miekan väistölevyyn lisättiin kaksi filigranihelmeä omiksi osikseen. Kahva koostuu kolmesta osasta ja miekan terän käsiosan perusta menee väistölevyn, kahvan ja ponnen läpi. Lopuksi vielä mallinnettiin vielä yksinkertainen niitti ponnen päähän kuten, näissä miekoissa on tapana olla, jotta miekat pysyisivät kasassa.

6.6 Kaivertaminen

Kaivertamisvaiheessa kaiverrettiin ensin nykyiseen miekkaan koristeet, jonka jälkeen kopioitiin miekka ja veistettiin miekasta muinainen kulunut versio. Kaivertamisessa käytettiin Dyntopo toimintoa, joka luo tarkempaa topologiaa suuremmalla määrällä kolmioita lennosta, jotta saadaan tarpeen tullen pienemmät yksityiskohdat luotua oikealla tarkkuudella työhön.

Miekasta veistettiin muinaisen näköinen variaatio, jotta muinaista miekkaa ei tarvitsisi lähteä tekemään alusta ja samalla säästettäisiin huomattava määrä aikaa. Kaivertaminen hoidettiin Dyn-topoa käyttämällä ja kaivertaessa käytettiin mukautettua Clay strips -kaiverruspensseliä pohjana. Dyntopoa käytettiin vain tarkkojen koristeiden luomisessa, koska muuten yksityiskohtia ei olisi saatu tarpeeksi. Ainoastaan miekan terästä tehtiin kokonaan erillinen malli, koska muiden osien malleja ei vaadita leipomisessa, yksityiskohdat saadaan leivottua kokonaan käyttämällä normaallikarttoja. Miekan terä oli ainoa osa, jossa oli itse muodossa niin paljon eroa ehjään muotoon, jonka takia se oli tehtävä erillisenä objektina. Muoto veistettiin ehjästä miekasta eikä ihan tyhjästä lähetty rakentamaan.

Kaivertamisvaiheen lopussa leivontaa käyttämällä luotiin kummankin miekan variaation normaallikartat ja itse mallit olivat teksturointia varten valmiita.

6.7 Teksturointi

Teksturointi tehtiin PBR-materiaaleja käyttäen. Miekan osat käyttivät yhteistä tekstuurikarttaa, jos ne vain sommitellaan tehokkaasti sinne. Teksturoidessa ei tulla käyttämään tekstuurienpeilausta osissa, koska tässä työssä ei ole tarvetta säästellä tekstuurikarttojen resoluution suhteen. Työssä pyritään tekemään tekstuuritkin mahdollisimman aidonnäköiseksi. Teksturointi suoritettiin Substance Painter -ohjelmassa.

PBR-tekstuurit luotiin käyttämällä älymateriaaliominaisuuksia ja säätämällä tarkat ominaisuusarvot käyttötarkoitukseen sopiviksi. Kummallekin miekalle luotiin omat materiaalit ja osat olivat samassa tekstuurikartassa.

Patinoitunutta pronssia tutkittiin, koska työ yritettiin saada näyttämään uskottavalta eikä pelkäävän hyvältä. Työssä harkittiin, että patinoitunut pronssi jätettäisiin pois, mutta lopulta työ saatiin näyttämään aidosti patinoituneelta.



Kuva 26. Kuvassa näkyy kummankin miekan variaation teksturointi alkuvaiheessa.

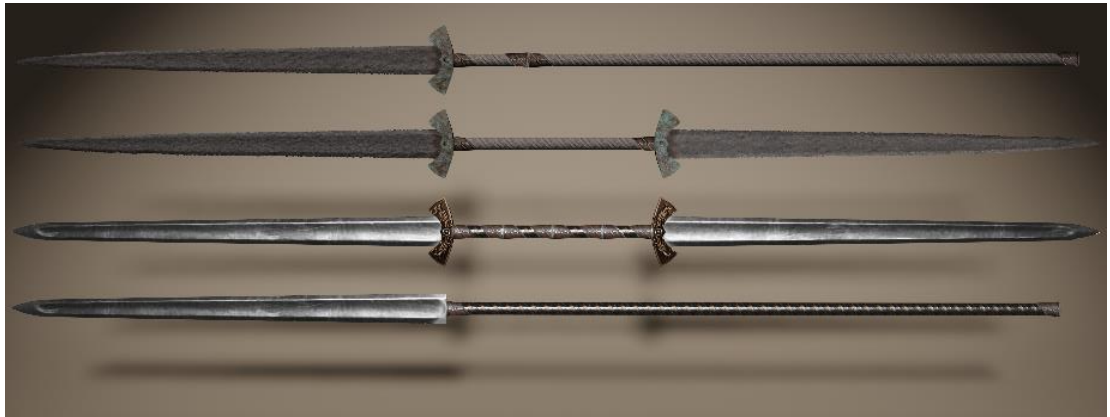
6.8 Hionta

Hiontavaiheessa käytiin läpi miekan näkyvät saumat ja peitettiin ne hienolla käsittelyllä piiloon, eli teksturoitiin piiloon. Epähuomiossa tehtiin miekan terän kahvasta levenevä pohjaan päin, jotta aidossa tilanteessa kahva ei toimisi, mutta onneksi pelkkä skaalaus riitti kahvan kohdalla eikä se rikkonut mitään.

6.9 Lopputulos



Kuva 27. Kuvassa näkyy kummastakin miekasta erilaisia modulaarisia variaatioita ja osat erillisinä osina laadukkaassa renderöidyissä kuvissa.



Kuva 28. Kuvassa näkyy valmiista mallista luotuja modulaarisia esimerkkejä, joita olemassa olevilla osilla voi kasata.

7 Yhteenveto

Selkeästi suunnittelu ja ensimmäiset vaiheet ovat todella tärkeitä ja tulee vältettyä edestakaisin liikkumista vaiheiden välillä myöhemmin. Modulaarisia objekteja luodessa kannattaa olla tarkkana moduulien määrän kanssa, eli kannattaa suunnitella tarkkaan minkäkokoisia ne ovat ja miten helposti niitä voi käyttää ja kuinka paljon erilaisia yhdistelmiä niistä saadaan aikaan. Esimerkiksi voiko modulaarisesta miekasta saada vain perinteisen miekan kasattua vai pystyykö siitä kasaamaan myös kaksiteräisen miekan kasaamaan ja pystyykö kahvoja pistämään päällekkäin pitemmän kahvan luomiseksi.

Työtä tehdessä pyrittiin selvittämään muotojen merkitys ja tavoiteltiin pohjaamaan työ realismiin. Tästä syystä selvitettiin miekan osat ja niiden tarkoitukset, jotta tiedettäisiin mitä tehdään ja miksi haetaan tiettyjä muotoja. Tarkan tiedon pohjalta tulee paljon loogisempia tuloksia. Tietenkin riippuu mihin tarkoitukseen työ tulee. Kaikissa tapauksissa ei ole niin tarkkaa, jos ei tiedä miekan osien tarkoituksia.

Grafiikasta saa helposti hyvännäköistä, mutta ongelma tulee siinä, onko se uskottavan näköistä. Näissä tilanteissa tarvitaan taustatutkimusta, jotta työ tulee näyttämään siltä mihin pyritään ja tässä työssä pyrittiin realismiin ja uskottavuuteen, mikä onnistui lopulta.

Miekan muotojen mukainen mallintaminen on tehokasta ainakin miekan kärjen kaltaisten muotojen mallintamisessa, jossa yritetään saada pyöreyttä ja tasaisuutta esille. Esimerkiksi ruudukomainen topologia miekan kärjessä ei oikein toimi, mutta jos lähtee mukailemaan miekan kärjen muotoja, lopputulos tulee näyttämään paljon paremmalta. Muotoja mukailemalla pintaan ei muodostu outoja artefakteja. Modulaarista miekkaa mallintaessa kannattaa ottaa huomioon monta osaa tekee, missä menee saumat ja laitetaanko osat samalle tekstuuriatlakselle.

Jos jää työssä jumiin, niin usein tauon pitäminen auttaa selvittämään ongelmat.

Lähteet

- Apollo, F. (2018). How to create a mood board. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://medium.com/genesis-thought/how-to-create-a-mood-board-daeffb6ed33c>
- Assassin. Haettu 13.5.2021 Internetosoite: <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Assassin>
- Bohemia Interactive. Weapons. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://arma3.com/features/weapons>
- Clicker. Haettu 13.5.2021 Internetosoite: <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Clicker>
- Collins, T. (2018). 3D modelling pipeline. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://medium.com/@homicidalnacho/3d-modelling-pipeline-bd9be7dba136>
- Concept Art Empire. (13.6.2019). Introduction to thumbnailing and quick sketching. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://conceptartempire.com/intro-to-thumbnailed-sketching/>
- Denmark, S. N. f. (2011). The stamford limited edition viking sword. Haettu 13.5.2021 Internetosoite: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albion_Stamford_Viking_Sword_3_\(6093965049\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albion_Stamford_Viking_Sword_3_(6093965049).jpg)
- Finna. Viikinkiaika. Haettu 5.11.2020. Internetosoite: <https://www.finna.fi/Record/mus-ketti.M012:KM17777:1>
- Gobaz, Hanoble. (10.12.2016). Texture Atlasing Performance. Haettu 5.12.2019. Internetosoite: <https://answers.unity.com/questions/1242465/texture-atlasing-performance.html>
- IT Definitions. (12.6.2012). Modularity definition and information. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://www.defit.org/modularity/>
- Lin, Lentz, Sturgill, & Reed. Using workflow techniques and modularity. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://docs.unrealengine.com/udk/Two/WorkflowAndModularity.html>
- Official Dying Light Wiki. Blueprints. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Blueprints>
- Photomodeler Technologies. (14.8.2019). How Does Photogrammetry Work? Haettu 5.12.2019. Internetosoite: <https://www.photomodeler.com/how-does-photogrammetry-work/>

Roach Benjamin. (27.10.2016). Recreating Dark souls 3 in UE4. Haettu 4.12.2019. Internetosoite: <https://80.lv/articles/dark-souls-3-in-ue4-production-interview/>

Sciutteri Matteo. (10.1.2016). Using a Texture Atlas to Optimize Your Game. Haettu 5.12.2019. Internetosoite: <https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/using-texture-atlas-in-order-to-optimize-your-game--cms-26783>

Techland. Weapons. Haettu 22.10.2019. Internetosoite: <https://dyinglight.fandom.com/wiki/Weapons>

Technologies, Unity. (2019a). Unity - Manual: Art Asset best practice guide. Haettu 5.12.2019. Internetosoite: <https://docs.unity3d.com/Manual/HOWTO-ArtAssetBestPracticeGuide.html>

Technologies, Unity. (2019b). Unity – Manual: Draw call batching. Haettu 5.12.2019. Internetosoite: <https://docs.unity3d.com/Manual/DrawCallBatching.html>

Triternion. Wiki. Haettu 4.12.2019. Internetosoite: https://mordhau.fandom.com/wiki/Mordhau_Wiki

Tyson Jeff. (2001). How sword making works. Haettu 20.10.2019. Internetosoite: <https://science.howstuffworks.com/sword-making.htm>

Weapon mods. Haettu 13.5.2021. Internetosoite: https://escapefromtarkov.fandom.com/wiki/Weapon_mods