



Miniatyyrin suunnittelu ja tulos- tus 3D tulostimella

Joonas Toivonen

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2023

Konetekniikka
Koneautomaatio

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Koneautomaatio

TOIVONEN, JOONAS

Miniatyyrin suunnittelu ja tulostus 3D-tulostimella

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Kesäkuu 2023

Miniatyyripelaaminen on suuressa suosiossa, ja tästä syystä miniatyyreille on kysyntää. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa valmistusprosessi, jolla miniatyyrihahmoja voidaan tulostaa 3D-tulostimella. Prosessin lopputuloksena on tarkoitus saada myyntivalmis miniatyyri aiempaa nopeammin ja helpommin. Työn tilaaja on Frostwoods Oy.

Ennen työn aloittamista valitaan eri vaihtoehtoista tarkoituksenmukainen mallinnusohjelma sekä 3D-tulostin, jota työssä käytetään. Lisäksi selvitetään, millainen mallinnusprosessin pitää olla, jotta saadaan lopputulos, joka kelpaa tulostukseen. Mallinnusta varten tarvitaan referenssikuvia, jotta mallinnuksen anatomia pysyy hyvänä.

Työ suoritetaan noudattamalla kolmea vaihetta: mallinnus, tulostus ja maalaus. Mallinnus tehdään 3D-maailmassa noudattamalla vahvasti videopelien hahmomallinnusta. Tämä mahdollistaa hahmon animoinnin, sillä vaikka miniatyyri ei liiku, on hahmo huomattavasti helpompi mallintaa ensin neutraalissa asennossa ja sitten muuttaa asento toivotunlaiseksi. Näin saadaan aihio, jota muokkamalla uusien hahmojen luominen onnistuu jatkossa huomattavasti helpommin ja nopeammin.

Mallinnusprosessin tuottama tulostusvalmis tuote tulostetaan 3D-printterillä. Lopuksi miniatyyrihahmo maalataan. Maalattu lopputulos näyttää paremmalta, mikä helpottaa miniatyyrin markkinointia.

Työ eteni vaihe vaiheelta aikaisemman kuvauksen mukaan. Vaikka opinnäytetyön tuloksena syntynyt lopullinen miniatyyri tarvitsee vielä parannuksia eikä se todennäköisesti ole menossa myyntiin, on prosessi tätä varten nyt luotu ja sitä voidaan helposti soveltaa tulevaisuudessa uusissa projekteissa.

Asiasanat: 3D printtaus, mallintaminen, miniatyyri

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Automation Engineering

TOIVONEN, JOONAS

Printing and designing a miniature with a 3D-printer

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 0 pages
June 2023

Miniature gaming has increased in popularity and as a result, selling miniatures is profitable. The purpose of this work was to create a process, which will produce a ready-to-sell miniature figure with a 3D printer and make the printing of new miniatures easier and faster. This work was commissioned by Frostwoods Oy.

Before starting the work, suitable tools were selected for modelling and 3D printing to get a result with good quality. Reference pictures for modelling also were needed.

The actual work was completed in three phases: modelling, printing, and painting. Modelling was done in a 3D environment by using video game character modelling principle, which makes animating possible. This allows to set the miniatures to different poses, which will be a great help with the future figures generated by using this process. As a result of the modelling phase, there is a print-ready figure to be printed by a 3D printer. After printing, the model is painted. Painting gives the miniature a finished appearance, which will help selling it.

As a result of this thesis, a process and a solid base for future miniature printing projects was created.

Key words: 3D printing, modelling, miniature

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	MALLINNUS	6
2.1	Mallinnusohjelman valitseminen.....	6
2.2	Mallinnusprosessi.....	7
2.2.1	Mallintamisen aloittaminen	7
2.2.2	Polygoniverkko	9
2.2.3	Kasvojen mallinnus.....	9
2.2.4	Pään mallinnus.....	20
2.2.5	Kehon mallinnus	24
2.2.6	Vaatteiden mallinnus	33
2.2.7	Hiusten mallinnus	40
2.3	Miniatyyrin asennon muokkaaminen eli Wrigging	41
3	3D-TULOSTUS.....	42
3.1	3D-tulostimen valitseminen	42
3.2	Chitubox.....	43
3.3	Miniatyyrin tekeminen tulostettavaksi.....	43
4	MAALAUUS.....	49
4.1	Maalauksen tarkoitus	49
4.2	Pohjamaalaus	49
4.3	Pinnan maalaus	50
5	POHDINTA	51
	LÄHTEET.....	53

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on luoda prosessi, joka tuottaa myyntivalmiin miniatyyrihahmon. Työn tarkoituksena on luoda valmis prosessi, jota voidaan käyttää jatkossa. Näin seuraavien projektien läpivienti on nopeampaa ja tehokkaampaa. Prosessi koostuu mallinnuksesta, tulostuksesta ja maalauksesta. Lisäksi on tarkoitus löytää prosessin mahdollisia ongelmakohtia, joita parantamalla voidaan luoda entistä tehokkaampi ja parempi prosessi.

2 MALLINNUS

2.1 Mallinnusohjelman valitseminen

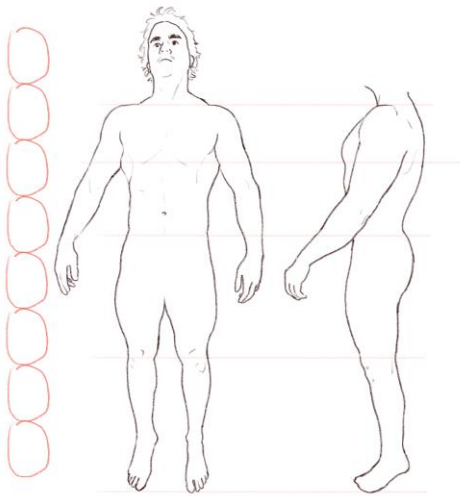
Mallinnusohjelmalta vaaditaan helppous luovaan ja pikkutarkkaan muovaukseen, eli mikä tahansa mallinnusohjelma ei sovi työhön. Miniatyyrin muotojen mitoilla ei ole kovin paljon väliä, sillä miniatyyrillä ei ole mekaanista tarkoitusta, vaan sen on tarkoitus vain näyttää hyvältä. Mallinnusohjelmalla pitää voida tehdä tiedostoja, joita on mahdollista tulostaa tai joita tulostamiseen tarkoitettu ohjelma voi käyttää. On vielä suotavaa, että mallinnus ohjelma pystyy animoimaan valmista miniatyyria, koska tämä mahdollistaa miniatyyrin luomisen neutraalissa asennossa ja sitten mallinnuksen valmistuttua sen voi asettaa mieluisaan asentoon.

Blender 3.5 täyttää nämä kriteerit. The Blender Foundation on 2002 vuonna perustettu itsenäinen yleishyödyllinen organisaatio, jonka visio on mahdollistaa kaikille luoda tietokonegeneroitua sisältöä ilmaiseksi. Blender 3.5 -sovellus mahdollistaa kolmiulotteisten kuvien tekemisen, animoimisen sekä pelihahmojen tekemisen. Vaikka työn miniatyyri ei ole pelihahmo, sen perusidea ei eroa pelihahmosta, ja on hyvinkin mahdollista jalostaa valmiista miniatyyristä pelihahmo ilman suuria muutoksia. Blender 3.5 -sovellus käy täydellisesti miniatyyrin mallintamiseen ja siinä on myös paljon työkaluja, joista voisi olla hyötyä, mutta joita ei välttämättä tarvita.

2.2 Mallinnusprosessi

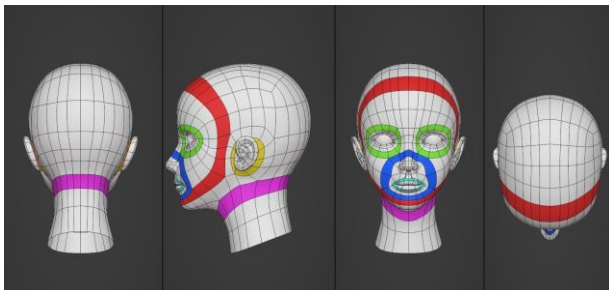
2.2.1 Mallintamisen aloittaminen

Mallinnus aloitetaan valitsemalla sopivat referenssikuvat, joiden perusteella miiniatyö tehdään. Tähän tarkoitukseen tarvitaan referenssikuvat vartalosta etu- ja sivusuunnasta sekä erilliset kuvat päästä edestä, sivusta ja takaa päin katsottuna. Näiden kuvien avulla mallinnus helpottuu ja lopputulos paranee.



Kuva 1. Kehon referenssikuva (Joonas Toivonen).

Pään referenssikuva on ladattu Patreon-nimiseltä internet-sivustolta Blender art -käyttäjältä. Käyttäjä on jakanut kuvan kaikille käyttöön.



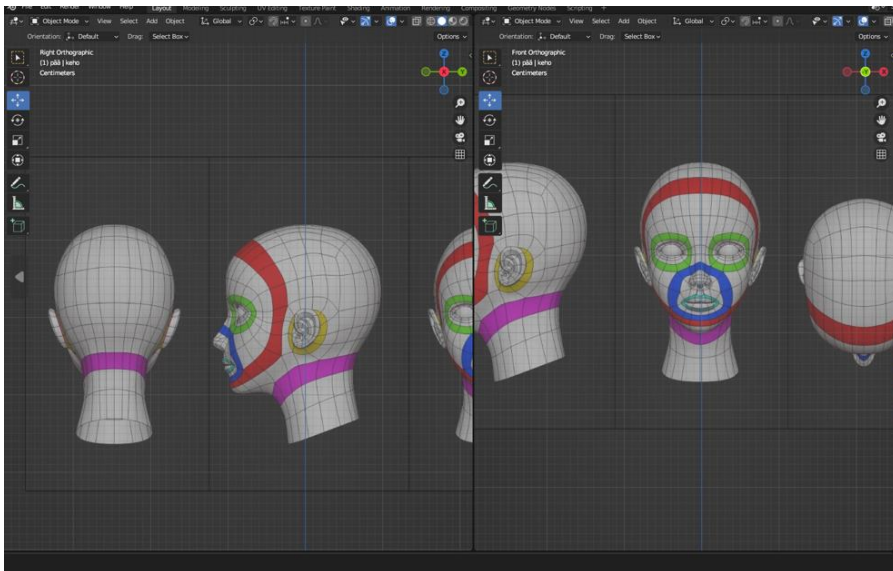
Kuva 2. Pään referenssikuva (Blender art / Patreon).

Kun kuvat on valittu, ne asetellaan Blender-sovellukseen siten, että YZ-taso leikkaa pään kuvan edestä ja YX-taso leikkaa kuvan sivusta. Näin saadaan kuvat mallinnusalueen keskelle, joka tekee mahdolliseksi seurata pään mallintamista yhtä aikaa sekä edestä että sivusta.



Kuva 3. Referenssikuvien asettelu (Joonas Toivonen).

Kun kuvat on asetettu paikalleen mallinnussovellukseen, voidaan avata näkyviin kaksi eri näkymää päälle samaan aikaan: toinen näyttää näkymää XY-tasosta ja toinen ZY-tasosta.



Kuva 4. Referenssikuvien kuvakulmat (Joonas Toivonen).

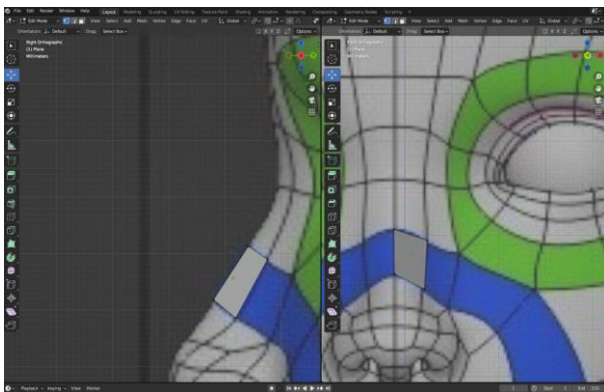
Kun tämä on tehty, voidaan aloittaa pään mallintaminen.

2.2.2 Polygoniverkko

Polygoniverkko eli mesh-verkko on pisteiden, reunojen ja pintojen kokoelma, joilla määritellään 3D-muotoja. Mesh-piste ilmentää jotain tiettyä paikkaa tai kohtaa. Reuna voi muodostua kahdesta mesh-pisteestä, jolloin niiden välille syntyy suora viiva. Kun mesh-pisteitä on vähintään kolme, niistä saadaan reunojen avulla suljettu muoto, joka muodostaa pinnan. Miniatyyri rakennetaan tällaisista pinnoista.

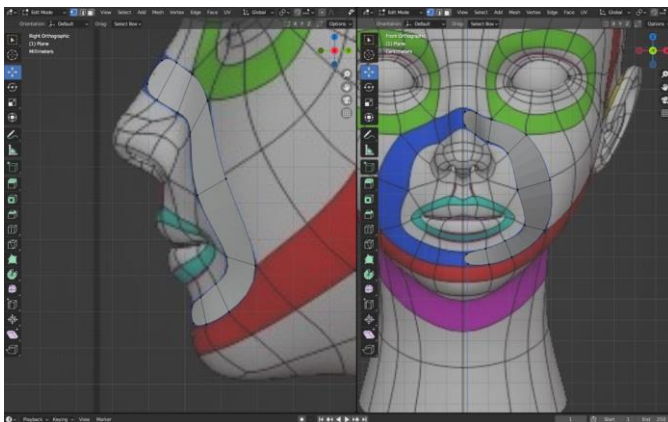
2.2.3 Kasvojen mallinnus

Pään tekeminen aloitetaan lisäämällä mesh-neliö mallinnustilaan. Mesh-neliö muodostuu neljästä mesh-pisteestä, jotka ovat neliön kulmissa. Miniatyyrin mesh-verkko muodostetaan tästä neliöstä ja siihen tehdyistä jatkeista. Neliö asetellaan siten, että se asettuu molemmissa mallinnuskuvissa paikalleen. Mesh-verkko tulee mahdollistamaan miniatyyrin asentojen muuttamisen, sitten kun mallinnus on valmis.

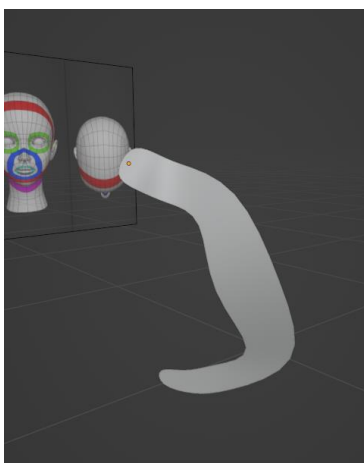


Kuva 5. Mesh-neliön asettelu (Joonas Toivonen).

Kun tämä neliö on paikallaan, voidaan tehdä uusia neliöitä Extrude-toiminnolla, ja luoda näin uutta pintaa. Mallinnusta helpottamaan merkitään referenssikuvien värimerkintöjen mukaisesti aluksi ympyröitä pään muotojen mukaan. Kun puolet värialueesta on täytetty, pinta voidaan tasoittaa Subdivision modifier -työkalulla.

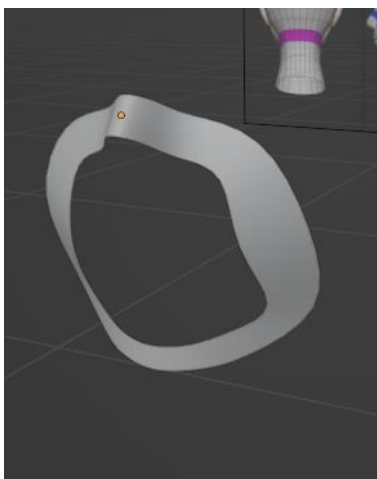


Kuva 6. Puolikas nenää ympäröivä muoto (Joonas Toivonen).



Kuva 7. Muoto vapaasta kulmasta esitettynä (Joonas Toivonen).

Kun tämä vaihe on valmis, käytetään Mirror-työkalua, joka kopioi muodon automaattisesti toiselle puolelle.



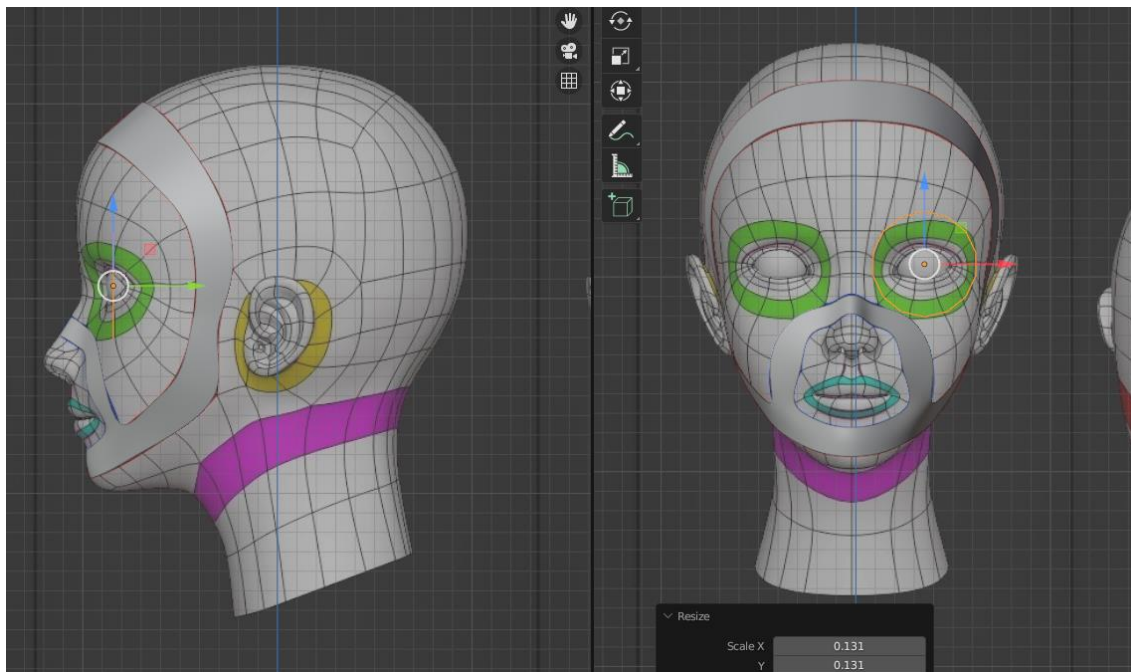
Kuva 8. Muoto Mirror-työkalun jälkeen (Joonas Toivonen).

Tämän jälkeen voidaan jatkaa mallinnusta suoraan jo valmiista muodosta Extrude-komentoa käyttäen, ja tästä voidaan täyttää aiemmassa kuvassa punaisella merkattu päätä ympäröivä muoto.



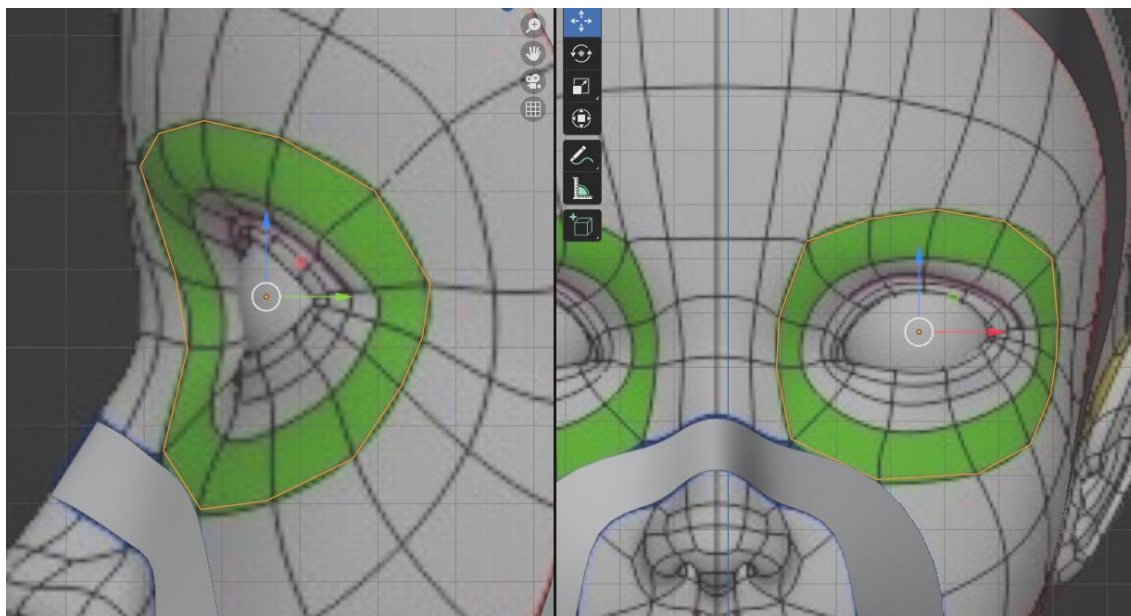
Kuva 9. Otsan ja leuan ympäröivä muoto (Joonas Toivonen).

Seuraavaksi voidaan ryhtyä tekemään silmiä ympäröivää aluetta. Tämä aloitetaan tuomalla mesh-ympyrä mallinnusalueelle ja asettamalla se silmiä ympäröivälle alueelle.



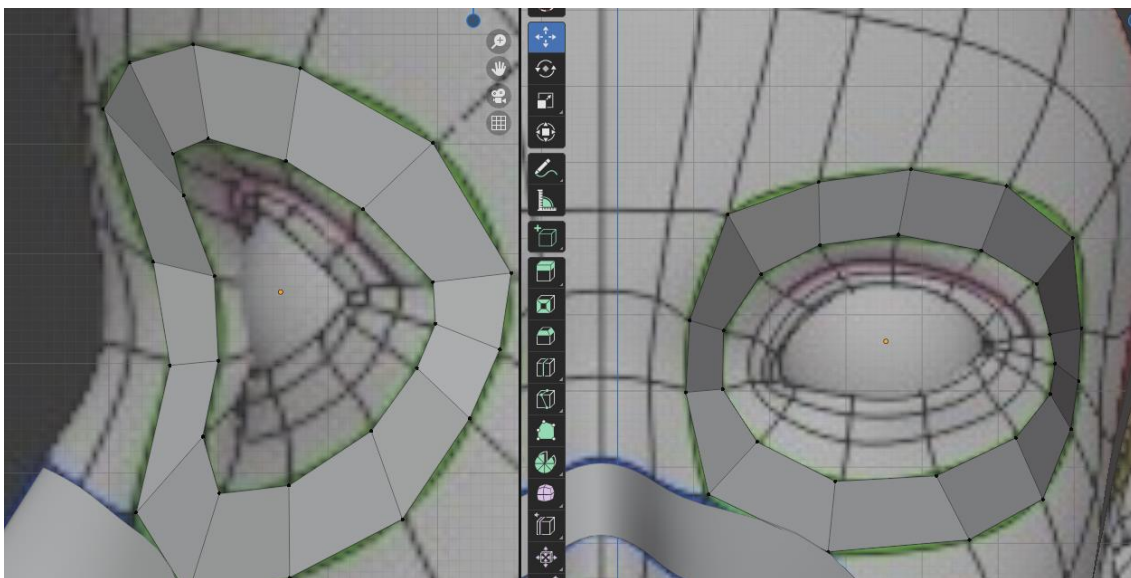
Kuva 10. Mesh-ympyrän tuominen silmälle (Joonas Toivonen).

Kun ympyrä on asetettu suunnilleen oikealle alueelle, voidaan sen reunat asettaa kohdillensa molemmista kuvakulmista.



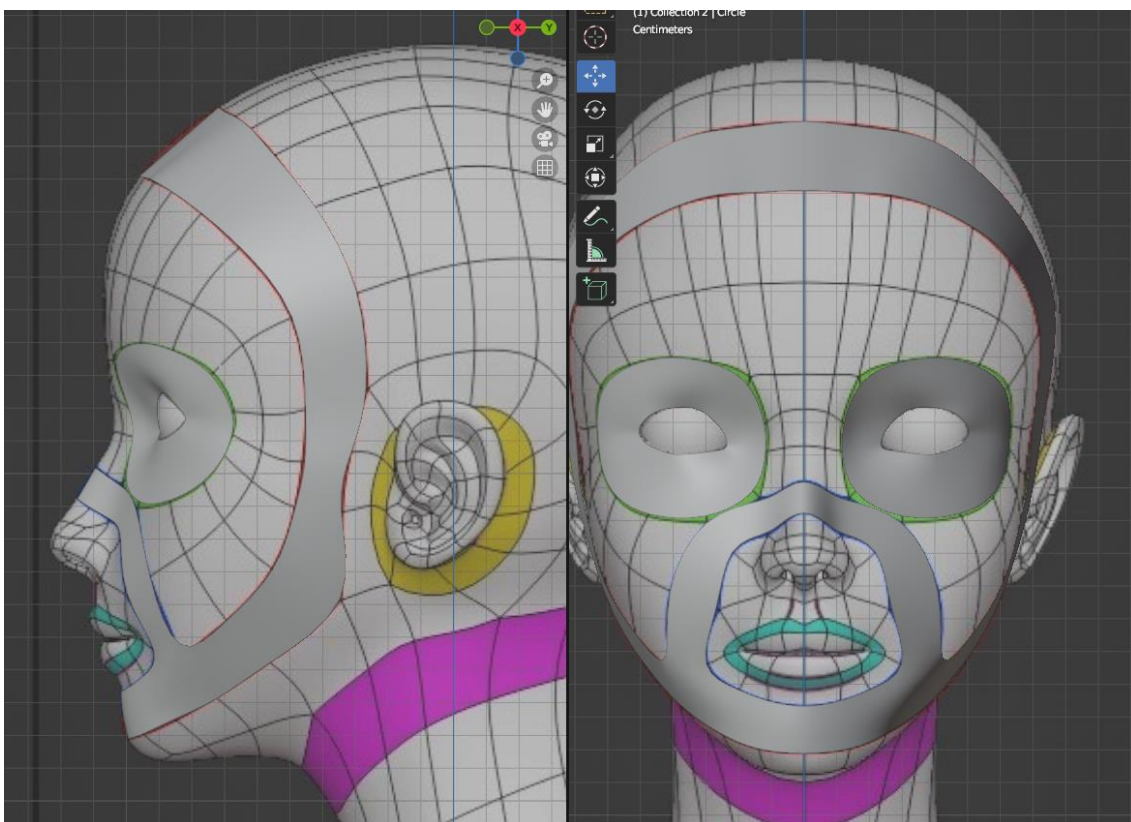
Kuva 11. Muodon asettelu silmän ympärille (Joonas Toivonen).

Seuraavaksi tehdään alueelle yhtenäinen pinta, joka asetellaan referenssikuvan mukaisesti. Tähän käytetään Extrude-komentoa.



Kuva 12. Muodon laajentaminen (Joonas Toivonen).

Täyden silmämunan päälle luodaan pinta subdivision modifier- ja mirror-työkalujen avulla. Näin saadaan molempien silmien ympärille tasainen taso.



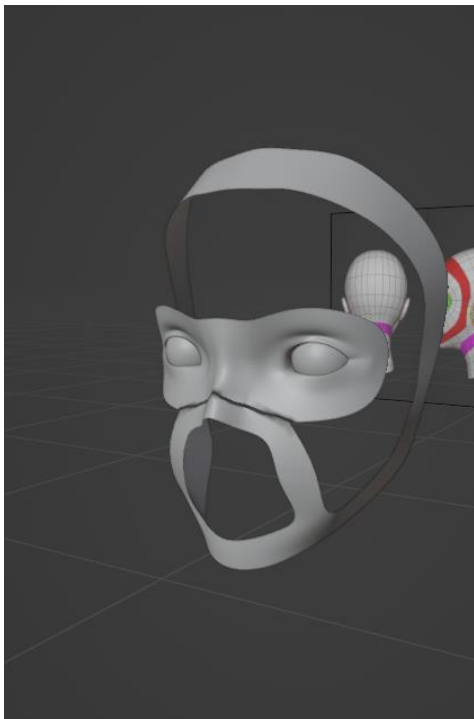
Kuva 13. Valmis silmiä ympäröivä muoto (Joonas Toivonen).

Kun silmien ympäristö on tehty, voidaan silmät asettaa paikoilleen. Käytännössä tämä tehdään siten, että asetetaan pallo silmän kohdalle, eli tuodaan uv sphere -muoto silmän kohdalle. Mirror-työkalulla saa tämän muodon kopioitua toiselle puolelle.



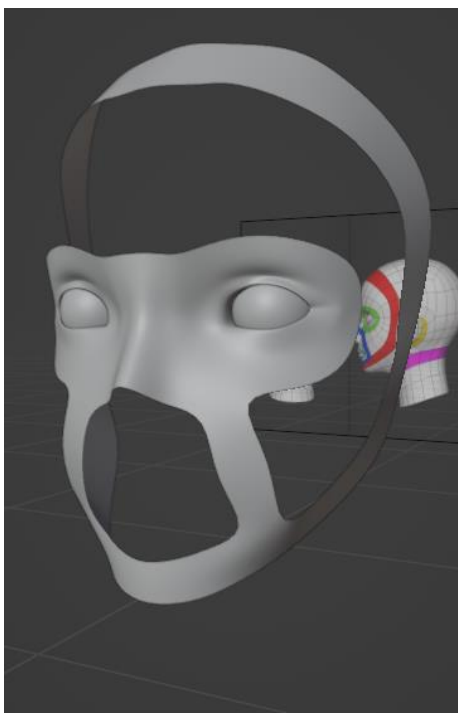
Kuva 14. Silmämunien tuomien (Joonas Toivonen).

Tämän jälkeen yhdistetään silmiä ympäröivät tasot yhteen. Tämä tehdään käyttämällä Extrude-toimintoa, jolla saadaan luotua pintaa. Näistä tasoista tulee nenän selkä. Mirror-työkalun ansiosta nenänselkää ei tarvitse tehdä kuin toiselle puolelle, sillä se kopioituu samalla myös toiselle puolelle.



Kuva 15. Nenänselän mallinnus (Joonas Toivonen).

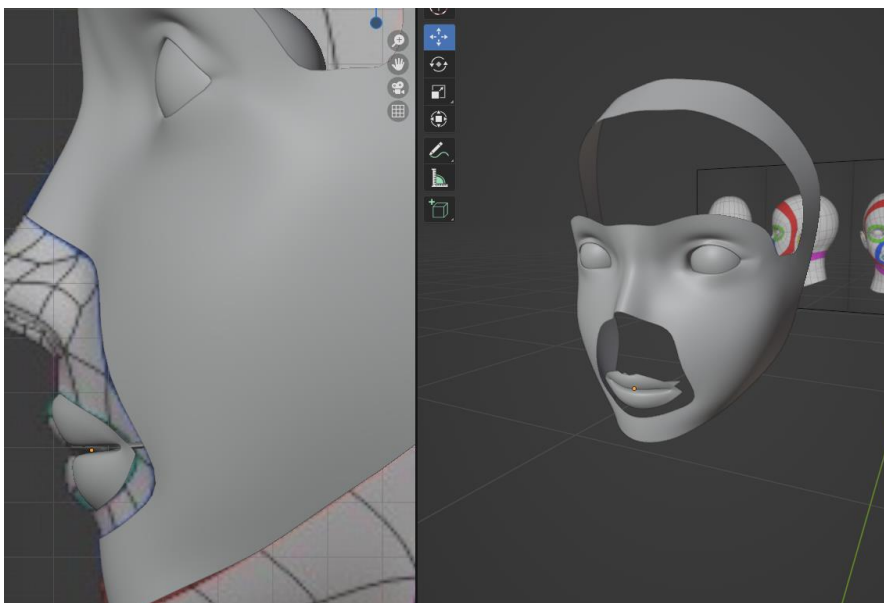
Seuraavaksi on mahdollista yhdistää nenän ja silmien alueet suun ympäröivällä alueella. Tämä saadaan aikaan valitsemalla nämä molemmat alueet ja yhdistetään ne Join-komennolla. Ne eivät silti ole vielä toisissaan fyysisesti kiinni. Kiinnittäminen tapahtuu valitsemalla kaksi toisiaan lähellä olevaa mesh-pistettä ja käyttämällä Join in the middle -toimintoa: tämä kiinnittää pallot niiden välisestä keskikohdasta. Kun yhdistetyt pallot asetellaan sopivasti, saadaan alueet yhdistettyä toisiinsa sulavasti.



Kuva 16. Nenäselän ja silmien yhdistys muuhun muotoon (Joonas Toivonen).

Posket saadaan täytettyä valitsemalla neljä mesh-pistettä ja käyttämällä täyttötoimintoa nimeltään Fill, joka täydentää mesh-pisteiden välit. Koska mesh-pisteiden muodot vastaavat jo valmiiksi hyvin poskia, niin poskiin ei tarvitse käyttää enempää vaivaa.

Huulet tehdään hyvin samalla tavalla kuin silmät, eli tuodaan mesh-ympyrä niiden päälle ja asetellaan se oikealle paikalle ja lopuksi lisätään huuliin muoto käyttämällä subdivision modifier-työkalua, joka tasoittaa pinnan.



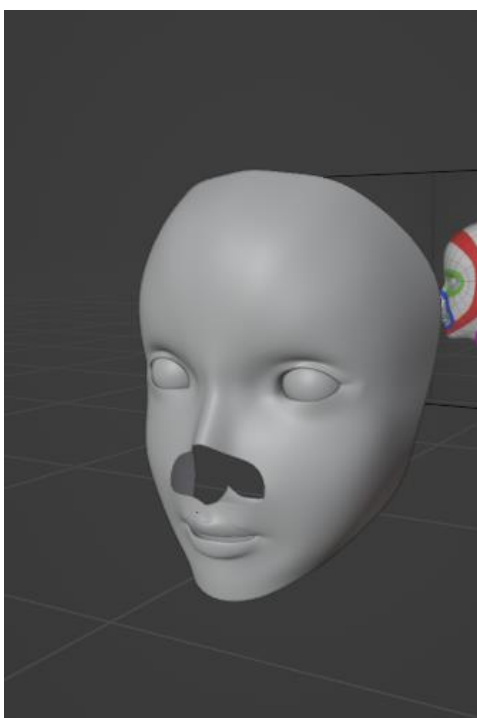
Kuva 17. Suun mallintaminen (Joonas Toivonen).

Huulet kiinnitetään muihin pintoihin yhdistämällä ne keskiosistaan Join in middle-toiminnolla.



Kuva 18. Suun tuominen muuhun muotoon.

Otsa voidaan täyttää valitsemalla reunimmaisat mesh-pisteet ja täyttämällä niiden väli Fill-toiminnolla.



Kuva 19. Otsan täyttäminen (Joonas Toivonen).

Nenän tekeminen ei eroa aikaisemmista vaiheista, se on vain hiukan monimutkaisempi tehdä. Kun nenän muoto on saatu kelvolliseksi, se liitetään muuhun päähän.

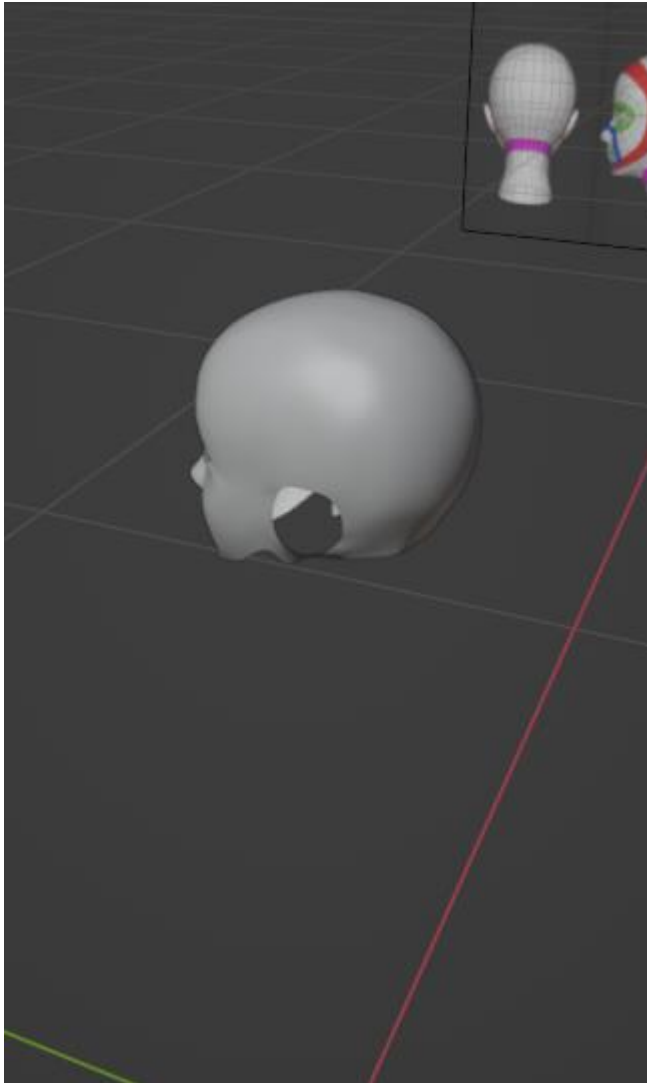


Kuva 20. Nenän mallinnus (Joonas Toivonen).

Nyt kasvot ovat valmiit, ja seuraavaksi voidaan lähteä mallintamaan pään muita osia.

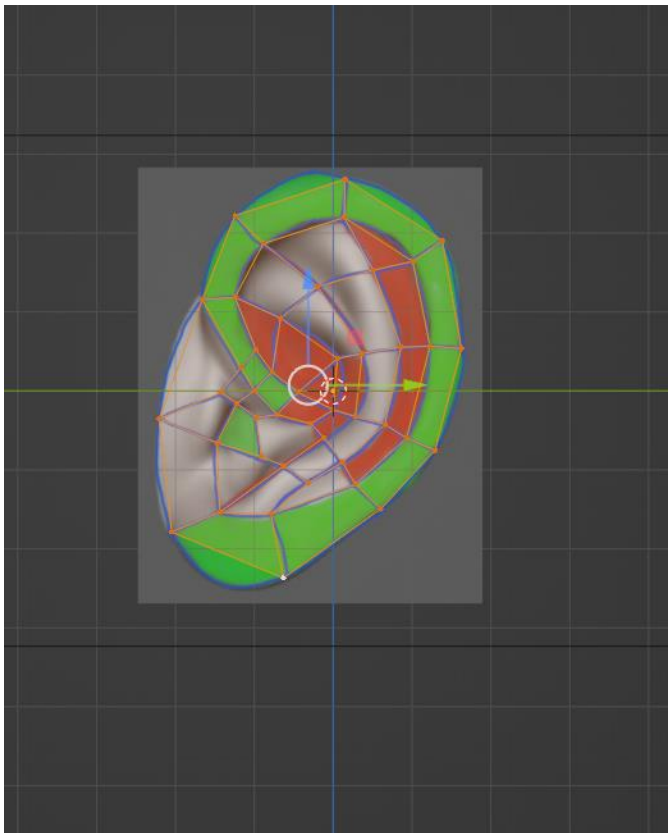
2.2.4 Pään mallinnus

Kun kasvot on saatu mallinnettua, voidaan aloittaa pään mallinnus. Kasvot ovat tärkeä osa päätä, ja määräävät lopun pään muodot ja koon. Siksi kasvojen pitää olla valmiina ennen kuin takaraivoa tai kaulaa kannattaa aloittaa mallintamaan. Kasvoista lähdetään muodostamaan pään muotoa. Korville jätetään aukot, ja mallinnus tehdään erikseen, sillä korvien mallintaminen on huomattavasti monimutkaisempi työvaihe kuin muut pään osat.



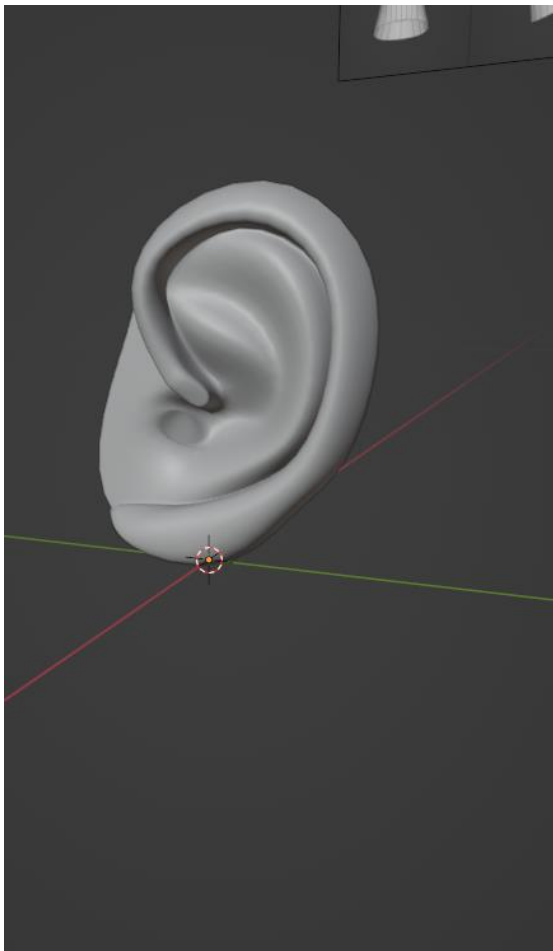
Kuva 21. Takaraivon mallinnus (Joonas Toivonen).

Seuraavaksi voidaan tehdä korvat. Korvia varten käytetään omaa referenssikuvaa, joka on ladattu Patreon-nimiseltä internet-sivustolta Blender art -käyttäjältä. Käyttäjä on jakanut kuvan kaikille käyttöön.



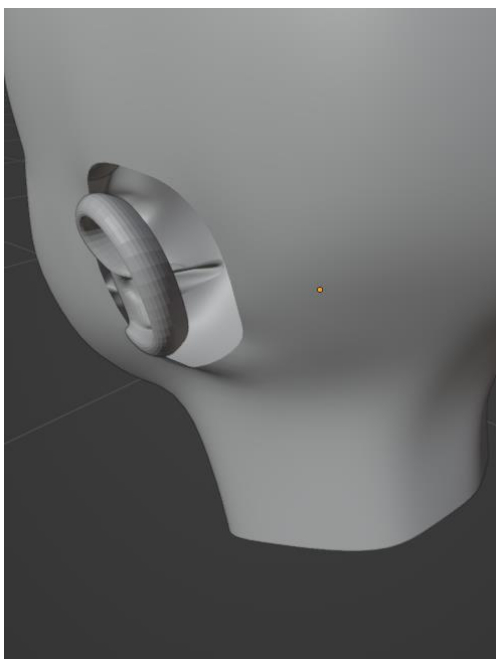
Kuva 22. Korvan referenssikuva (Blender art / Patreon).

Korvaan merkityt vihreät alueet työnnetään ulospäin ja punaiset vedetään sisään-päin, lisäksi korva tasoitetaan Subdivision modifier -työkalulla. Lopuksi korvalle tehdään pieniä hienosäätöjä siten, että se näyttää sopivalta.



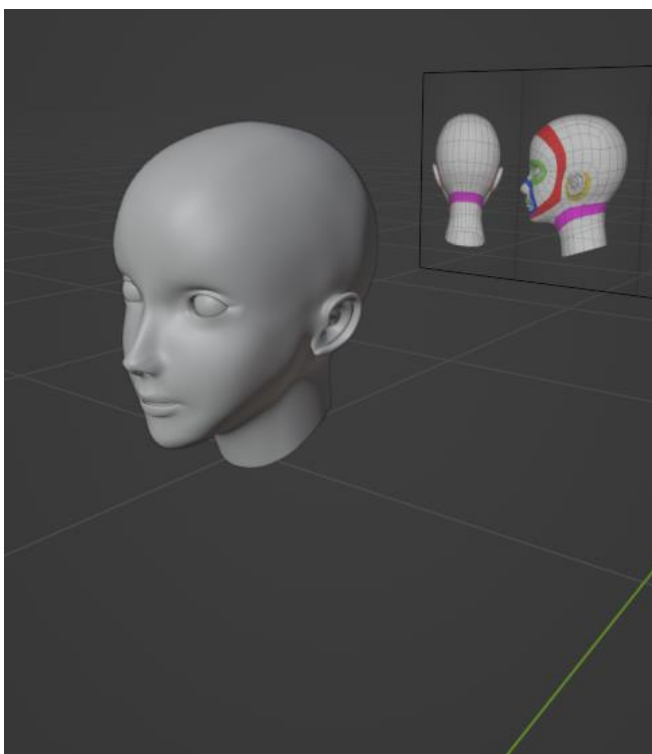
Kuva 23. Korvan mallinnus (Joonas Toivonen).

Valmis korva asetetaan paikoilleen. Se pitää viedä aluksi päähän oikeaan kohtaan.



Kuva 24. Korvan paikalleen laittaminen (Joonas Toivonen).

Tämän jälkeen korvien ja pään mesh-pisteet yhdistetään, ja korva liitetään päähän.



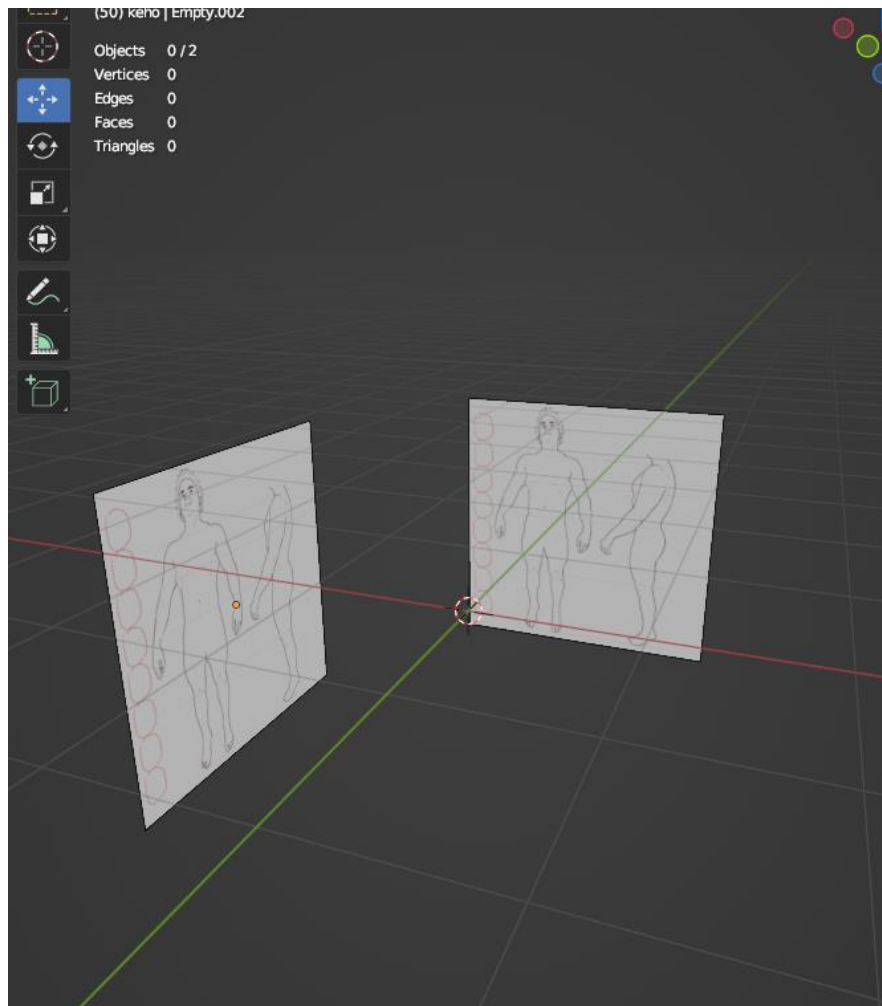
Kuva 25. Korvan liittäminen päähän (Joonas Toivonen).

Pää on nyt valmis.

2.2.5 Kehon mallinnus

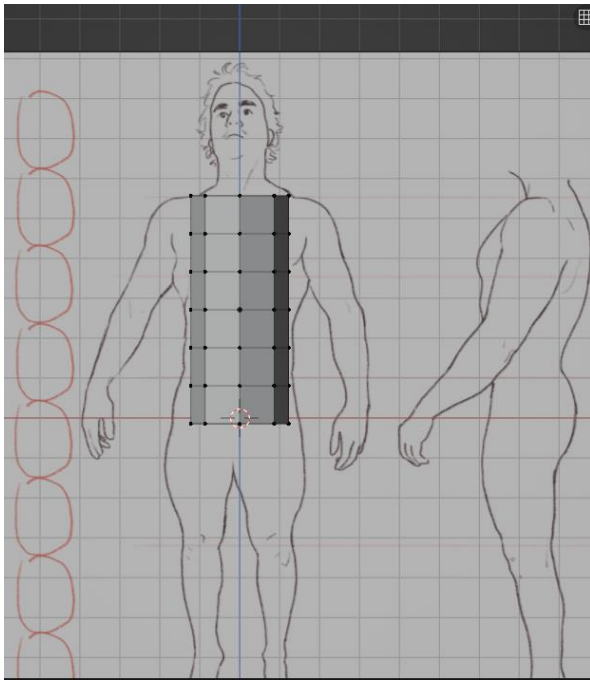
Kehon mallinnus ei poikkea kovinkaan paljon pään mallintamisesta, mutta se silti tehdään erikseen. Tämä johtuu siitä, että keho on helpompi tehdä omista osistaan kuin että mallintamisen aloittaisi suoraan kaulasta.

Aluksi on tärkeää asetella kehon referenssikuvat juuri oikeille paikoille. On tärkeää, että jo mallinnettu pää asettuu juuri pään kohdalle, eli samaan kohtaan, jossa se on kehon referenssikuvassa. Kun kuvat on aseteltu oikein, voidaan pää piilottaa, sillä sitä ei kehon mallinnuksen aikana tarvita, ja se olisi vain tiellä.



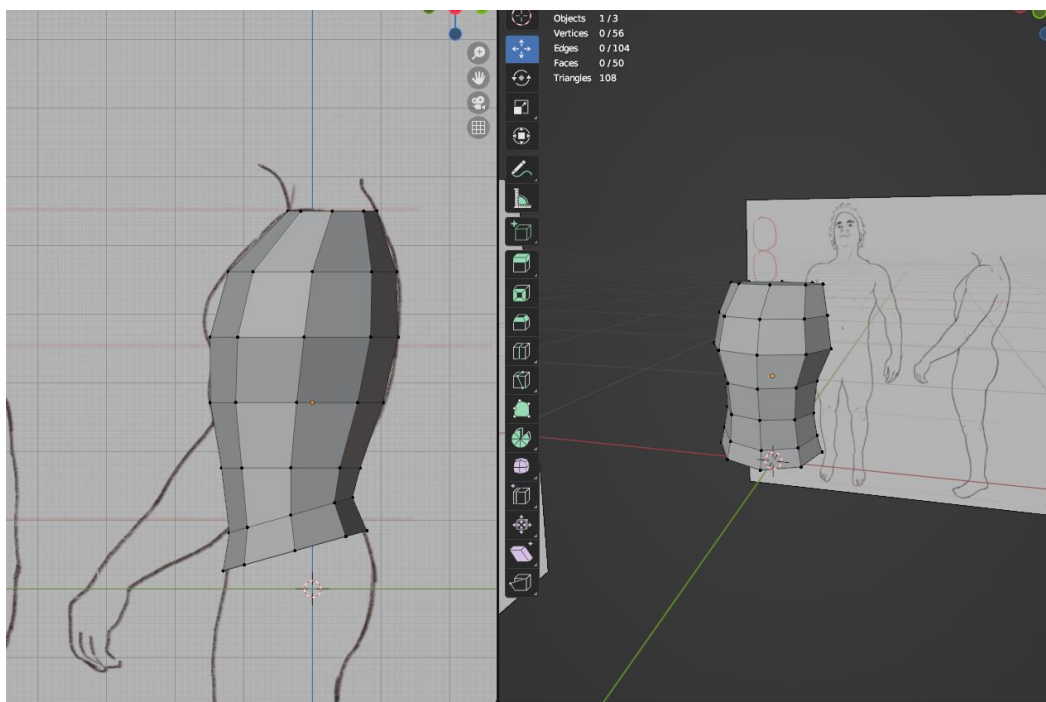
Kuva 26. Kehon referenssikuvien paikalleen laittaminen (Joonas Toivonen).

Tuodaan työtilaan sylinteri (Mesh cylinder), jonka päälle rakennetaan keskivartalo. Sylinteri asetellaan oikeaan kohtaan referenssikuvan perusteella.



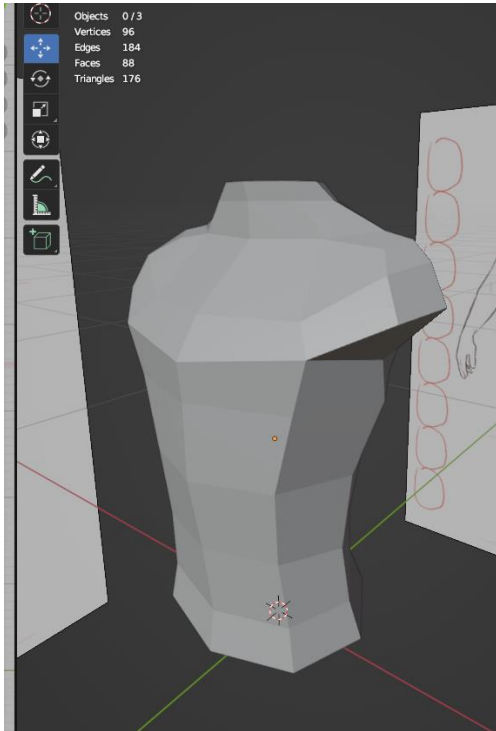
Kuva 27. Sylinterin asettaminen (Joonas Toivonen).

Nyt sylinterin voi asettaa sopivaan muotoon. Tässä vaiheessa kehosta poistetaan puolet, ja poistettu puoli palautetaan takaisin peilaamalla eli Mirror-toiminnolla. Tämä tehdään siksi, että kun käsiä ja jalkoja ruvetaan tekemään, ne peilautuvat automaattisesti toiselle puolelle, ja samalla myös kaikki hienosäätö peilautuu automaattisesti aina toiselle puolelle.



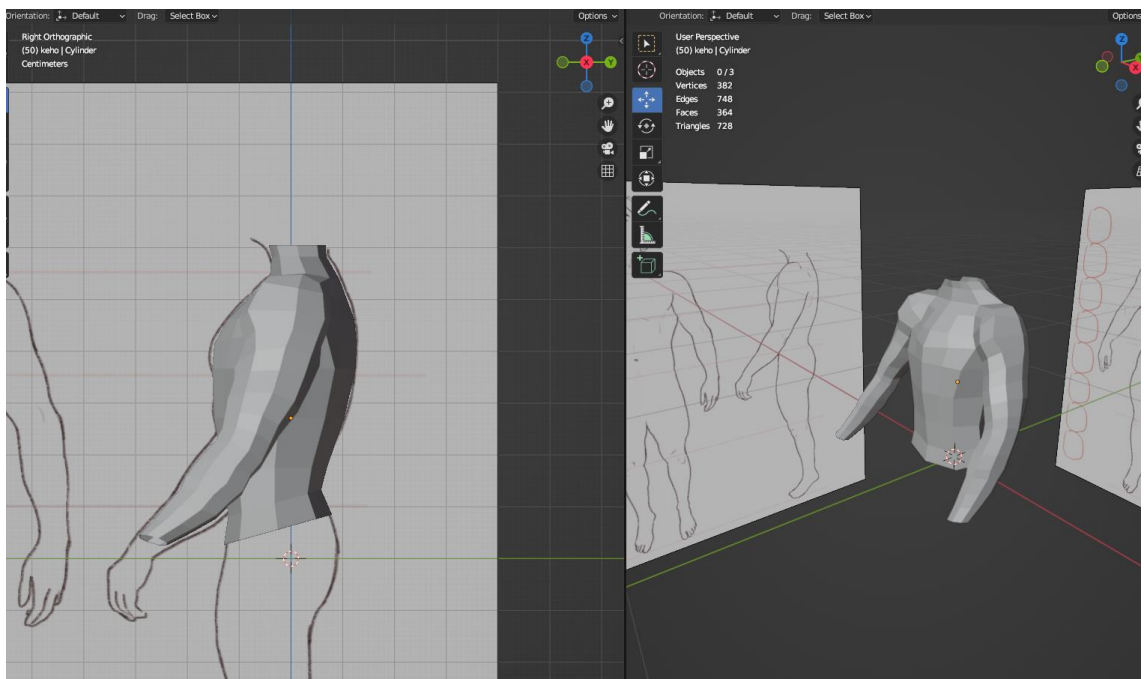
Kuva 28. Sylinterin muovaaminen (Joonas Toivonen).

Perusmuodon valmistuttua, voidaan kehoon lisätä olkapäät ja kaula.



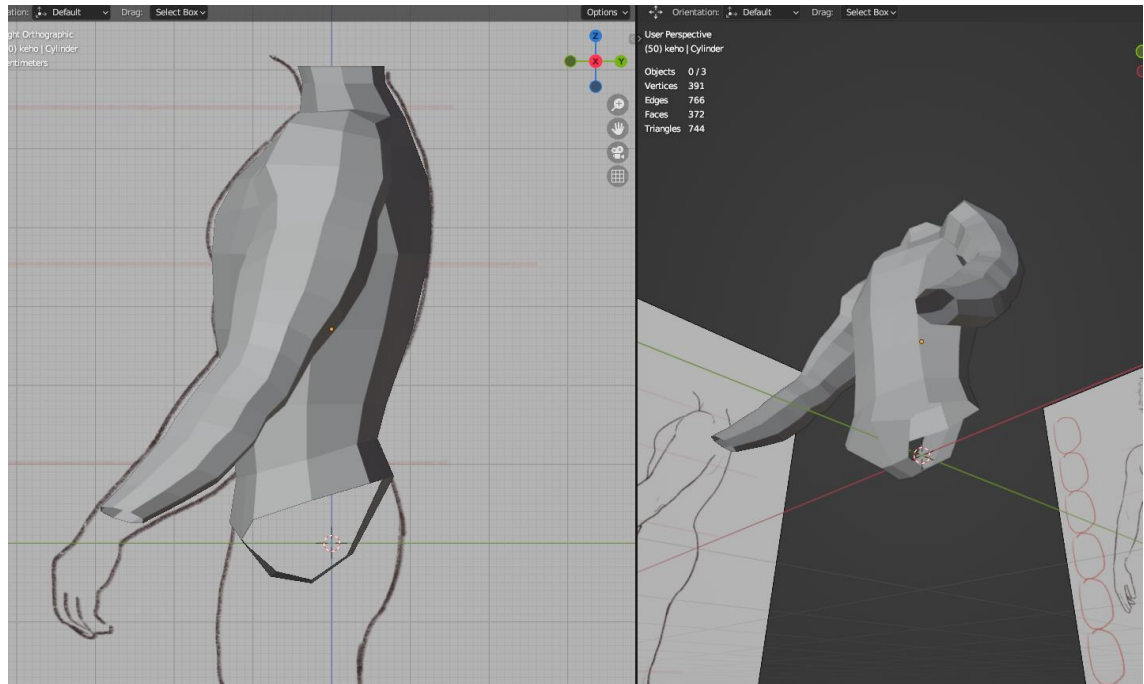
Kuva 29. Niskan ja olkapäiden mallinnus (Joonas Toivonen).

Kun olkapäät on tehty, voidaan aloittaa käsien tekeminen. Olkapäitä lähdetään laajentamaan ympyrän muodossa referenssikuvan mukaisesti. Tämä tehdään Extrude-toiminnolla. Tämän jälkeen asetetaan hiukan kulmikkautta kyynärpäähän kohdalle niin, että täydellinen ympyrä rikkoutuu ja käsi näyttää aidommalta. Käsi kopioituu toiselle puolelle Mirror-työkalun ansiosta.



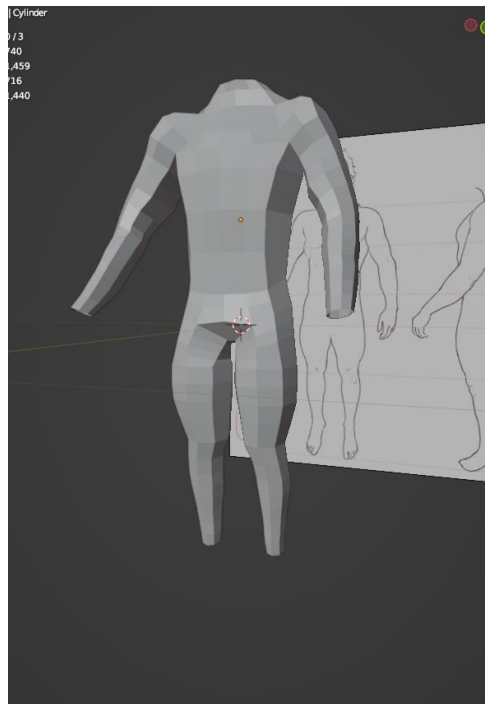
Kuva 30. Käsien mallinnus (Joonas Toivonen).

Sitten voidaan aloittaa jalkojen mallinnus. Aluksi pitää tehdä jalkojen lähtöpisteet. Jalat kiinnittyvät lantioon kulmassa, ja ne näyttäisivät oudolta, jos ne kiinnittyisivät vaakasuorasti suoraan lantioon.



Kuva 31. Lantion muotojen mallinnus (Joonas Toivonen).

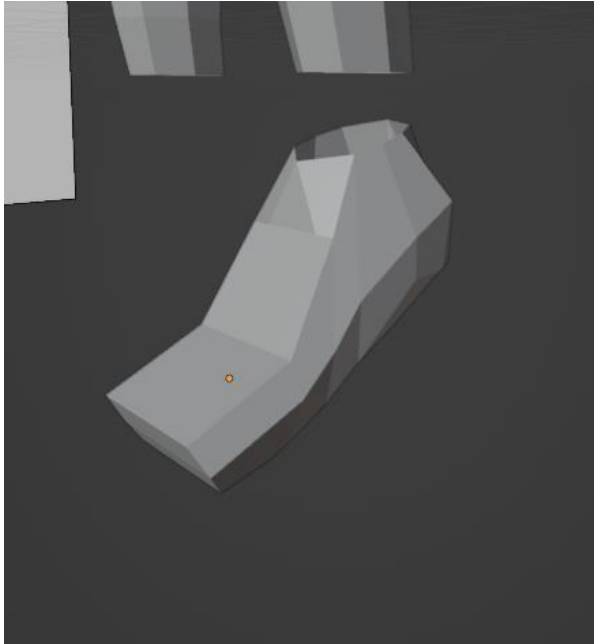
Jalkojen mallintaminen toimii samalla tavalla kuin käsien: ympyrämäisesti ja pienillä muodon rikkomisilla, jotta jalat näyttäivät aidoilta.



Kuva 32. Jalkojen mallinnus (Joonas Toivonen).

Kun jalat on tehty, jalkateriä voi alkaa mallintamaan. Aluksi pitää saada jalkaterien perusmuoto. Se tehdään yhdistämällä kaksi kuutiota yhteen ja muokkaamalla niitä hiukan jalkaterien muotoon.

Seuraavaksi pidennetään osaa, jossa varpaat ovat. Koska miniatyyri tulee käyttämään kenkiä, ei varpaita tarvitse mallintaa, vaan ainoastaan varpaiden yhtenäisen muoto.



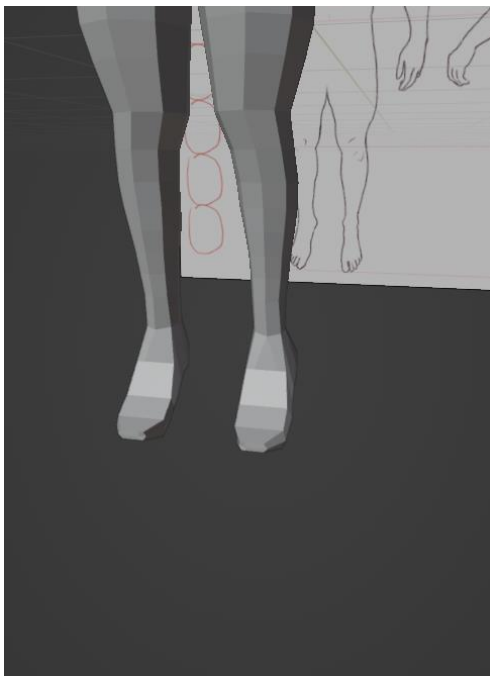
Kuva 33. Jalkaterien perusmuodon mallinnus (Joonas Toivonen).

Lopuksi pitää poistaa terävät kulmat jaloista ja tehdä luonnollisemman näköisiä muotoja jalkoihin.



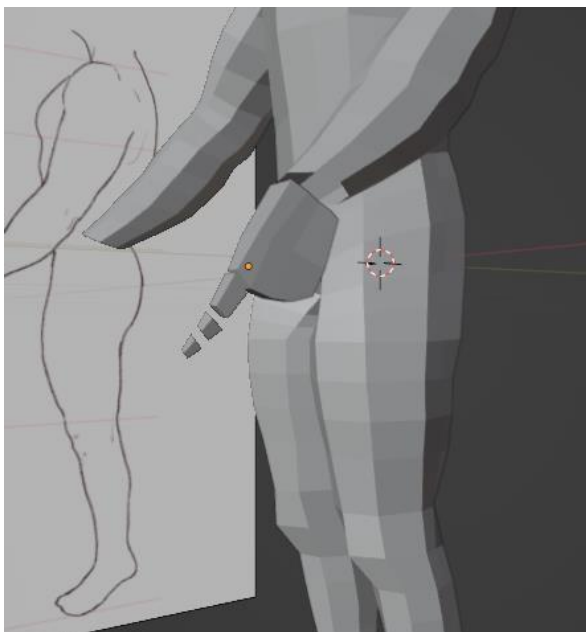
Kuva 34. Jalkaterien mallinnus (Joonas Toivonen).

Sitten jalkaterä liitetään osaksi kehoa. Koska kehoon on käytetty Mirror-työkalua, jalkaterä peilautuu automaattisesti myös kehon toiselle puolelle.



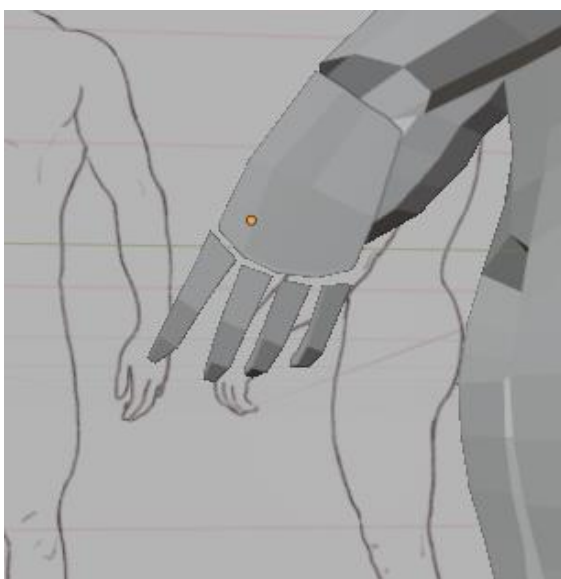
Kuva 35. Jalkaterien liittäminen jalkoihin (Joonas Toivonen).

Käsien mallintaminen aloitetaan tuomalla kuutio käden paikalle. Kuutiota pitää muovata hiukan, että se alkaa muistuttaa käden muotoa. Sormet tehdään laittamalla kolme kuutiota jonoon ja venyttämällä niitä hiukan sormen muotoon. Kun kuutiota yhdistetään, niin niiden väliin muodostuu jänteet.



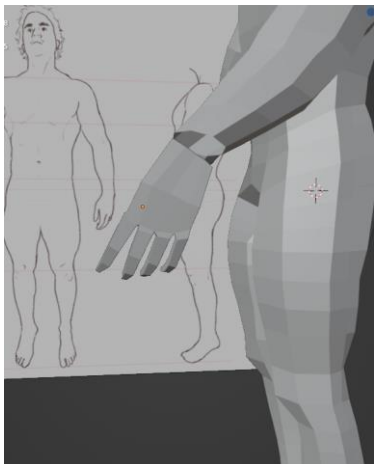
Kuva 36. Etusormen mallinnus (Joonas Toivonen).

Sormen muodot pitää yhdistää toisiinsa, jonka jälkeen sormen voi kopioida kolmesti, ja suurentaa tai pienentää kopiota riippuen siitä, että mikä sormi on kyseessä.



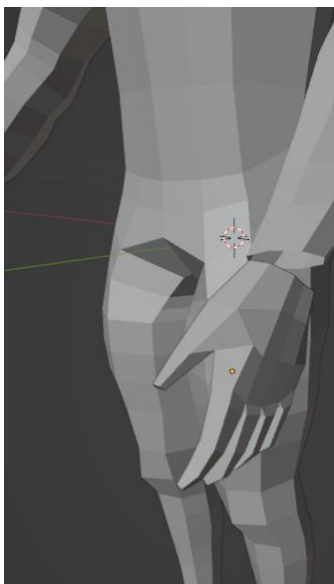
Kuva 37. Neljän sormen mallinnus (Joonas Toivonen).

Kun sormet ovat tehty, ne liitetään käteen.



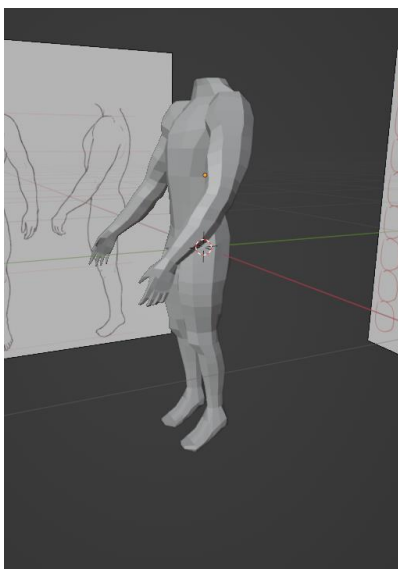
Kuva 38. Sormien liittäminen kämmeniin (Joonas Toivonen).

Peukalo tehdään hyvin samaan tapaan kuin muut sormet, mutta se tehdään vain kahdesta kuutiosta, joita venytetään vähän. Tämä johtuu siitä, että peukalossa on vain yksi jänne. Tämä sormi liitetään käteen peukalon kohdalle.



Kuva 39. Peukalon mallinnus (Joonas Toivonen).

Kun käsi on valmis, se liitetään osaksi kehoa ja se saa samalla Mirror-työkalun käsittelyn, joka tekee siitä kopion kehon toiselle puolelle.



Kuva 40. Kämmenten liittäminen käsiin (Joonas Toivonen).

Valmiiseen kehoon lisätään pää, joka on juuri oikealla paikalla, koska osat oli aseteltu referenssikuvien mukaisesti. Keho viimeistellään tasoittamalla pinnat Subdivision modifier -työkalulla.



Kuva 41. Valmis aihio (Joonas Toivonen).

Aihio on nyt valmis. Aihiossa ei kuulu olla mitään varsinaisia yksityiskohtia, vaan ainoastaan kehon perusmuodot, joita voi lähteä muokkaamaan jokaista eri mi-
niatyyriprosessia varten. Aihion olemassaolo helpottaa ja nopeuttaa tulevaisuu-
den projekteja suuresti.

2.2.6 Vaatteiden mallinnus

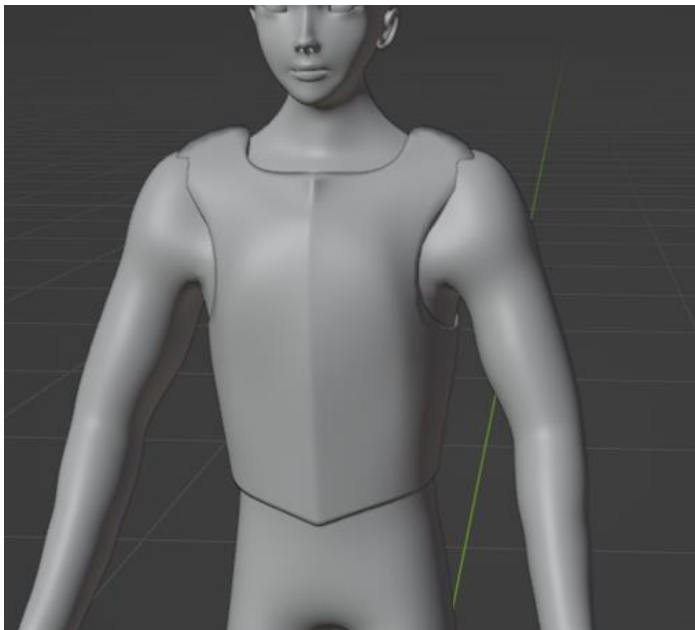
Kun aihio on valmis, voidaan aloittaa vaatteiden ja muiden yksityiskohtien mallinnus. Ensimmäinen vaate on aluspaita. Aluspaidan tarkoitus on paksuntaa käsiä ja hartioita, jotta miniatyyri näyttäisi hiukan lihaksikkaammalta. Olkapäät tulevat peittoon, joten niitä ei tarvitse peittää täydellisesti.

Paidan tekeminen toimii siten, että valitaan miniatyyristä alue, joka halutaan peittää. Tämä alue kopioidaan. Kopio asetetaan samalle kohdalle kuin alkuperäinen muoto. Muotoa voidaan paksuntaa ja tuoda uusi muoto paremmin näkyviin käyttämällä Solidify-työkalua. Koska tämän prosessin jälkeen paita on täysin kiinni pohjassa, se ei tuota ongelmia tulostamisessa. Paita on kehon mukaan muovautuva, joten sitä ei tarvitse erikseen muokata, vaan se korostaa kehon muotoja.



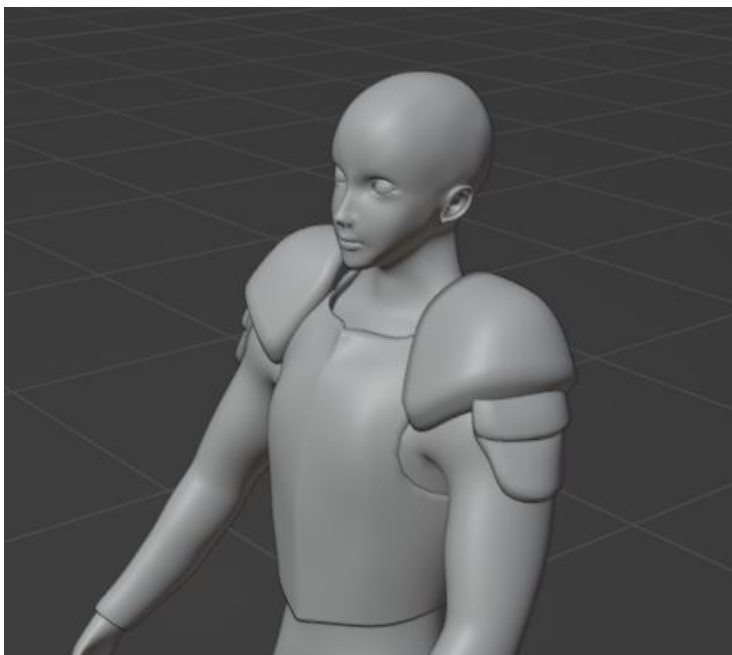
Kuva 42. Aluspaidan mallinnus (Joonas Toivonen).

Seuraavaksi tehdään rintapanssari, joka tehdään samalla tavalla kuin aluspaita, mutta muokataan rintapanssarin muoto metallisen näköiseksi: panssarissa pitää olla teräviä kulmia ja eikä siinä saa olla ylimääräisiä muotoja.



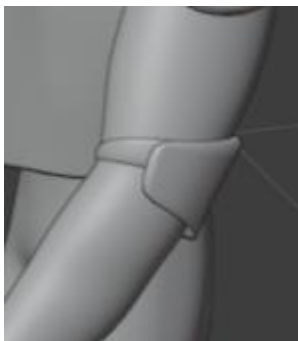
Kuva 43. Rintapanssarin mallinnus (Joonas Toivonen).

Seuraava osa eli olkapääsuoja koostuu kahdesta osasta: isosta olkapäätä suojaavasta osasta ja pienemmästä hauista suojaavasta osuudesta. Kun suoja on saatu valmiiksi, se voidaan kopioida toiselle puolelle Mirror-työkalun avulla.



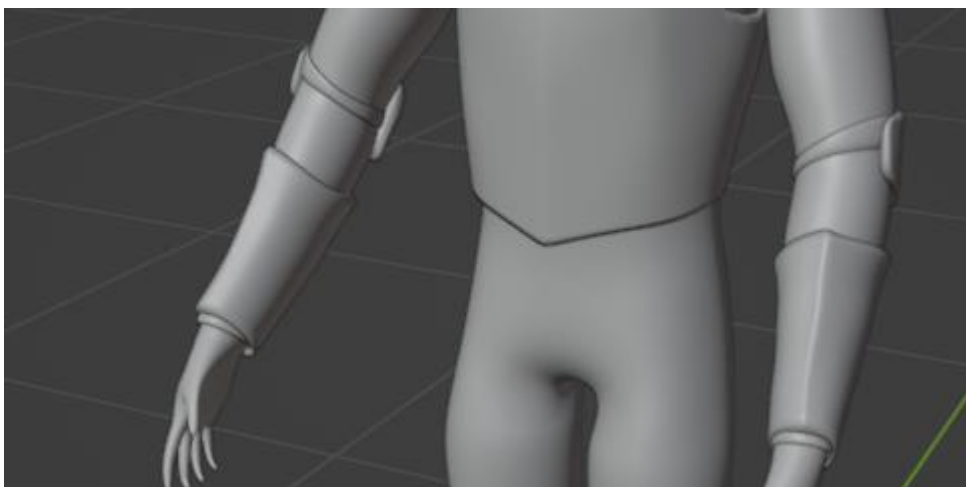
Kuva 44. Olkapääsuojien mallinnus (Joonas Toivonen).

Kyynärpääsuojan kiristysnauha tehdään samalla tavalla kuin olkapääsuoja, eli nauha tehdään vetämällä pieni kappale suojan toisesta päästä toiseen. Suojan ja nauha kopioidaan toiselle puolelle.



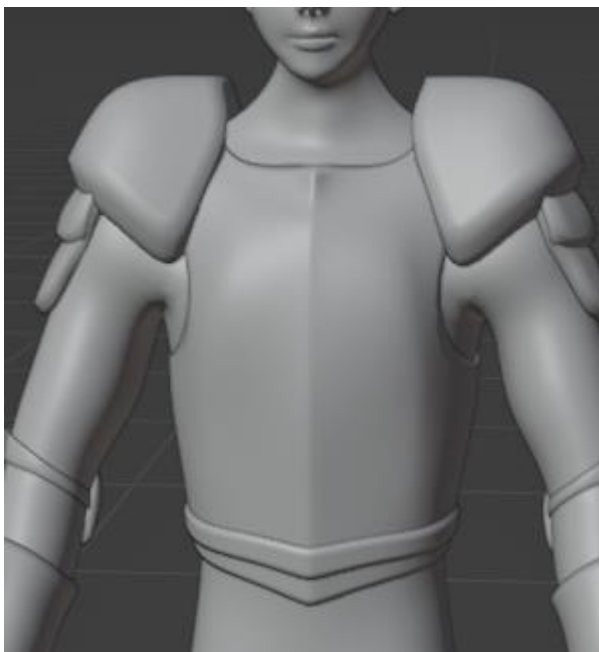
Kuva 45. Kyynärpääsuojan mallinnus (Joonas Toivonen).

Sitten tehdään rannesuojat. Ne tehdään samalla tavalla kuin aluspaita, paitsi että alueeksi valitaan käsivarsi, suojasta tehdään suora ja sille annetaan teräviä kulmia. Suojiin myös käytetään Mirror-työkalua kopiomaan se hahmon toiselle puolelle.



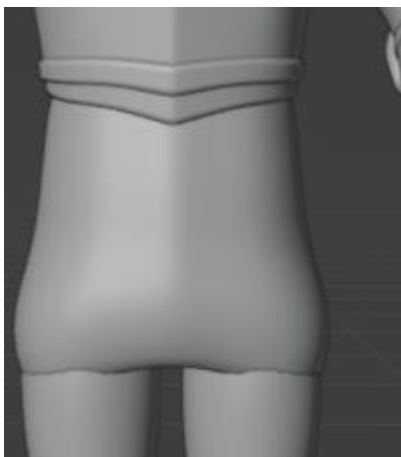
Kuva 46. Rannesuojien mallinnus (Joonas Toivonen).

Lopuksi lisätään vielä pieni yksityiskohta rintapanssariin, jotta siitä saadaan paremman näköinen.



Kuva 47. Rintapanssarin lisämuotojen mallinnus (Joonas Toivonen).

Tehdään suojaava hame, joka tulee housujen päälle. Tämä tehdään ottamalla lantiota ympäröivä muoto ja venyttämällä sitä alaspäin, kunnes saadaan hame. Hametta pitää myös laajentaa Solidify-työkalulla, jotta se on mahdollista tulostaa.



Kuva 48. Hameen mallinnus (Joonas Toivonen).

Hameen jälkeen tehdään housut. Housujen päätarkoitus on tehdä jaloista paksumman näköiset.



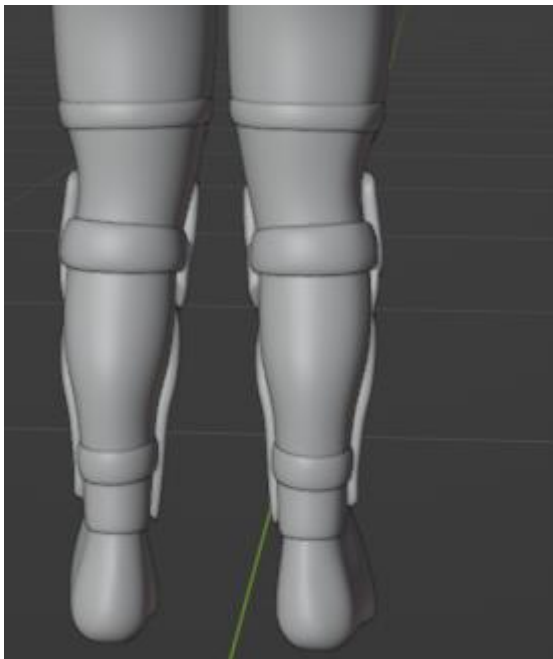
Kuva 49. Housujen mallinnus (Joonas Toivonen).

Housujen päälle tulee polvi ja nilkka suojat ne tehdään saman lailla kuin käsien suojat Mirror-työkalua käyttäen.



Kuva 50. Polvien ja nilkkasuojien mallinnus (Joonas Toivonen).

Suojille annetaan vielä kiristys nauhat.



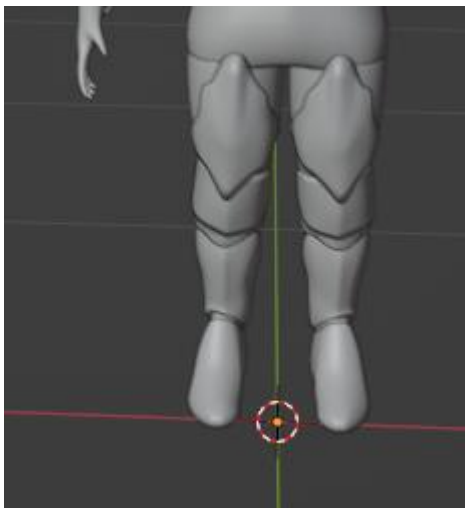
Kuva 51. Kiristysnauhojen mallinnus (Joonas Toivonen).

Tehdään vielä lantiolle suojat samalla metodilla kuin hauissuojat.



Kuva 52. Lantiosuojien mallinnus (Joonas Toivonen).

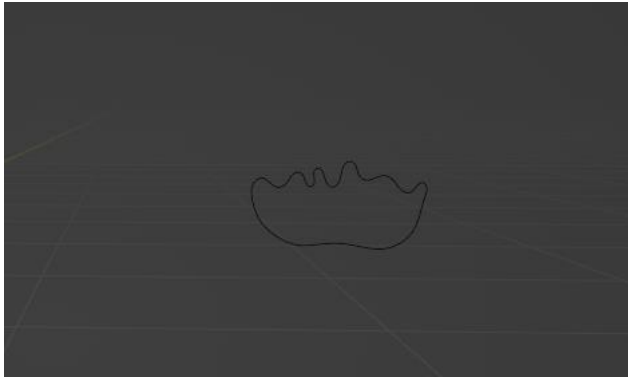
Lopuksi tehdään kengät. Niihin otetaan muoto suoraan jaloista, niistä tehdään vain terävät.



Kuva 53. Kenkien mallinnus (Joonas Toivonen).

2.2.7 Hiusten mallinnus

Hiusten mallintamista varten mallinnusalueelle tuodaan ympyrän ja suoran muotoiseen kappaleet. Ympyrä merkitään määrittelemään suoran muodon. Kun ympyrä muokataan suoraksi, muoto muuttuu ja siitä voi tehdä möykkyisen, jolloin se muistuttaa hiuksien muotoja.



Kuva 54. Hiusten halkaistu muoto (Joonas Toivonen).

Tästä suorasta otetaan kopio ja se asetetaan pään päälle. Tämän jälkeen suorasta otetaan kopio ja kopiot asetallaan päähän, kunnes ne näyttävät hiuksilta.

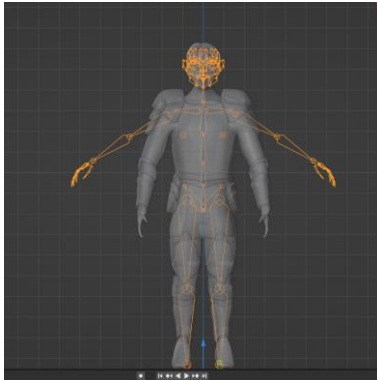


Kuva 55. Hiusten mallinnus (Joonas Toivonen).

Miniatyyrin mallinnus on nyt valmis.

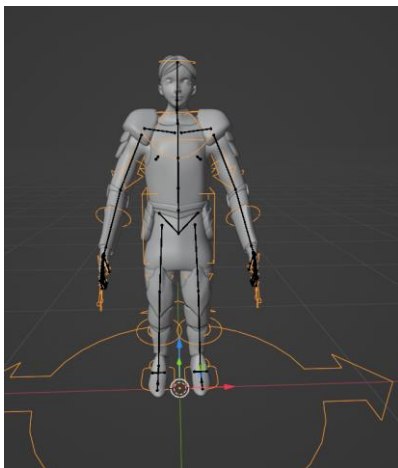
2.3 Miniatyyrin asennon muokkaaminen eli Wrigging

Wrigging tarkoittaa sitä, että miniatyyrille luodaan luuranko, jonka avulla sen asentoa voidaan muokata. Wrigg-työkalu laskee etäisyydet mesh-verkkoihin ja pitää niiden etäisyyden luurangosta samana. Kun luurangon asentoa muutetaan, myös mesh-verkon asento muuttuu, eli miniatyyri liikkuu. Koska Blender-mallin-
 nusohjelmassa on valmiina ihmiskehoa varten tehty Wrigg-työkalu, on luurangon tekeminen helppoa: se täytyy vain asettaa miniatyyrin sisään.



Kuva 56. Wriggin tuominen mallinnus alueelle (Joonas Toivonen).

Jotta miniatyyrin liikuttelu näyttäisi hyvältä, täytyy Wriggin asettamisessa miniatyyrin sisään olla tarkka, että luuranko menee juuri oikein kaiken keskelle.



Kuva 57. Wriggaus valmis (Joonas Toivonen).

Kun luuranko on asetettu miniatyyrin sisälle, sitä voidaan liikuttaa: nyt wriggaus on valmista.

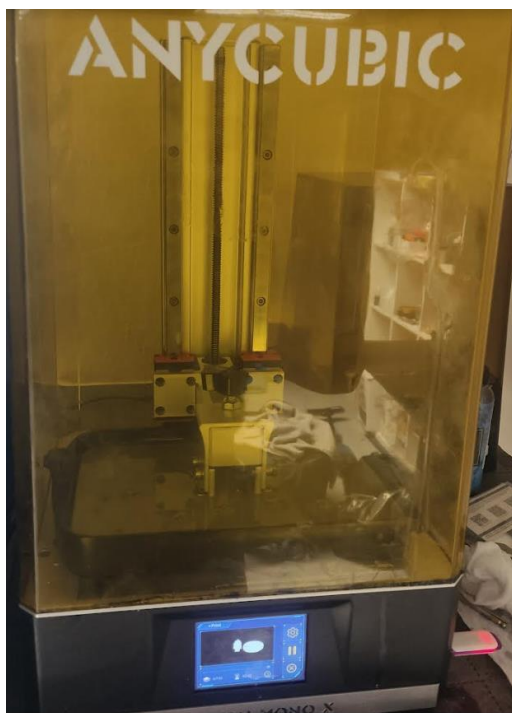
3 3D-TULOSTUS

3.1 3D-tulostimen valitseminen

Ensimmäinen asia mitä pitää miettiä tulostimen valinnassa on, että kummanlainen tulostin on parempi miniatyyrin tulostamista varten, resin-tulostin vai filamenttitulostin. Ben Wilson sanoo Windows Central -internetsivuilla, että filamenttitulostin on parempi ison skaalan tulostuksiin kuin cosplay-tavaroihin, ja että resin-tulostin on paras miniatyyreihin (kuten lautapeliukkoihin), joissa on paljon yksityiskohtia. Työhön valittiin siksi resin-tulostin.

Resin-tulostin toimii niin, että pieni tankki täytetään nestemäisellä UV-resinillä. Tämän jälkeen pieni laatta laskeutuu tankkiin ja kovettaa kerros kerrokselta resinestettä ampumalla UV-valoa siihen. Tätä toistetaan, eli kovetetaan uusi kerros uudestaan ja uudestaan, kunnes miniatyyri on saatu kokonaan tulostettua.

Tulostimeksi valitaan Anycubic Photon Mono X. Anycuben nettisivuilla sanotaan, että sen resin-printterit soveltuvat juuri miniatyyrien tekemiseen. Printteri täyttää hyvin työltä vaaditut kriteerit.



Kuva 58. Käytetty 3D-tulostin (Joonas Toivonen).

3.2 Chitubox

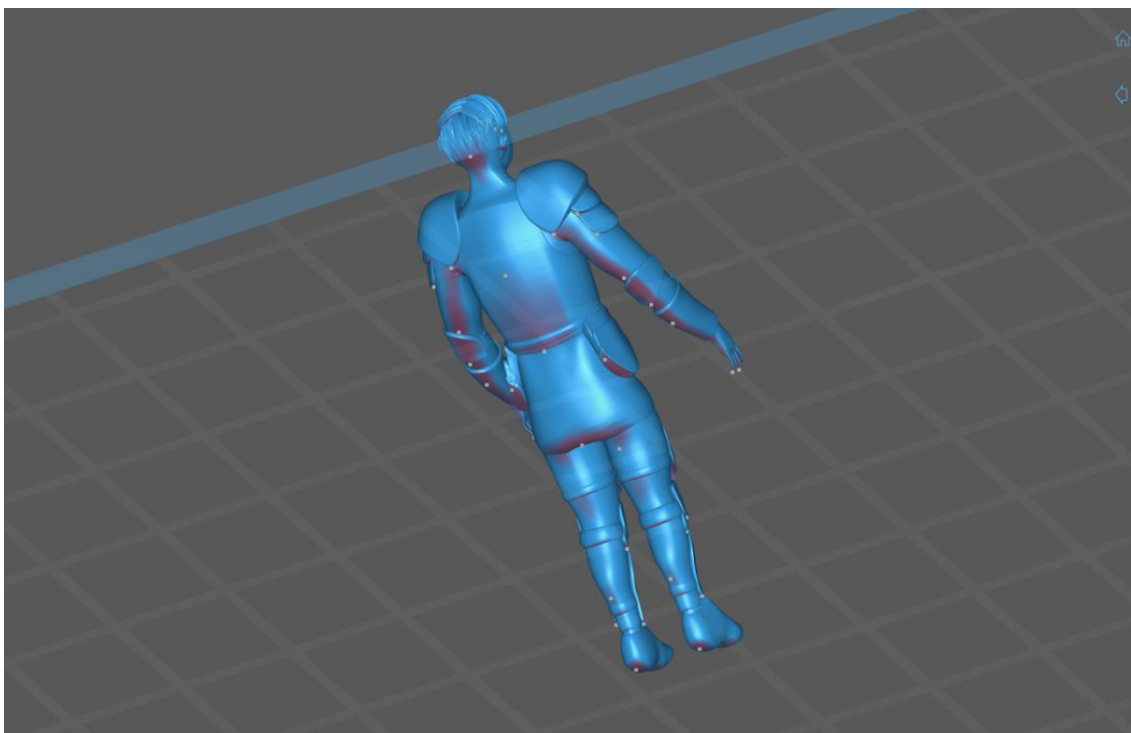
Chitubox on työkalu, joka on tehty 3D-printtauksen valmistelua varten. Koska Blender ei tee valmiita mallinnuksia tulostuksia varten, pitää ne tuoda ensin Chitubox sovellukseen. Chituboxin avulla pystytään tarkistamaan, että miniatyyri on kelvollinen tulostusta varten. Lisäksi koska Blender ei voi tehdä tiedostoja suoraan tulostusta varten, tarvitaan tähän oma sovelluksensa. Chitubox valittiin, koska se on helppokäyttöinen ja antaa tietoa hyvien tukien tekemisestä.

3.3 Miniatyyrin tekeminen tulostettavaksi

Miniatyyri ei ole tulostusvalmis heti mallinnuksen jälkeen, vaan se vaatii vielä muutaman työvaiheen vaiheen.

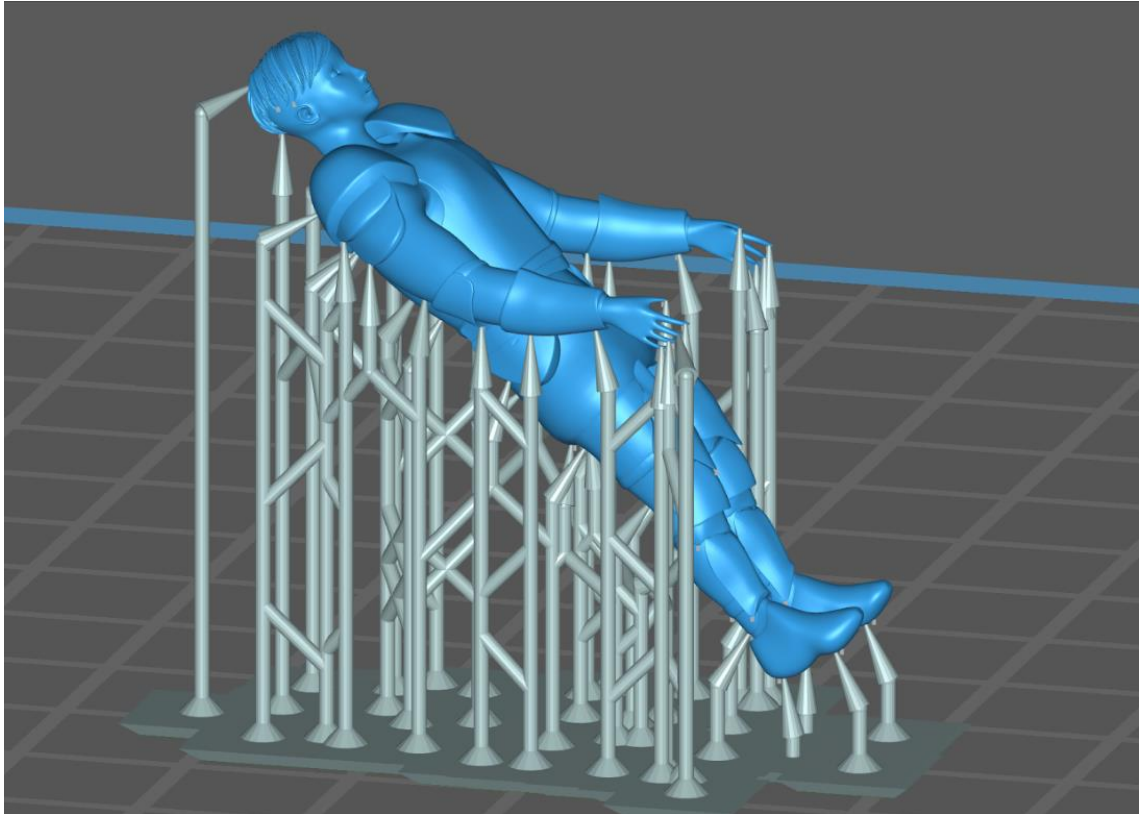
Ennen tiedoston tekemistä pitää tarkistaa, että miniatyyrin kaikki osat ovat yhdessä, eikä ole päällekkäisiä osia. Toistensa päällä olevat mesh-verkot haittaisivat tulosteen tekemistä. Kun on varmistettu, että mallinnus on kelpaava, tiedosto voidaan viedä ulos Blenderistä ja avata sitten Chitubox-ohjelmassa.

Seuraavaksi miniatyyri tarvitsee tukirakenteet. Chitubox näyttää automaattisesti alueet, jotka tarvitsevat eniten tukia värittämällä ne punaiseksi. Aluksi laitetaan miniatyyri sellaiseen asentoon, jossa tukia tarvitaan mahdollisimman vähän, sillä on helpointa tulostamisen näkökulmasta. Esimerkkihahmo asetettiin pieneen kulmaan selkä alaspäin. Selkä alaspäin siksi, että tuet jättävät pienet jäljet, kun ne poistetaan. Jäljet ovat vähemmän näkyvillä, kun ne ovat selkäpuolella.



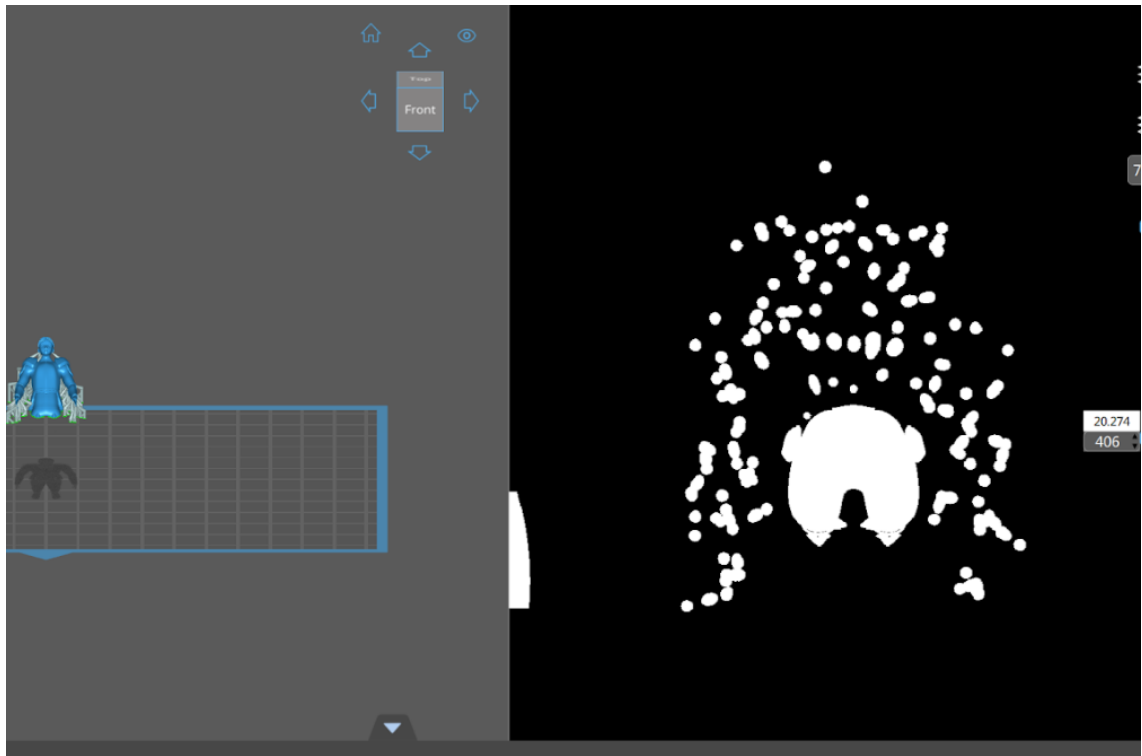
Kuva 59. Miniatyyri Chituboxin ympäristössä (Joonas Toivonen).

Seuravaksi miniatyyriin laitetaan tuet. Tuot tarvitaan siksi, että tulosteen pitää alkaa vaakasuorasta pohjalaatasta, ja miniatyyri tulostetaan ikään kuin kellumaan tukien päälle. Lisäksi miniatyyriissä on kohtia, joiden tulostus ei onnistuisi ilman lisätukia, koska niillä ei olisi tulostuksen aikana ollenkaan tukipisteitä. Tukia ei kannata laittaa liikaa, sillä ne voivat tehdä pieniä jälkiä, kun ne irrotetaan miniatyyristä tulostuksen jälkeen. Tukien oikeaa määrää on vaikea arvioida, ja se riippuu täysin miniatyyristä. Tukia on hyvä laittaa tarpeeksi, jotta tulostus varmasti onnistuu.



Kuva 60. Miniatyyrin tukirakenteet (Joonas Toivonen).

Kun tuet on asetettu, pitää vielä tarkistaa, ettei miniatyyriin jää onttoja kohtia. Tämä olisi ongelma, koska nestemäinen muovi ei kovettuisi, vaan jäisi miniatyyriin sisälle. Miniatyyrin ontouden voi tarkistaa leikkaustyökalulla taso kerrallaan. Tässä miniatyyrissä ei ollut onttoja kohtia.



Kuva 61. Miniatyyrin halkaisukuvien tarkistus (Joonas Toivonen).

Miniatyyri on nyt täysin valmis tulostettavaksi. Chitubox-tiedosto tallennetaan muistitikulle, joka viedään tulostimeen. Tulostimesta valitaan kyseinen tiedosto ja laitetaan se tulostumaan.

3.4 Tulostusvaihe

Tässä työssä tulostuksen korkeudeksi valittiin 5 cm. Koko valittiin sen perusteella, että se olisi tarpeeksi iso, jotta yksityiskohdat näkyvät, mutta että tulostus ei kestäisi kovinkaan kauan. Tulostuksen kesto oli 2 tuntia ja 5 minuuttia.



Kuva 62. Miniatyyri tulostuksen jälkeen (Joonas Toivonen).

Kun tulostus on valmis, pitää kappale vielä pudistaa alkoholissa, jotta epäpuhtaudet katoavat ja miniatyyri saa hyvän pinnan. Puhdistuksen jälkeen tulostus on valmis. Puhdistus kesti 12 minuuttia.



Kuva 63. Puhdistettu miniatyyri (Joonas Toivonen).

4 MAALAUUS

4.1 Maalauksen tarkoitus

Koska prosessin tekemä miniatyyri on tarkoitettu myyntiä varten, se on hyvä maalata. Harmaa miniatyyri ei ole silmäänpistävä, mutta maalattu miniatyyri näyttää heti paremmalta. Taitava maalari osaa korostaa miniatyyrin muotoja.

4.2 Pohjamaalaus

Miniatyyri pohjamaalataan, koska sen pinta ei ole kovin hyvä akryylimaalille. Ilman pohjamaalia on riski, että pidemmällä aikavälillä maalit alkaisivat kulua ja irrota pinnasta. Pohjamaali tarttuu miniatyyrin pintaan lujemmin, ja näin se luo hyvän maalipinnan tuleville maalikerroksille. Pohjamaali peittyy maalausprosessissa kokonaan. Pohjamaalia on kaksi kerrosta: Aluksi musta pinta, joka peittää miniatyyrin täysin. Sitten valkoinen pinta, joka peittää vain ylimmät pinnat. Näin varjot jäävät mustiksi ja valoiset pinnat valkoisiksi.



Kuva 64. Pohjamaalattu miniatyyri (Joonas Toivonen).

4.3 Pinnan maalaus

Kun pohjamaalaus on valmis, voidaan pinnat maalata varsinaisilla väreillä.



Kuva 65. Valmis miniatyyri (Joonas Toivonen).

Maalauksen jälkeen miniatyyri on valmis.

5 POHDINTA

Projektin aikana ilmeni paljon asioita, jotka kannattaa ottaa huomioon tulevaisuudessa.

Suurin osa miniatyyrin sormista katkesi, ja lopullisessa miniatyyrissa on vain peukalot ja etusormet. Katkeaminen johtui siitä, että sormet ovat ohuita ja hauraita. Tämän voisi korjata laittamalla kädet nyrkkiin, jolloin sormet saisivat toisistaan tukipisteen. Toinen tapa parantaa sormien kestävyyttä olisi asettaa miniatyyrille jotakin käteen. Esineestä sormet saisivat hyvän tukipisteen. Käsien kokoa voisi myös kasvattaa huomattavan paljon ilman, että ne näyttäisivät oudolta.

Hiuksista tuli liian yksityiskohtaiset. Tämä saa hiukset sulautumaan toisiinsa ja näyttämään huonolta. Tulevaisuudessa voitaisiin tehdä hiuksista isompia ja vähentää yksityiskohtia. Tämä ei ole yhtä realistista kuin tässä työssä tehty, mutta hyvin todennäköisesti tulos olisi paremman näköinen. Lisäksi hiusten ja pään rajaa tarvitsisi selkeyttää sivuilta, koska miniatyyrin hiukset ja pää sulautuivat nyt toisiinsa, ja oli vaikea erottaa, että missä kohdassa raja oikeasti on.

Monia yksityiskohtia voisi myös liioitella, että ne näkyisivät paremmin. Esimerkiksi silmät, korvat ja nenä olivat niin pieniä, että niiden yksityiskohdat eivät tule kovin hyvin esiin. Yksityiskohtien liioitteleminen tekee lopputuloksesta tyyliä näköisen. Realistinen miniatyyri on helposti tylsä, mutta tyyliä näköisenä saa näyttävämmän näköisen.

Seuraavissa projekteissa voitaisiin myös asettaa miniatyyri uusiin asentoihin käyttäen Wrigging-työkalun avulla. Tämä jäi aikarajoitusten takia pois. Nyt tehty miniatyyri seisoo hyvin tylsässä asennossa, ja asennon muuttaminen tekisi siitä mielenkiintoisemman.

Miniatyyrille voisi myös tehdä myös esimerkiksi aseita tai kilven. Aseita voisi tuostaa erikseen ja liimata miniatyyriin jälkepäin. Tämä helpottaisi aseita tekemistä ja mahdollistaisi sen, että aseita voisi olla erilaisia, joista asiakas voi valita mieleisensä.

Tukia voisi käyttää tulevaisuudessa vähemmän, sillä niiden tekemien jälkien puhdistuksessa meni aikaa. Miniatyyri ei luultavasti tarvitse niin paljon tukia kuin sille annettiin.

Kokonaisuutena voisi sanoa, että projekti onnistui hyvin. Valmis miniatyyri tuskin menee myytäväksi, mutta se toimii suurena apuna tulevaisuuden prosessin parantamista varten.

LÄHTEET

Blender foundation. The Freedom to Create. Viitattu 04.06.2023.
<https://www.blender.org/about/>

Blender art. 7.1.2022. References Free Download. Patreon. Viitattu 04.06.2023.
https://www.patreon.com/posts/references-free-60842916?utm_medium=clipboard_copy&utm_source=copy_to_clipboard&utm_campaign=postshare

Tiigimägi, S. n.d. Mikä on polygoniverkko ja miten sitä muokataan? 3D Studio.co. Viitattu 04.06.2023. <https://3dstudio.co/fi/polygon-mesh/>

Blender foundation. Free Software Never Looked This Awesome. Viitattu 04.06.2023. <https://www.blender.org/features/>

ANYCUBIC. RESIN 3D PRINTERS. Viitattu 04.06.2023. <https://www.anycubic.com/>

Wilson, B. Resin or filament 3D printing: Which is best for you? Windows Central. Viitattu 04.06.2023. <https://www.windowscentral.com/resin-or-filament-3d-printing-which-best-you>

CHITUBOX. A powerful and easy way to prepare for SLA/DLP/LCD 3D printing. Viitattu 04.06.2023. <https://www.chitubox.com/en/index>