

Timo Kettula ja Kimmo Rantanen

3D-MALLINTAMINEN  
VIRTUAALISTUDIOTEKNIKALLA  
Päämajapatsaan mallintaminen

Opinnäytetyö  
Tietojenkäsittely

Marraskuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  <b>3. joulukuuta 2010</b>				
<b>Tekijä(t)</b> Timo Kettula ja Kimmo Rantanen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> <b>Tietojenkäsittely</b>				
<b>Nimeke</b> 3D-mallintaminen virtuaalitudiotekniikalla					
<b>Tiivistelmä</b>  Työn tavoitteena oli selvittää pienen ja keskisuuren mallin mallinnus virtuaalitudiotekniikalla niin, että käytössä on vain digitaalikamera, kuvankäsittelyohjelma sekä 3D-mallinnusohjelma. Selvityksessä käytimme apuna teoriaa perehtymällä eri mallinnustekniikoihin sekä käyttämällä omia kokemuksia ja visioita. Tulevaisuudennäkymiä katsoen oli tarkoitus testata kuinka tarkaksi malli voidaan mallintaa virtuaalitudiotekniikalla. Tutkimme myös minkälaiseen mallintamiseen tekniikka soveltuu. Käytännön työssä käytimme kuvien ottamiseen digitaalijärjestelmäkameraa. Kuvien muokkauksen mallintamiseen sopivaksi teimme Adobe Photoshop -kuvankäsittelyohjelmalla. Mallinnusohjelmana käytimme 3ds Max -ohjelmaa.  Tutkimus osoitti, että virtuaalitudiotekniikka on hyvä mallinnuskeino tehtäessä yksinkertaisia mallinnuksia. Haastavammissa malleissa, kuten ihmishahmoa mallintaessa, tämä tekniikka ei osoittautunut riittävän tarkaksi. Lisäksi ihmishahmon mallinnuksessa tekniikka on todella työläs. Virtuaalitudiotekniikan suurimpana heikkoutena totesimme ongelmat riittävän tarkkojen valokuvien ottamisessa. Varsinkin ulkotiloissa olevan kohteen mallintamisessa kuviin tulee helposti vääristymiä kuvakulmista sekä valaistuksesta johtuen.  Tulevaisuudessa erilaiset 3D-laserskannerit tulevat todennäköisesti korvaamaan tämän tekniikan. 3D-skannereilla mallinnus tulee helpottamaan ja tekemään mallintamisesta huomattavasti nopeampaa. Tämä kuitenkin vaatii vielä skannerien kehittymistä ja niiden hintojen laskemista. Toistaiseksi mallintaminen tehdään suurimmaksi osaksi vielä manuaalisesti.					
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> 3ds Max, Photoshop, digitaalikamera, 3D mallintaminen, virtuaalitudiotekniikka					
<b>Sivumäärä</b> 36	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b></td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	<b>URN</b>	Suomi	
<b>Kieli</b>	<b>URN</b>				
Suomi					
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>					
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Jukka Selin	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Mikkelin ammattikorkeakoulu				

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b> 3 December 2010
<b>Author(s)</b> Timo Kettula and Kimmo Rantanen		<b>Degree programme and option</b> Business information technology
<b>Name of the bachelor's thesis</b> 3D modeling with virtual studio technology		
<b>Abstract</b> <p>The objective of this project was to study the making of a small and medium-sized model for the modeling with virtual studio technology. We were using only a digital camera, imaging software, and 3D modeling software. In the theory of the study we involved different modeling techniques and our own experiences and visions. The aim was to test how accurately the model could be modeled by using virtual studio technology. We also examined for what kind of modeling this technique would be suitable. In the practical part we took pictures with a digital SLR camera. The editing of images to fit the modeling we did with the Adobe Photoshop image editing software. We used the program called 3ds Max for modeling software.</p> <p>The study showed that the virtual studio technology was a good way for simple modeling. For challenging models, such as human figures as models, this technique turned out to be not accurate enough. In addition, the human figure modeling technique was very laborious. As the main weakness of virtual studio technology we saw the problems to take sufficiently accurate photos. When modeling from outdoor images the distortions, angles and lightning comes with problems.</p> <p>In the future, different 3D laser scanners are likely to compensate for this technology. 3D modeling scanners will facilitate the work and make the modeling much faster. However this requires the development of scanners and lower prices. So far, the modeling is still made mostly manually.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>		
<b>Pages</b> 36	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Jukka Selin		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Mikkeli University of Applied Sciences

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	ERILAISIA MALLINNUSTYÖKALUJA JA TEKNIKOITA.....	2
3	MALLINTAMISEN VAIHEITA .....	6
4	MALLINNUS- JA KUVANKÄSITTELY OHJELMAT .....	12
5	PÄÄMAJAPATSAS .....	14
6	KÄYTÄNNÖN MALLINTAMINEN .....	15
7	PÄÄTÄNTÖ .....	35
8	LÄHTEET .....	37
	LIITE	

## 1 JOHDANTO

Tehtävänäme on mallintaa marsalkka Mannerheimin näköispatsas, joka sijaitsee Mikkelissä Hallitustorilla. Alkuperäinen patsaan sijainti oli Suur-Savon aukio. Patsaan on rakentanut pronssista vuonna 1967 Kalervo Kallio. 3D-animaation luomiseen käytämme mallinnuksessa ohjelmaa 3ds Max. Toimeksiantajanamme on Mikkelin Ammattikorkeakoulun Viva3-hanke, joka on mallintanut myös Mikkelissä sijaitsevan Mannerheimin junavaunun.

Opinnäytetyn tutkimusongelmana keskityimme selvittämään 3-D mallintamista virtuaalitudiotekniikalla. Pyrimme myös tutkimaan, mitkä tekijät vaikuttavat patsaan näköisyyteen, eritoten kasvojen alueelta. Opinnäytetyöstä oli tarkoitus tehdä tarkka ohjeistus, jonka pohjalta on mahdollista rakentaa malli virtuaalitudiotekniikalla.

Mannerheimin patsasta mallintaessa ensimmäinen vaihe oli ottaa patsaasta hyvät, selkeät ja käytettävät kuvat. Kuvat piti ottaa vasemmalta, oikealta, edestä, takaa ja ylhäältä.

Ikäväksemme huomasimme, että patsasta oli siirretty torin rakennustöiden takia. Kuvaushetkellä patsas sijaitti torin laidalla puiden välissä. Patsaan siirrosta koitui työn kuvaamiseen ja mallintamiseen ongelmia. Lisäksi ongelmana oli patsaan suuri koko, sillä patsaan korkeus on 390cm.

Mallinnus oli tarkoitus tehdä käyttämällä apuna digitaalikameraa, kuvankäsittelyohjelmaa sekä mallinnusohjelmaa. Opinnäytetyön aloitimme patsaasta otetuilla kuvilla, jotka muokkasimme kuvankäsittelyohjelmassa. Tämän jälkeen siirsimme ne 3D-mallinnusohjelmaan. Mallinsimme Mannerheimin patsaan ja keskityimme eritoten kasvojen luomiseen ja vaikuttaviin tekijöihin, jotka tekevät mallista juuri oman näköisensä.

Mallintamisen eri vaiheista teimme opastuskuvia ja kerrontaa mitä milläkin saralla on tehty. Lisäksi puutuimme matkalla kohtaamiimme ongelmiin ja perehdyimme erilaisiin kehitysmahdollisuuksiin. Tekemiemme ohjeiden perusteella pitäisi olla mahdollista luoda keskisuuri mallinnus yleisillä mallinnus- ja kuvankäsittelyohjelmilla.

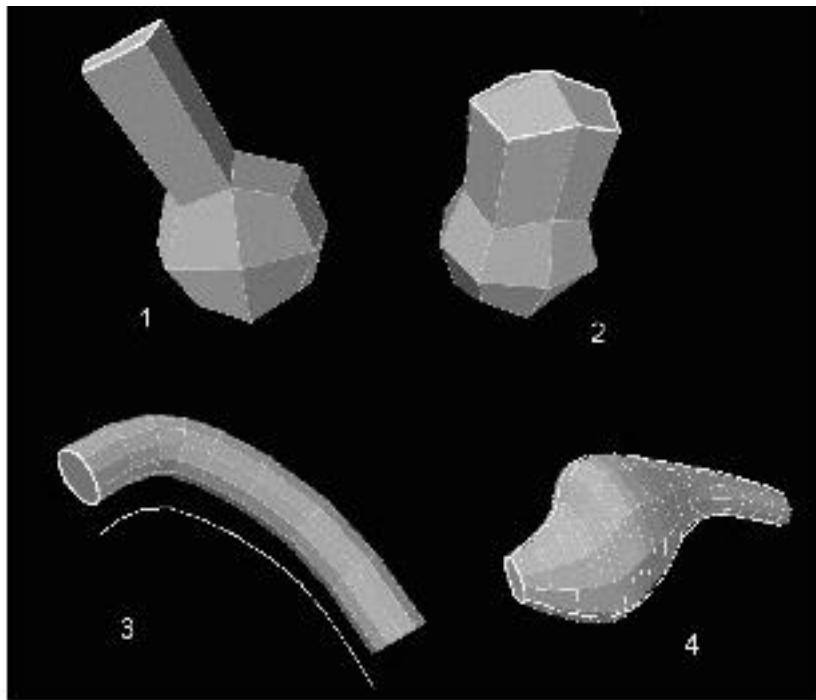
Digitaalikameroita sekä mallinnus- ja kuvankäsittelyohjelmia on monenlaisia. Päätimme käyttää työssämme Olympus E400 -digitaalijärjestelmäkameraa, jalustaa, Adobe Photoshop CS4 kuvankäsittelyohjelmaa ja Autodeskin 3ds Max 2010 -mallinnusohjelmaa.

## 2 ERILAISIA MALLINNUSTYÖKALUJA JA TEKNIIKOITA

3D-mallinnusohjelmissa on yleensä hyvin samantyyllisiä työkaluja mallintamista varten. Seuraavassa luvussa käsittelemme muutamia hyödyllisiä toimintotyökaluja sekä tekniikoita, joita soveltamalla mallista saa muokattua halutun muotoisen ja kokoisen.

### *Extrude*

*Extrude* perustuu polygonin tai polygonitasojen liikuttamiseen. *Extrude*-toiminnolla valittua aluetta liikutetaan käyttäjän määrittämään etäisyyteen ja suuntaan. Liikutettaessa polygonit eivät veny, vaan syntyy uusi polygoni/polygoneja vanhan jatkoksi. Polygoneja voidaan siis muokata *extrude*-toiminnolla yksittäisinä tai kokonaisissa ryhmissä. (Brilliant 2002, 19, kuva 1.)

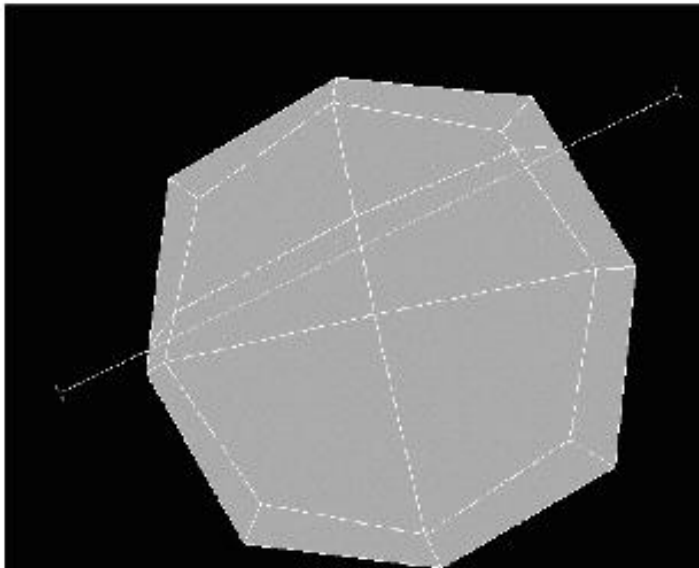


**KUVA 1. Extrude**

Kuvassa 1 esitellään objektin jatkamista *extrude*-toiminnolla. Kohdassa 1 on jatkettu yhtä polygonia ylöspäin. Kohdassa 2 sama on tehty kahdelle polygonille. Kohdassa 3 on *extrude*-toimintoa käytetty *cylinder*-objektille. Mutkan aikaansaamiseksi kuvaan on myös käytetty *rotate*-työkalua kääntämällä yhden *extruden* jälkeen polygonia hieman haluttuun suuntaan, jonka jälkeen on tehty uusi *extrude* ja taas käännetty ja niin edelleen. Kohdassa 4 on valittu *cylinder*-objektin toisen sivun päätypolygoni. Polygonia on lähdetty jatkamaan *extrude*-toiminnolla. Muotojen aikaan saamiseksi on *extrude*-toiminnon lisäksi käytetty *rotate*- ja *skale* -työkaluja. *Rotate*-työkalulla on tehty tarvittavia kääntämiä ja *skale*-työkalulla on pienennetty tai suurennettu polygoneja.

### *Connect, Split tai Cut*

Tästä työkalusta on monta versiota, mutta pääasiassa sillä jaetaan tai pilkotaan polygoni. Työkalulla voidaan tehdä polygoniin uusia linjoja tai alueita. Joillakin ohjelmilla voidaan leikata niin, että leikattava linja piirtyy näkyviin ennen kuin leikkaus suoritetaan. (Brilliant 2002, 19-20, kuva 2.)

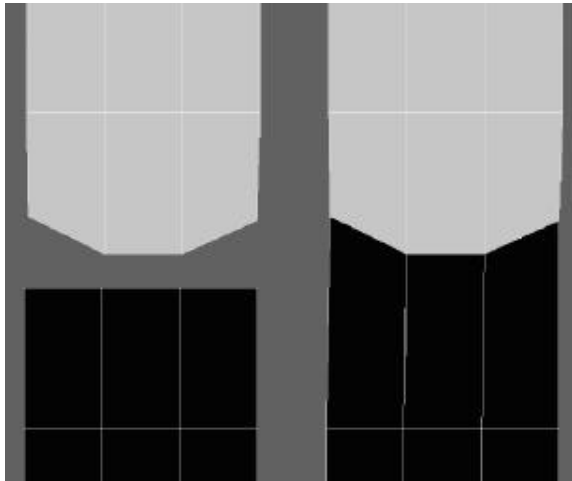


**KUVA 2. Uusia osioita leikkauksen johdosta**

Kuvassa 2 näkyy miten polygonit pystytään jakamaan useampiin osiin käyttämällä leikkaustyökaluja. Leikkaamalla polygoni useampaan osaan syntyy uusia polygoneja. Tämä toiminto on hyvä tapa lisätä malliin yksityiskohtia.

### *Join, Weld ja Merge*

Näillä työkaluilla yhdistetään erillään olevia osia yhteen. Tämä yhdistäminen tehdään yleensä verteksi-tasolla. Kahden kappaleen välillä tulee olla sama määrä verteksejä, jotta yhdistämisessä ei jää reikiä. Kappaleiden oikean yhdistymisen voi tarkistaa renderöinnillä. (Brilliant 2002, 21, kuva 3.)



**KUVA 3. Objektien yhdistäminen**

Kuvassa 3 yhdistetään kaksi eri objektiota. Kummankin objektin päässä on 4 verteksiä. Yhdistettävien objektien risteyskohdassa verteksen määrä tulee olla sama. Yhdistäminen 3ds Maxissa onnistuu esimerkiksi *target weld* -toiminnolla. Ensin valitaan toinen objekti aktiiviseksi ja lisätään myös toinen aktiiviseksi *attach*-toiminnolla. Tämän jälkeen verteksi-tasolle siirryttäessä on mahdollista nähdä molempien objektien verteksit. *Target weld* -työkalulla valitaan yksi verteksi ja toisen objektin vastakkainen verteksi, jolloin verteksit yhdistyvät.

#### *Mirror ja Symmetry funktiot*

Joskus on järkevää tehdä objektista vain puolet, jos toinen puoli on symmetrinen. Siksi on yleistä tehdä puolet mallista ja peilata loput. Koordinaatiksi valitaan x, y tai z suunta ja tarpeen vaatiessa käytetään *flip*-toimintoa peilikuvaa asettaessa. Mallinnusohjelmasta riippuen saattaa olla mahdollista nähdä peilikuva jo mallinnusvaiheessa. Muun muassa 3ds Max tukee kyseistä toimintoa. *Symmetry*-toiminto on toinen variaatio kopioinnissa. *Mirror* ja *symmetry* -toimintojen erona on se, että *symmetry* päivittää kopioitavaa puolta mallintamisen aikana. (Brilliant 2002, 21-22.)

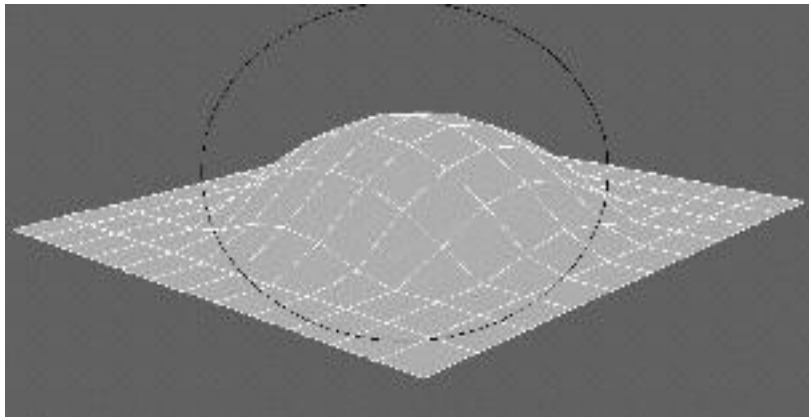
#### *Smooth*



*Smooth* -työkalua käytetään epätasaisten tai särmiikkäiden pintojen tasoittamiseen. Työkalu ei lisää ekstra verteksejä vaan pehmentää muotoja. *Smooth*-toiminto lisätään yleensä vasta viimeisenä, kun mallinnus on muuten valmiiksi tehty. (Brilliant 2002, 23-24.)

#### *Magnet, soft selection ja proportional työkalut*

Nämä työkalut ovat variaatioita pehmeään muotoiluun. *Soft selection* -työkalulla voidaan valita verteksi-alue, jota liikuttaessa verteksit mukautuvat haluttuun pyöristettyyn muotoon. (Brilliant 2002, 22, kuva 4.)



**KUVA 4. Magnet- ja soft selection työkalut**

Kuvassa 4 planen pintaa on nostettu *magnet*-työkalulla. 3ds Max -ohjelmassa saman voi tehdä käyttämällä *soft selection* -työkalua. Siinä valitaan keskimäinen polygoni. Tämän jälkeen määritetään *soft selectionista*, kuinka suurelle alueelle vaikutus kohdistuu ja miten jyrkästi muut polygonit seuraavat liikutettavaa polygonia. Siten kun keskimmäistä polygonia alkaa nostaa, seuraavat muut ympärillä olevat polygonit perässä.

#### *Mallinnustekniikoiden splini- ja polygonimallinnus*

Splini (eng. *spline*) on käyrä viiva, joka kulkee kahden tai useamman verteksin kautta 3D-alueella. Splinissä ei ole tilavuutta, joten se ei näy renderöinnissä. Useamman splinin voi yhdistää, jolloin saadaan muodostettua pinta esimerkiksi *lathe*- tai *extrude*-toiminnoilla. Splinin hyötynä on se, että hyvin pienellä määrällä verteksejä saa tehtyä suuria pehmeitä pintoja. Splini on myös yleensä nopeampi tapa mallintaa, kuin poly-

gonimallinnus. Kuitenkin monimutkaisten muotojen mallinnuksessa splinien hahmottaminen voi olla hankalaa. (Brilliant 2002, 14.)

Suoralla polygoni-mallinnuksella on helppo tehdä kokonainen karkea objekti ja lisätä siihen tarvittaessa tarkemmat yksityiskohdat. Kuvassa 4 olevassa pinnassa yksittäinen neliö on yksi polygoni. Polygoni-mallinnuksessa objekti siis koostuu pienistä polygoneista. Objektia tehtäessä voi valita pysty- ja leveyssegmenttien määrän. Tämä määrittää polygonien määrän. Polygoneja voi myös lisätä jälkeempään. Polygonimallinnuksessa malli muodostetaan erilaisien objektien pohjalta, kuten *box*, *plane* ja *cylinder*. Objekti sisältää aina vähintään yhden polygonin. (Brilliant 2002, 14-15)

Kuinka paljon polygoneja objektissa tulisi olla? Polygonien oikea määrä riippuu mallista. Yleisesti polygoneja tarvitaan niin paljon, että halutun objektin muoto pystytään selkeästi määrittelemään. Kaikkien polygonien pitäisi helpottaa objektin muodon määrittämistä. Mahdollisuuksien mukaan polygoneja voi siis poistaa, kunhan muoto säilyy. (Brilliant 2002, 15.)

### **3 MALLINTAMISEN VAIHEITA**

Seuraavassa luvussa olemme poimineet teoriaa eri mallinnusvaiheista. Ohjeistamme mallin eri osien valmistusta teoriassa.

#### *Virtuaalitudion luominen*

Hahmon mallinnus aloitetaan rakentamalla näyttämö. Käytössä olevien välineiden avulla digitaalikameralla otetut kuvat siirretään kuvankäsittelyohjelmaan. Kuvat muokataan oikean kokoisiksi. Kuvien tulee olla siis samanlaisia. Erona on ainoastaan se, että kuvat ovat edestä, takaa, ylhäältä ja sivulta.

Kuvien pohjien ollessa samankokoisia tulee kuvassa oleva patsas asettaa samalle korkeus- ja leveysasteelle. Mallinnuksen helpottamiseksi on hyvä rajata kohteen ääriviivat sekä tarpeellisia muotoja, jotka käyvät ilmi tarkemmin mallinnuksessamme.

Tämän jälkeen käsitellyt kuvat voidaan siirtää 3ds Maxiin. 3ds Maxiin siirretyille kuville luodaan ensimmäisenä näyttämö *create panelin* avulla. Valitaan *geometry* ja pai-

netaan *plane*-painiketta. Tämän jälkeen venyttämällä *front viewportissa* saadaan aikaan *plane*. *Parameters rolloutista* pystyy muuttamaan pituus- ja leveysasteita tarvittaessa.

*Kun plane* on valmis painetaan M. Valitaan materiaalipohjaksi vasen yläkulma eli *front viewport*. *Blinn basic parameters rolloutista* painetaan *diffuse* päälle. *Material-kansiosta* valitaan *bitmap*. *Bitmapistä* löytää kuvankäsittelyohjelmassa muokkaamasi kuvat. Valitse *front* kuva ensimmäiseen niin sanottuun *slottiin*. Toista tämä sama tehtäessä *slotit* vasemmalta, oikealta sekä ylhäältä.

*Viewportista* paina *show map*. Valitse *assign material*. Tämä toiminta asettaa materiaalin *slotissa*. Lisäksi materiaali pitää jäädyttää paikoilleen, näin materiaali ei liiku vahingossa. Paina hiiren oikeaa painiketta *planen* päällä ja valitse *properties*. *Object properties screenillä* katso, että *freeze* on päällä. Halutessasi voit vielä poistaa kaikki ylimääräiset valotukset lisäämällä *self illuminationia parameter rolloutista*. (Franson ym. 2006, 25-28.)

### *Kengän mallintaminen*

Aikaisemmin tehtyjen *plane* pohjien avulla voidaan helposti valmistaa kengät. Käytämme *box-modelling* -tekniikkaa. Kenkään siis luodaan aluksi laatikko. Valitse *create a box* ja lisää laatikkoon haluamasi mitat. Klikkaa hiiren oikeata painiketta ja valitse *editable poly*. Siirrä laatikko haluamaasi kohtaan *top*, sekä *side viewportteihin*. *Modifier panelista* voit muokata laatikon *edge*-, *vertex*- ja *polygon*-muotoja.

*Polygon edit modesta* valitse kengänkärjen ensimmäinen polygoni ja käytä *extrude*-työkalua muokkaamaan polygonia kengän kärjen malliseksi. Toimi näin jokaisen polygonin kohdalle luodessasi kengän pohjaa. Pohjan ollessa valmis voit lisätä polygoneja kenkään nähden ylöspäin. Aktivoi haluamasi polygonit klikkaamalla niitä. *ctrl+extrude* -toiminnolla saat tämän jälkeen lisää polygoneja haluamasi suuntaan. *Polygon*-, *edge*- ja *vertex* -muotoiluja käyttämällä teet kengästä näköisen. *Scale*-työkalu helpottaa myös muotoilussa. Kengästä saa hienon ja tasaisen lisäämällä *smooth modifierin*. (Franson ym. 2006, 33-34.)

### *Housujen mallintaminen*

Kun kengät ovat valmiit, käytä *scale*-toimintoa kaventamalla kengän suuta. Näin saat kengän erottumaan housuista. Valitse kengän sisällä oleva ”pyöreä” polygoni ja käytä *ctrl+extrudea* jatkaessasi kyseisestä polygonia housua ylöspäin. Jatka samalla tekniikalla lantiolle asti. Aina lisättyäsi polygonin muista käyttää *scale ja extrude* -toimintoa muotoillessasi polygonia oikeanlaiseksi. Lantiolle päästyäsi voit käyttää *verteksi*-tasoa muotoilussa.

Seuraavaksi käytämme *symmetry modifier* -toimintoa toisen jalan kopioimisessa. Helpottaaksesi jalkojen yhdistämistä käytä *slice modifieria* leikataksesi jalan sisäosaa lantion kohdalta. Huomioi kaikki kuvakulmat leikatessasi, jotta leikkauskohta on oikea ja tasainen. Leikkausten jälkeen ensimmäinen ja tärkein asia on mennä *tool paneeliin* ja valita *reset xform*. Tämä asettaa kopion luontaisesti oikeaan kohtaan. *Symmetry modifierista* valitse *x, flip ja mirror*. Tämä sallii sinun siirtää peilikuvaa vaakasuoraan. Kun jalan jäljennös on asetunut saumalleen kohdalleen, voit poistaa *modifierin*. Tämä ei kuitenkaan ole pakollista poistaa. Poisto on kannattavaa ainoastaan jos olet varma, että et joudu enää muokkaamaan housuja. (Franson ym. 2006, 35-38.)

### *Vartalon mallintaminen*

Ensimmäiseksi kannattaa jäädyttää alavartalo, jotta et vahingossa valikoi tai liikuta sitä. Tämä tapahtuu painamalla hiiren oikeaa painiketta alavartalon kohdalla. Valitse *freeze quad* -menusta.

Aloita vartalon valmistus valitsemalla *cylinder*. Valitse *cylinder 14 side ja 18 segments*. *Side ja segment* määrittelevät sylinterin polygonien määrän. Mitä enemmän polygoneja on, sitä yksityiskohtaisemman saat mallista. Polygoneja ei kuitenkaan tarvitse lisätä kohtiin, joiden muotoihin riittää pienempi määrä polygoneja.

Aseta *cylinder* keskelle torsoa. Katso *front- ja side -viewporteista*, että *cylinder* on housujen ja kaulan tasalla. Vartalo näyttää heti huomattavasti paremmalta, kun pyörität ja muokkaat segmenttejä joka kuvakulmasta vartalon myötäiseksi. Valmistaaksesi kaula-alueen käytä *slice modifieria*, kuten käytit housujenkin teossa.

Tee 18 segmentin pallo. Käytä *scale*- ja *rotate* -toimintoa muokataksesi pallosta pään kokoinen. Valitse torso ja *create sectionista compound objects*. Klikkaa *boolean*. *Modifier* panelista varmista, että *subtraction* (A-B) on valittuna. Klikkaa *pick operation* B. Tämän jälkeen valitse pallo niin kaula-aukko on valmis.

Varmistaaksesi hyvän tuloksen lisää polygoneja *edit poly* -toiminnolla kaula-aukko alueelle. Paras aloitus suunta on hartioista kaulaa kohden. Jatka polygonien lisäämistä ja muokkaamista kunnes sinulla on hieno pyöreä alue. Tähän alueeseen liitetään jatkossa kaula. (Franson ym. 2006, 41-44.)

### *Käsien ja hartioiden mallintaminen*

Aikaisemmin jalan valmistuksessa lisättiin *symmetry modifier* jalan valmistamisen jälkeen. Tässä tapauksessa se ei ole pakollista, koska mallinnetaan paria symmetristä kättä. Voidaan valita *symmetry modifier*, joka näyttää lopussa tuloksen. Tämä tarkoittaa, että mallinnuksen edetessä toinen puoli valmistuu samaa tahtia.

Toiminto tehdään seuraavasti. Aluksi hyväksytään *slice modifier* keskeltä torsoa. Poista valitut ja hyväksy *symmetry modifier* x-akselia pitkin *flipin* kanssa. Aseta *threshold* 0.01m. Yhdistä peilikuva torsoon, kun olet mielestäsi valmis ja tyytyväinen. Valitse *editable poly* tässä tilanteessa torso. Aseta *show and result* -painike päälle. Varmista, että *symmetry modifier* on listan ylimpänä.

Vaihda sivu kuvaan aloittaaksesi hartioiden valmistamisen. Muista, että kaikki mitä teet torson alimpiin osiin vaikuttaa automaattisesti myös toisellekin puolelle. Käyttäessäsi sivu kulmaa valitse polygonit alueelta josta käsi astuu ulos ja poista ne. Siirry verteksi-tasolle ja tasoita sisäiset verteksit.

Aloita tekemällä pieniä polygoneja *polygon edit modessa*. Hihan suusta tasoittaminen kannattaa tehdä tarkasti. Tämä helpottaa polygonien asettamista tasaisesti ja hihasta tulee pyöreä.

Hihan ollessa valmis voit aloittaa käden mallintamisen. Kyseessä on siis sama tekniikka kuin jalassakin. Valitse uloimmat polygonit tai vaihtoehtoisesti reunat ja käytä apuna *extrude*-toimintoa. Tee aluksi pieniä venytyksiä ja muista käyttää *scale*-, sekä *rotate* -toimintoa seurataksesi käden muotoja.

Tällä tekniikalla voit tehdä vaikka t-paidan. *Extrude* ja *scale* -toimintoja käyttämällä saat tehtyä hihan suun aivan kuten olkapäissä. *Extrude-toiminnolla* voit jatkaa hihan suusta aina ranteeseen asti samalla tekniikalla. On myös mahdollista jatkaa suoraan olkapäästä ranteeseen ja tehdä pitkähihainen paita.

Ranteeseen päästyäsi jatka *extrude*-toiminnolla kämmenen loppuun/sormien alkuun asti. Muotoile verteksejä sormien ympäristöstä kunnes olet tyytyväinen. Hyväksy *cap holes modifier* sormien valmistamista varten. Käytä taustaa avuksi sormien mallintamisessa. Helpointa on katsoa omaa kättä ja ottaa siitä mallia. Helpoin tapa edetä on *extrude* ja *scale* -toiminnoilla. (Franson ym. 2006, 45-49.)

### *Pään mallintaminen*

Ihmisen pään mallintaminen on ehdottomasti ihmisen mallintamisen vaikein osio. Rajalliset erityispiirteet tekevät meistä yksilöitä. Ulkonäköön vaikuttavat silmät, suu ja koko pään muoto, kun mallinnetaan täydellistä yksilöllistä ihmistä. Vääjäämättä tämän kaiken pitää onnistua mallintamisen aikana. Yksilöllisen henkilön mallinnuksessa aloitetaan tekemällä rajauksia.

Käytä *geometry*-toimintoa muotoillaksesi päätä. *Line*- sekä *cut* -työkalulla voit rajata pään, sekä asettaa tarvittavat lisäviivat. Esimerkiksi nämä rajaukset ovat tärkeitä muistaa. Nenän sillan alue aina otsasta leukaan asti on merkittävä. Kolmella *linellä* saat hyvän rajan myös silmien reunoille. Nenän sillasta molemmille sivuille silmien päältä kulkeva linja merkitsee silmien mallin. Tämä on hyvä kohdistaa silmän ulkoreunaan. Tee vaakasuora jakaus, joka kulkee nenän alta niskaan asti. Kulmakarvojen välisestä keskikohdasta kannattaa asettaa *line* kulmakarvan ulkoreunaan ja tästä ohimoon.

Tärkeitä tekijöitä kasvoissa ovat myös kolme horisontaalista leikkausta. Nämä *linet* tehdään sivu perspektiivistä. Ensimmäinen kulkee suusta nousten korvanlehden ja tästä kohti takaraivoa. Toinen kulkee nenän juuresta korvan ylälaitaan ja tästä takaraivoon. Kolmas linja alkaa otsan ja nenän välistä kulmakarvojen kohdalta nousten korvan etulinjan tasalle. Linja nousee sivusta katsottuna otsan keskikohdan korkeudelle, josta se jatkaa kallon takaosaan. Vaakatasossa kulkee myös linja nenän alta hieman nousten korvanlehden yläreunaan. Tästä jatketaan kallon takaosaan. Kasvon muotoja muokkaa myös linja, joka alkaa huulen ja leuan välisestä uurteesta. Tämä linja nousee

loivasti kohti korvaa, tästä hiuslinjaa myöden nousten pään ylälaitaan kaulan ja leuan väliselle tasalle. (Brilliant 2002, 60-62.)

Vaakatasossa kulkee myös linja nenän alta hieman nousten korvanlehden yläreunaan. Tästä jatketaan kallon takaosaan. Kasvon muotoja muokkaa myös linja, joka alkaa huulen ja leuan välisestä uurteesta. Tämä linja nousee loivasti kohti korvaa, tästä hiuslinjaa myöden nousten pään ylälaitaan kaulan ja leuan väliselle tasalle. (Brilliant 2002, 63.)

Kasvoinhin pitää vielä lisätä *split* osioita, jotka tehdään *cut-* tai *line* -työkaluilla. Horisontaalisesti pitää vielä tehdä nenän ylälaidasta takaraivoon, sekä *cut*-työkalulla seuraavaa. Ensimmäinen jakaa toisen pystysuoran sivun kasvoista. Sijoittuen keskelle päätä. Tällä kertaa leikkaus ei vain yletä kokonaan ympäri päätä. Line alkaa alaniskan alueelta ja loppuu miltei puoliväliin keskelle päätä. Nenän päältä on myös laitettava *line* vaakasuoraan pään poikki takaraivoon.

Pään etu- ja takaosa eivät vaadi paljon geometriaa löytääkseen muotoansa. Kasvojen keskiosa taas vaatii. Näin ollen pitää vielä edestä katsottuna asettaa *line*, joka kulkee pystysuoraan leuan reunalta poiketen suupielestä silmän alle. Tästä linja jatkuu kiertäen silmät aina pään yläosaan asti.

Lisäksi suun ympärillä olevat uurteet, jotka huomaat parhaiten hymyillessä, on merkittävä. Mallinnuksessa käytetäänkin sanaa *nasallabial*. Tämä tarkoittaa huulen ja nenän alueelle ilmestyviä uurteita ja juovia. Huulet on hyvä muokata kahdella ympyrän muotoisella leikkauksella. Tämä helpottaa huulien muokkaamista mallinnuksen loppuvaiheilla.

Nenä ja leuka ovat vielä horisontaalisesti rajaamatta. Sierainten kohdalta linja nenää pitkin kohti silmää, josta kohtisuoraan takaraivoon. Leuan linja taas alkaa leuan kärjestä leukaluuta pitkin korvansuuntaan. (Brilliant 2002, 64-73.)

Silmän ympäristössä aloitamme linjalla joka alkaa nenän päältä kulkien silmän alta. Tämä merkkää silmän alueemme. Seuraavaksi silmää rajataan pystysuoralla linjalla sierainten kohdalta nenää pitkin otsan keskelle. Silmän rajaukseen kuuluu myös sil-

mäkuoppa. Silmä rajataan kahdella silmää kiertävällä linjalla joihin asetetaan lisä linjat. Nämä neljä linjaa joista kaksi tulee silmän ulkoreunalle ylös ja alas.

Tässä vaiheessa voit tehdä silmän käyttäen *sphere*-työkalua. Silmää kannattaa muokata oikean kokoiseksi *scale*-työkalulla. Pupillin saat silmään lisättyä valitsemalla keskellä olevat polygonit ja asettamalla mustan värin. Lisää haluamasi silmänväri pupillin ympärille samalla periaatteella. Silmien asetettua paikalle, muista muotoilla verteksi-tasolla silmä näköiseksi. (Brilliant 2002, 74-77.)

Tällä periaatteella huomaat saaneesi aikaan samanlaisen pään kuin polygoneja lisäämällä. Ainoastaan nämä päälinjat kulkevat paikoista, jotka muokkaavat ihmisestä näköisensä. Verteksi-tasolla on hyvä muotoilla vielä lisää nenän muotoja, sekä poskipäitä ja leukaa. Pitää myös muistaa silmät, joissa täytyy muistaa käyttää *extrude*-työkalua silmien kohdalla olevien polygonien takia. *Spherestä* muotoiltu silmä ei näkyisi, jos sitä peittäisi jokin polygoni. Samalla periaatteella on hyvä muokata sieraimet. Valitse polygonit ja muotoile ne sisään *extrude*-toiminnolla. Huulien ympärille tehtyjen juovi-en ansiosta voit muotoilla suun joko auki taikka kiinni. Korvan mallintamiseen on monia keinoja. Voit tehdä sen omasta kuvasta rajaamalla ja käyttämällä polygoneja. *Extrude*- ja *scale* -toimintoja käyttämällä saat aikaan näköisen korvan.

Vaikeampi tapa on lisätä *linejä* suoraan mallinnettuun päähän. Mallin mukaisesti on siis asetettava linjat oikein. Korvan lehti tehdään kahdella linjalla ympäri, josta lisätään *line*- tai *cut* -työkalulla lisää tarvittavia linjoja korvan sisäosiin. *Extrude*-työkalulla on helppo tehdä korvaan syvyyttä. Verteksejä on hyvä korjailla vielä loppuvaiheessa mieleisiksi.

Hyvän lopputuloksen saat poistamalla korvan alueella olevat polygonit ja liittämällä korvan polygoneista poistettuun paikkaan. Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä ovat tietysti myös karvat, tarkoittanee siis hiuksia, kulmakarvoja, ripsiä, viiksiä ja partaa. Mallinnuksen kohteenamme on kuitenkin patsas, joten nämä eivät vaikuta patsaamme ulkonäköön.

#### 4 MALLINNUS- JA KUVANKÄSITTELYOHJELMAT



Virtuaalitudiolla mallintaessa voidaan käyttää useita eri mallinnus- ja kuvankäsittelyohjelmia. Seuraavassa luvussa esittelemme muutaman eri valmistajan tekemiä ohjelmia. Pääsääntöisesti ne voidaan jakaa kaupallisiin ohjelmiin ja ilmaisiin *open sourceen* perustuviin ohjelmiin.

### *3ds Max*

3ds Max on yksi yleisimmistä kaupallisista 3D-mallinnusohjelmista maailmassa. Ohjelma soveltuu erityisen hyvin mallintamiseen ja on käyttäjäystävällinen. Ohjelmalla voi myös tehdä animaatioita. Ohjelmaa käytetään enimmäkseen peliteollisuudessa, mutta myös jonkin verran elokuvien animaatioissa. 3ds Max toimii Windowsissa 32- ja 64 bittisinä. Alun perin ohjelma oli nimeltään 3D studio, joka toimi Dos pohjalla. Polygonimallinnus on yksi 3ds Maxin tärkeimmistä ominaisuuksista. Tämä tekniikka on otettu laajasti käyttöön pelisuunnittelussa. (3Dxperience.com)

### *Adobe Photoshop*

Adobe Photoshop on kuvankäsittelyohjelma, joka soveltuu kaikille, myös ammattikäyttöön. Se on kaikkein kallein ja monipuolisin kuvankäsittelyohjelma. Photoshop on kuvankäsittely-, sommittelu- ja piirto ohjelma. (Johnson 2004, 102.)

### *Blender*

Blender on ilmainen 3D-mallinnusohjelma. Ohjelmaa saa sallitusti kopioida ja jakaa. Mallinnusohjelmaa saa kuka tahansa kehittää ja muokata. Tämän johdosta Blender on monipuolisin ja tällä hetkellä ainoa vartenotettava ilmainen 3D-mallinnusohjelma. Ohjelman käyttöliittymä on hankala ja sen opiskelu vaatii aikaa. (Mullen 2008, 1.)

### *GIMP*

GIMP on vapaasti levitettävä avoimen lähdekoodin ohjelma. Se ei siis ole kaupallinen ohjelma. GIMP -ohjelmaa kehittää joukko vapaaehtoisia ja innokkaita ihmisiä ympäri maailmaa. GIMP on tarkoitettu kuvan käsittelyyn, kuvan asetteluun, editointiin sekä piirtämiseen. GIMP on laajennettavissa liitännäisillä ja laajennuksilla. Ohjelmasta on saatavilla versiot Windowsille ja Macintoshille. (Johnson 2004, 104.)

## **5 PÄÄMAJAPATSAS**

Seuraavassa luvussa käsittelemme mallintamaamme kohdetta. Selvitimme patsasta koskevia tietoja ja historiaa.

Mikkeliläiset halusivat muistaa Mannerheimia patsaan muodossa. 4.6.1967 oli C. G. E. Mannerheimin 100-vuotissyntymäpäivä, jolloin pidettiin patsaan paljastusjuhlat ja paraati. Mannerheimia esittävän patsaan veisti Kalervo Kallio.

Mannerheim johti Suomea kolmen sodan ajan Mikkelissä sijainneesta päämajasta käsin. Päämajapatsas sijoitettiin alun perin Suur-Savon aukiolle, mutta siirrettiin myöhemmin Mikkelin torille.

Tehtävänäimme oli luoda 3D-mallinnus kuvan 5 patsaasta, joka olisi niin tarkka että patsasta esittävä henkilö olisi tunnistettavissa.



**Kuva 5. Päämajapatsas**

## **6 KÄYTÄNNÖN MALLINTAMINEN**

Käytettäessä esineen tai kohteen mallintamisessa virtuaalitudiotekniikkaa, sisältyy työhön useita eri vaiheita. Päämajapatsasta mallintaessamme kävimme seuraavat 6 vaihetta läpi: kuvaaminen, kuvan käsittely, virtuaalitudion rakentaminen, mallintami-

nen, mallin pinnan eli skinin tekeminen sekä valaistuksen tekeminen. Keskityimme pääasiassa kuitenkin virtuaalitudiotekniikkaan, sen hyviin ja huonoihin puoliin, sekä käyttömahdollisuuksiin. Lisäksi keskityimme eri mallinnustapoihin, *kuten box modeling* eli laatikko mallintamiseen, *cylinder*-mallintamiseen sekä *plane*-mallintamiseen.

### *Kuvaaminen*

Päämajapatsaan suuren koon takia jouduimme ottamaan valokuvat katutasosta, patsaan alaviistosta. Kuvatessa arvelimme, että tämä tulisi myöhemmin aiheuttamaan ongelmia mallintamisessa, koska alaviistosta kuvatessa patsaan mittasuhteet vääristyvät. Optimaalinen tilanne kuvata patsas olisi vaakasuoraan sivusta, mutta tämä ei aina ole mahdollista. Harkitsimme myös kohteen kuvaamista kauempaa zoomin avulla, jolloin kuvakulman aiheuttama vääristymä olisi ollut pienempi. Luovuimme kuitenkin ideasta, koska tällöin eteen olisi tullut puita näköesteeksi. Olosuhteet kuvaamiselle eivät olleet täysin optimaaliset, koska säätila vaihtui kuvaamisen aikana auringonpisteestä pilviseen vesikeliin. Valaistuksen muuttuminen vaikuttaa patsaan varjostukseen ja sen seurauksena ääriviivojen hahmottamiseen. Mallintamisessa olisi myös hyötyä kohtisuoraan patsaan yläpuolelta otetusta kuvasta, mutta koska patsas on suurikokoinen (korkeus 390cm), oli yläkuvan ottaminen liian hankalaa. Meidän piti siis tyytyä patsaan sivuilta, sekä patsaan takaa ja edestä otettuihin kuviin.

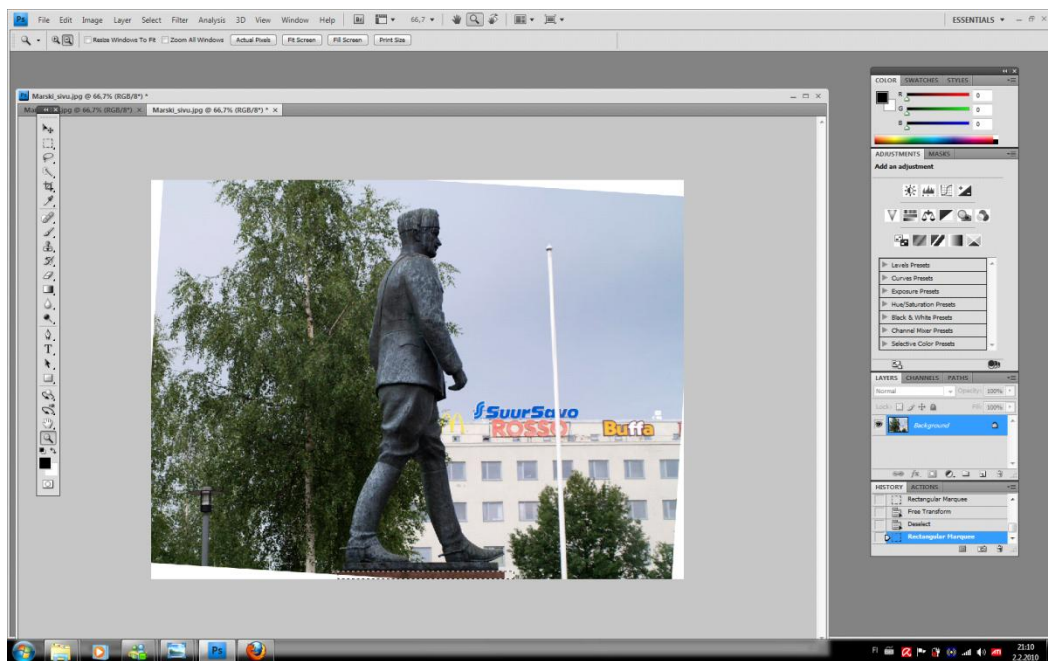
Kuvasimme patsaan jalustalta Olympus E400, 10 megapixelin digitaalijärjestelmäkameralla. Vaikka käytimmekin kuvauksessa järjestelmäkameraa, riittää käyttötarkoitusta varten normaali digitaalikamera. Mallinnettavaa kohdetta kuvattaessa on kuitenkin hyvä käyttää kamerajalustaa, jotta kuvat ovat mahdollisimman suoria eikä kamera pääse tärähtämään kuvaamisen aikana. Kuvatessamme patsasta eri suunnista, pyrimme säilyttämään etäisyyden ja kuvauskulman patsaasta mahdollisimman samanlaisina edellä mainittujen mittasuhteiden virheiden minimoinnin takia.

### *Kuvien muokkaaminen*

Jotta kuvat voidaan tuoda 3ds Maxin virtuaalitudioon, on niille hyvä tehdä hyödyllisiä korjauksia ja muokkauksia toimenpiteitä. Kuvien leikkaaminen tai ns. pohjapiirustus kuvan tekeminen ei ole välttämätöntä, mutta teimme ne selkeyttääksemme myöhempiä mallintamista. Mallinnusvaiheessa voi muuten olla hankala hahmottaa taustalla

olevia kuvia ja ääri viivoja. Käytimme kuvankäsittelyyn Adobe Photoshop CS 4 ohjelmaa.

Kuvien suoristaminen on tärkeä vaihe, jotta kuvat kohdistuisivat oikein virtuaalituodiossa. Ensimmäiseksi päätimme suoristaa ottamamme valokuvat. Vaikka valokuvat oli otettu jalustalla, eivät kuvat olleet vaakasuoria. Käytimme kuvien suoristamisessa apuna Photoshop-ohjelman kiertotyökalua. Suoristimme kuvat patsaan jalustan mukaan.

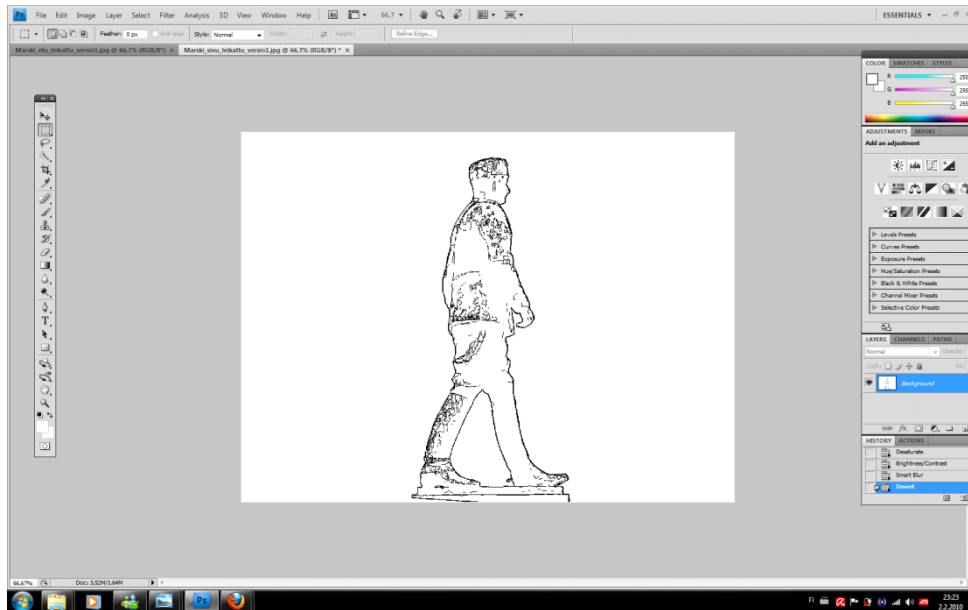


**KUVA 6. Kuvan suoristaminen**

Kuvassa 6 patsaasta otettua kuvaa on lähdetty suoristamaan *rotate*-työkalulla. Kuva on suoristettu patsaan jalustan mukaan. Huomioi, että jalusta on muokattavan kohteen suunnanantaja eikä kuvan ääri laidat.

Suoristetusta kuvasta poistimme muun ympäristön patsaan ympäriltä. Käytimme leikkaamisessa apuna valintatyökalua sekä lassotyökalua. Aluksi teimme kuvasta mustavalkoisen. *Image adjustment desaturate* -työkalulla. Tämän jälkeen lisäsimme patsaaseen kontrastia, jotta tummat ja vaaleat kohdat erottuisivat paremmin. *Image adjustments brightness/contrast* -työkalulla. Seuraavaksi käytimme apuna kuvankäsittelyohjelman *smart blur* -toimintoa, jolla valokuvan ääri viivat saadaan tuotua esiin. *Smart blur* -toiminto tekee kuvan taustasta mustan ja ääri viivoista valkoisen. Mallintaminen

valkoiselle pohjalle on helpompaa, joten käänsimme värit vastaväreille *invert-*toiminnolla.

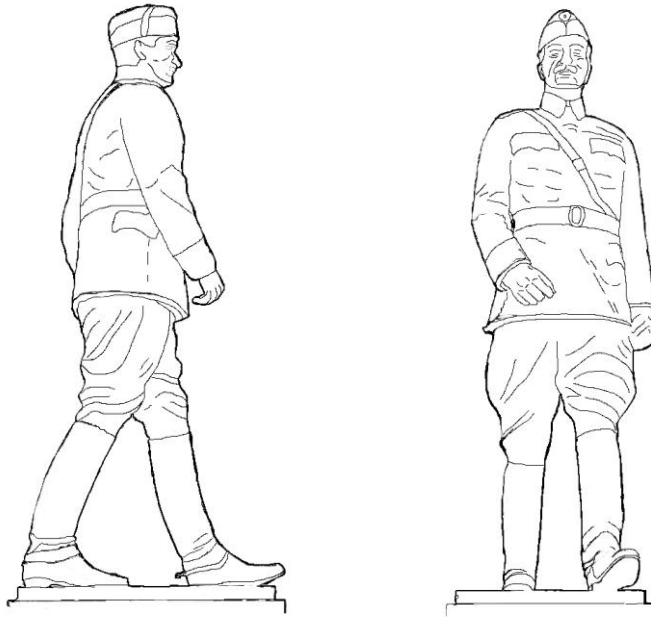


**KUVA 7. Smart blur**

*Smart blur* -työkalu jättää kuvaan sotkuisia kuvioita, jotka on syytä poistaa. Poistimme kuvasta pienet, liian tarkat yksityiskohdat ja jätimme pelkästään lähinnä tärkeimmät ääriviivat. Poistimme turhat kuviot pois valinta/poisto työkaluilla.

Nyt pohjapiirros patsaasta oli valmis. Piirros oli tosin vielä pelkistetty, lisäksi jotkin ääriviivat olivat himmeitä. Seuraavaksi lisäsimme piirroksiin hieman tarkempia yksityiskohtia. Avasimme alkuperäisen suoristetun patsaskuvan ja päälle liitimme tekemämme pohjapiirroskuvan. Muutimme valkoisen värin läpinäkyväksi, jotta patsas näkyi taustalla, mutta ääriviivat olivat kuitenkin näkyvillä. Laskimme hieman myös taustakuvan läpinäkyvyyttä 91 prosenttiin. Nyt kuvat ovat päällekkäin siten, että pystyimme piirtämään tarkempia ääriviivoja pohjapiirroksen patsaskuvan ollessa taustalla. Käytimme piirtämisessä normaalia 3 pikselin musta kynä -piirtotyökalua.

Päälle piirtäminen määrittää myöhemmin sen miten helposti tärkeät ääriviivat voidaan hahmottaa mallinnuksen aikana. Tarpeeksi yksityiskohtia omaavan pohjapiirroksen pohjalta mallista saadaan enemmän alkuperäiskohteensa näköinen. Edellytyksenä on, että mittasuhteet ovat myös säilyneet oikeina riippuen kuvakulmista. Lisäksi kuvien keskittäminen 3D-ohjelmaan täytyy onnistua juuri kohdalleen.



**KUVA 8. Pohjapiirrokset**

Kuvassa 8 patsaan pohjapiirustukset ovat valmiiksi muokattuina. Yksityiskohdat erottuvat tarkasti, kuten housujen rypyt, vyö ja taskut. Mikäli haluaa mallintaa tarkemmin jonkin alueen, kuten pään, kannattaa tehdä siitä oma pohjapiirustus tarkemmista yksityisistä kuvista. Silloin näiden kuvien päänalueen ääri viivoilla ei ole niin suurta merkitystä.

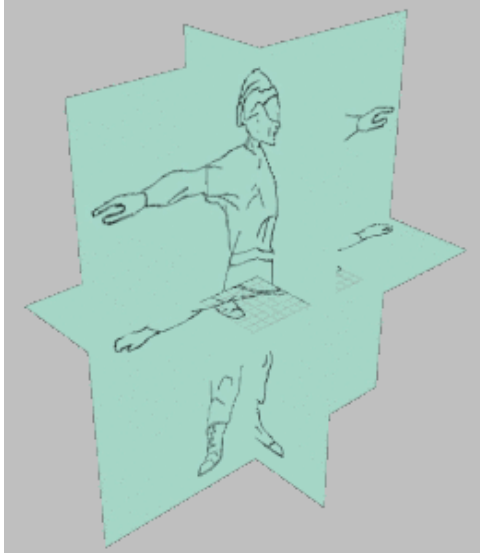
Kuvien pohjapiirrokset olivat muuten valmiit, mutta kuvat piti vielä keskittää ja niistä piti tehdä oikean mittaiset virtuaalitudiota varten. Muutimme kuvien korkeuden resoluutioksi molempiin 1050 pikseliä. Kuvan keskittämiseen käytimme viivoitin työkalua.

#### *Kuva-alustojen tekeminen*

Kuvankäsittelyn jälkeen rakensimme virtuaalitudion mallinnusohjelmaan. Jokaista kuvaa varten teimme yhden *planen*. Kuvasuhde säilytetään katsomalla alkuperäisen kuvan koko ja muutetaan *planen* leveys ja korkeus samankokoiseksi. Leveys- ja pituussegmenttien määräksi asetetimme 1.

Kun *planet* oli tehty, niihin lisättiin käytettävät kuvat. Kuvat lisäsimme materiaali editorilla. Materiaali editori löytyy *rendering material editor* tai pikanäppäimellä (M).

Materiaali editorista valitsimme tyhjän materiaalipaikan, johon kuva lisättiin klikkaamalla *diffuse bitmap*. Tämän jälkeen valitsimme *assing material to selection*. Nyt kuva oli lisätty planeen ja tämän jälkeen valitsimme *show standard map in viewport*, jotta kuva näkyi mallinnusnäkyssä. Sama kuvien lisääminen toistettiin jokaisen kuvan kohdalla.

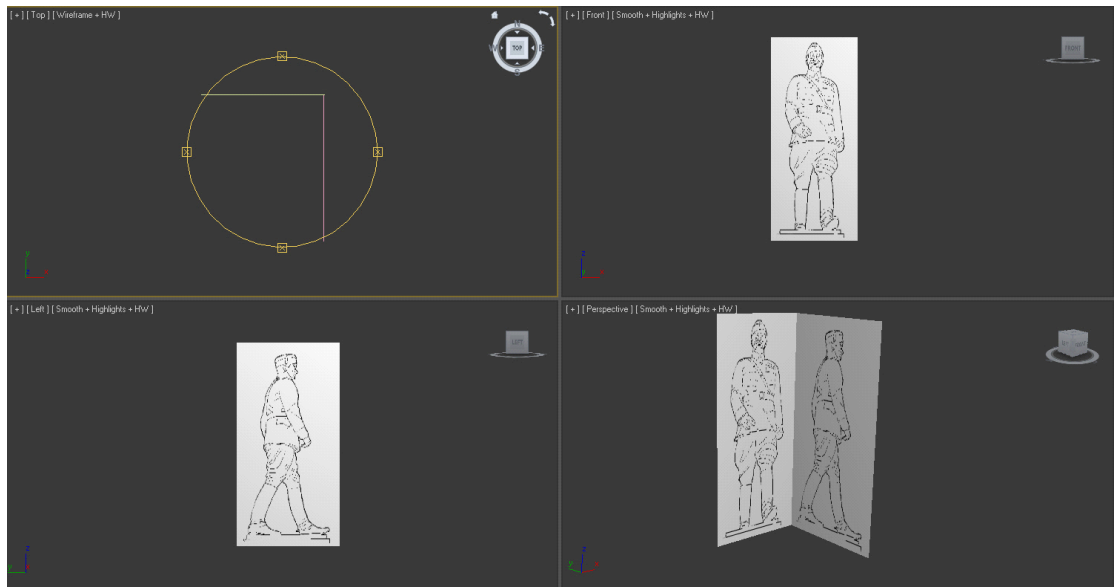


**KUVA 9. Kuvat virtuaalitudiossa**

Kuvassa 9 pohjapiirroksot on tuotu kukin eri *planeille*. Kuvien keskittämistä varten ne ovat nolla kohdassa. Kun kaikki tarvittavat kuvat on lisätty omille *plane*-alustoilleen, säädetään niiden koordinaatit kohdalleen. Aluksi kannattaa valita jokaisen *planen* x, y ja z koordinaatiksi nolla. Tämä onnistuu helposti klikkaamalla kohdistinta hiiren oikealla painikkeella. Tämän jälkeen asetetaan levyt kohdalleen käyttämällä *left*, *top* ja *front* -kuvakulmia. *Perspective* kuvasta näkee helposti onko *planet* kohdallaan.

Kun kuvat olivat kohdallaan, valitsimme *display*-valikon. Klikkasimme valikosta *show frozen in gray* -toiminnon pois päältä. Toiminto pitää kuvat näkyvillä vielä toiminnon *freeze selection* jälkeen. *Freeze selection* löytyy parhaiten *perspective*-kuvakulmasta klikkaamalla hiiren oikeaa painiketta. Valitsimme jokaiseen *planeen* *show frozen in gray* ja *freeze selection*.





**KUVA 10. Kuvat keskitetty**

Kuvassa 10 *plane* -pohjat on siirretty paikoilleen. Kuvat on lukittu *frozen*-työkalulla, etteivät ne pääse liikkumaan mallinnuksen aikana. Kuvat on tasattu niin, että mallintaessa malli syntyy kahden *planen* keskelle juuri oikeaan kohtaan. Patsaasta ottamiemme kuvien vääristymät aiheuttivat ongelmia. Planet eivät tämän takia menneet aivan kohdalleen. Yritimme korjata vääristymää uudelleen kuvankäsittelyohjelmassa, mutta emme saaneet niitä kokonaan korjattua. Vaikka pohjapiirroksot patsaasta ovat samankorkuiset, eivät patsaan osat silti ole samassa mittasuhteessa. Vääristymät piti ottaa huomioon myöhemmin mallintaessa.

### *Mallintaminen*

Valmiin virtuaalitudion seuraava vaihe on mallintaminen. Mallintamisen aikana seurataan samalla kaikkia kuvakulmia, jotta malli muokkaantuu oikein kuvien mukaan. Mallinnuksessa voi käyttää erilaisia mallinnustyökaluja ja tekniikoita. Valitsimme aina mielestämme mallinnuskohteeseen sopivimman tekniikan.

### *Kengät*

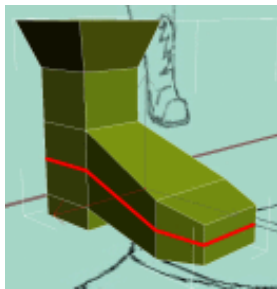
Kengät mallinsimme laatikkomallinnuksella. Kuvassa 10 teimme pienen laatikon kengän kannan kohdalle. Kohdistimme ja venytimme laatikon oikeaan kohtaan kahdesta kuvakulmasta. Valitsimme laatikon päällimmäisen polygonin ja nostimme sitä *extrude*-työkalulla haluttuun korkeuteen. *Extrude*-työkalu ei venytä aiempaa laatikkoa,

vaan jatkaa uutta laatikkoa. Sillä saa myös polygonimäärän kasvamaan. Valitsimme uuden laatikon etummaisena polygonin. Venytimme *extrude*-työkalulla uuden laatikon *left viewportista* katsottuna oikealle jalkapöydäksi. Jatkoimme kengän kärjen muokkaamista *scale*-työkalulla sekä *move*-toiminnolla. Tästä jatkoimme tekemällä *extrude*-toiminnolla kengän kärjen. Tämän jälkeen nostimme kenkää nilkkaan asti jatkamalla kahdella laatikolla, joista jälkimmäisen teimme sopivaksi lahkeeseen *scale*-työkalulla. Menimme *edge*-tasolle ja valitsimme kuvassa 11 näkyvän yksittäisen *edgen*. Tämän jälkeen painoimme *ring*-painiketta, jolloin kaikki samalla tasolla sijaitsevat *edget* tulivat valituiksi.



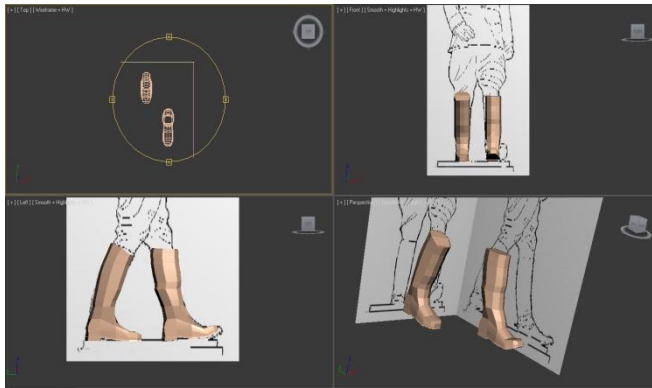
**KUVA 11. Kengän kanta**

Kuvassa 11 *box-modelling* -tekniikalla laatikko on asetettu kantapään kohdalle. Kengän mallintamista jatketaan muokkaamalla laatikkoa *extrude*-työkalulla. *Extrude*-toimintoa käyttämällä mallinnetaan kenkä valmiiksi.



**KUVA 12. Pohjan pyöristys**

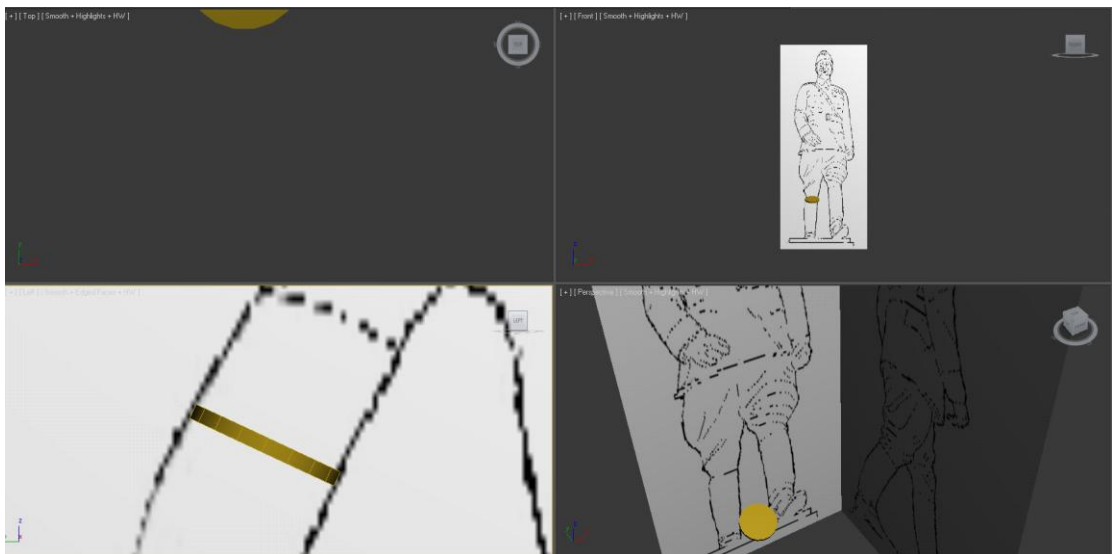
Kuvassa 12 *edgen connect* -painikkeella saimme tehtyä uuden kengän ympäri menevän linjan. *Scale*-työkalulla pyöristimme valitsemaamme *ringiä* y ja x akselista, jotta saimme kengästä pyöreämmän muotoisen. *Ring* -toimintoja voi halutessa lisätä ympäri kenkää, jotta saadaan pyöreitä muotoja haluttuihin paikkoihin.



**KUVA 13. Valmiit kengät**

Kuvassa 13 käytimme edellä mainittuja toimintoja viimeistelläksemme kengät mieleisiksi. Patsasta tehdessämme mallinsimme molemmat kengät erikseen, koska patsaan kengät ovat eri asennoissa. Vaihtoehtona olisi ollut käyttää *clone*-työkalua ja kopioida kenkä, mutta emme käyttäneet sitä, koska kengän muokkaaminen toisen kengän muotoon olisi tuonut ongelmia.

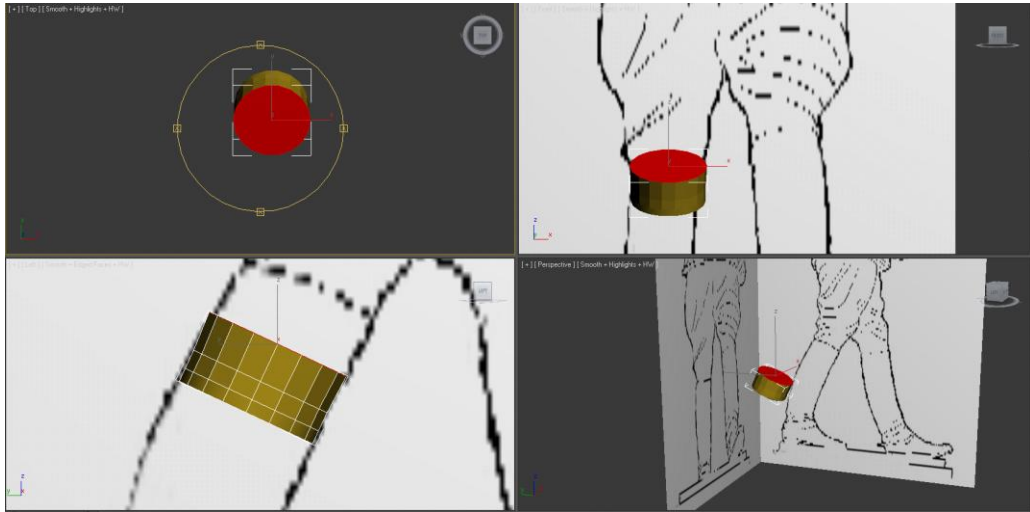
### *Housut*



**KUVA 14. Housujen alku sylinteri**

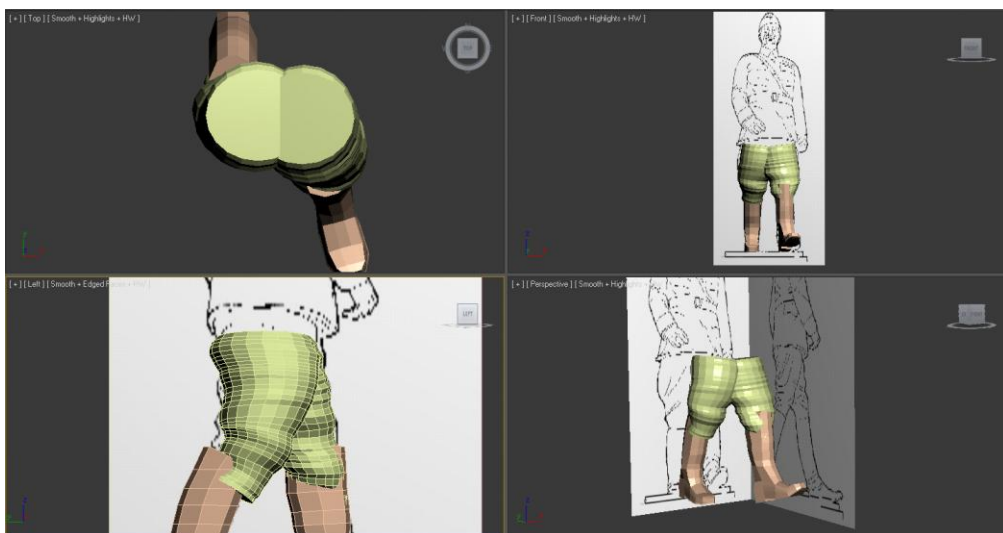
Housujen mallintamisessa päätimme käyttää *cylinder*-tekniikkaa. Teimme sylinterin jossa on 1 *height*-segmentti ja 18 sivua. Muokkasimme sylinteristä oikean kokoisen ja siirsimme sen oikeaan paikkaan kahdesta kuvasta kohdistamalla.

Valitsimme sylinteristä hiiren oikealla painikkeella *convert to editable poly*. Tämän jälkeen pääsimme valitsemaan sylinterin päällimmäisen polygonin.



**KUVA 15. Sylinteriä jatkettu extrude-toiminnolla**

Nostimme päällimmäistä polygonia *extrude*-toiminnolla, jolloin saimme uuden päällekkäisen sylinterin. Lisäsimme uusia sylintereitä säännöllisesti, kuten kuvassa 15 näkyy.



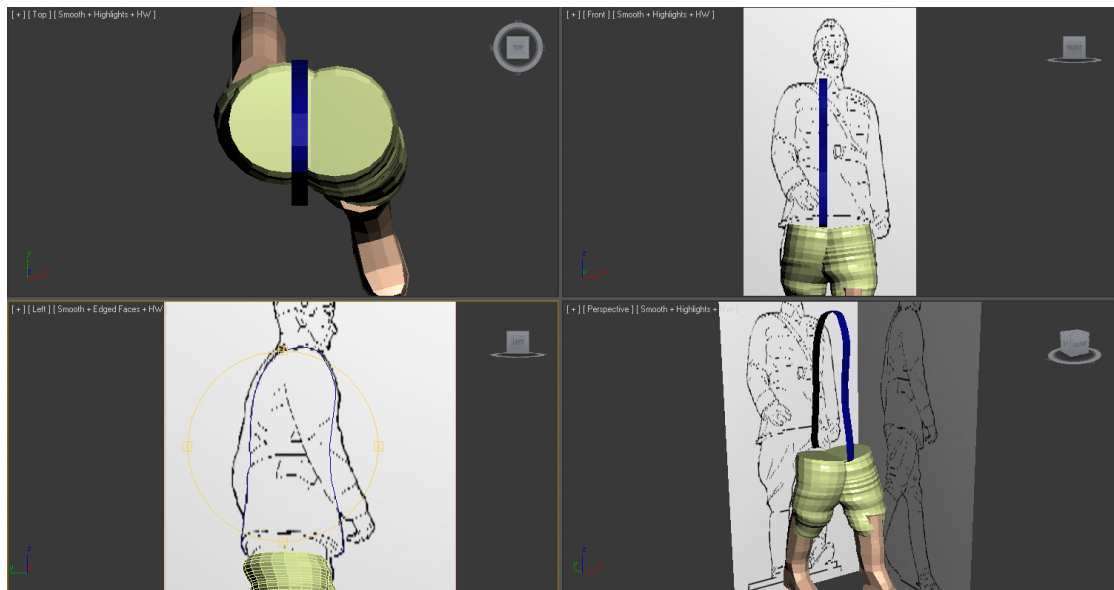
**KUVA 16. Valmiit housut**

Lisäsimme kuvan mukaisesti uusia sylintereitä ja tarvittaessa muokkasimme scale-työkalulla niitä mukailemaan *planen* muotoja. Joissain kohdissa, kuten polven kohdalla käytimme *rotate*-toimintoa niin, että taitekohta kääntyy oikeaan suuntaan. Jatkoimme samoilla tekniikoilla housut vyötäröön asti. Teimme molemmat housun puo-

likkaat erikseen, koska näin suurien polygonimäärien jälkikäteen siirtäminen on vaikeaa.

### *Takki*

Takin mallinnuksessa käytimme *plane*-mallinnustekniikkaa. Aluksi teimme yhden *planen* jonka leveys ja pituus on 1 segmentti. Valitsimme päällimmäisen *edgen* ja teimme *shift+extrude* -toiminnolla sen päälle uuden *planen*. Liikutimme *planea* tarvittaessa patsaan ääri viivojen mukaan ja jatkoimme näin kierroksen aina selkään asti.

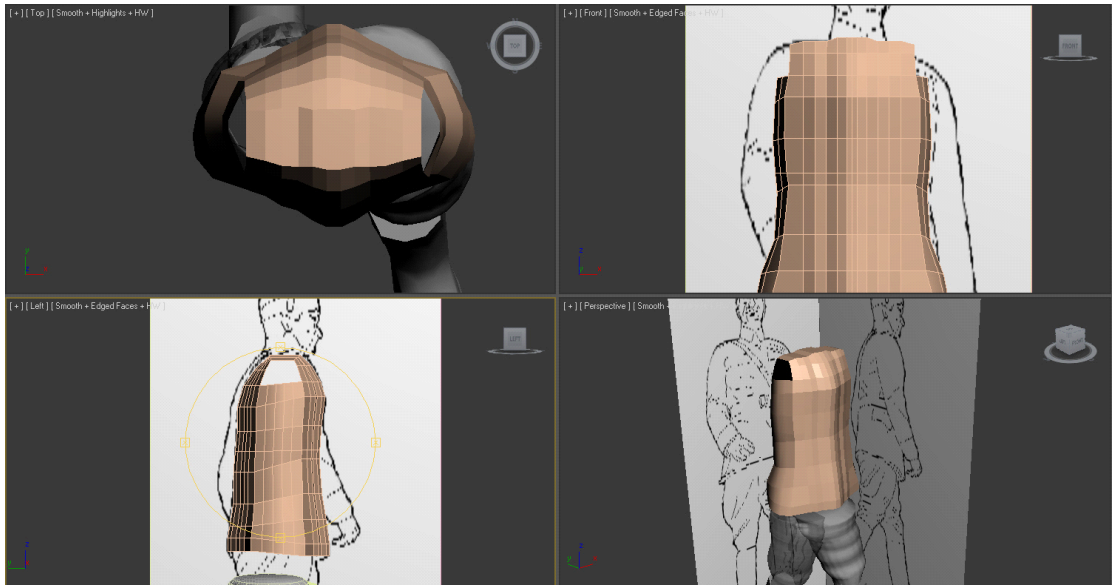


**KUVA 17. Takin aloitus plane-mallinnuksella**

Valitsimme jonkin *planen* vasemman *edgen*. *Loop*-toiminnolla saimme kaikki vasemman puolen *edget*. *Extrude*-toiminnolla lisäsimme *planeja* vasemmalle. *Scale*-työkalua käytimme takin muotoilussa.

Kyljen *planet* yhdistimme valitsemalla kaksi sisimmäistä ja vastakkaista *edgeä*. Yhdistimme *planen* *bridge*-toiminnolla. Toistimme saman ylös asti. Huomioiden, että kädensijaa ei laiteta kiinni. Hienosäädimme takin muotoa verteksi-tasolla.

Valitsimme kyljen vaakatasossa olevan *edgen* ja klikkasimme *ring*-painiketta. Näin saimme kaikki vaakatason *edget* valittua. Lisäsimme *connect*-toiminnolla pystysuuntaisia viivoja.

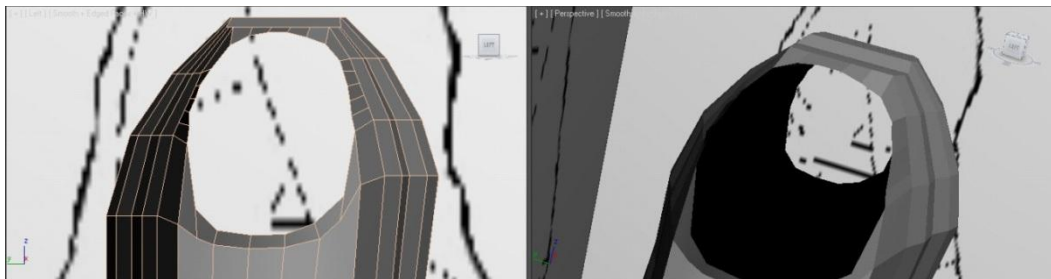


**KUVA 18. Valmis takki**

Kylkeä pyöristimme *move*, *soft selection* ja *scale* -toiminnoilla. Valitsimme paidan ja lisäsimme siihen *symmetry modifierin*. *Symmetry*stä valitsimme *mirror, x* ja *flip*.

#### *Käsivarsi ja olkapää*

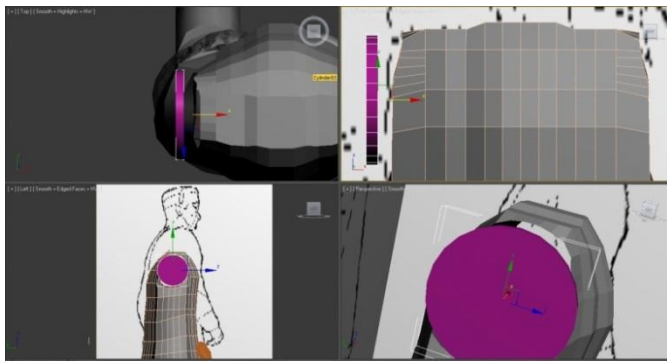
Käsivarren mallintamisessa päätimme käyttää *cylinder*-tekniikkaa, jossa käsi rakennetaan pienistä sylinterin palasista. Muotoilimme olkapään kohdan riittävän suureksi. Tämän jälkeen lisäsimme ensimmäisen sylinterin. Sylinteriin valitsimme 24 verteksiä, joten takin hihansuuhun oli myös lisättävä verteksejä. Yhdistäminen onnistuu parhaiten, kun verteksin määrä yhdistettävissä objekteissa on sama. Valitsimme sylinterin ja poistimme sisimmäisen, eli takin puoleisen polygonin.



**KUVA 19. Olkapäiden aukot**

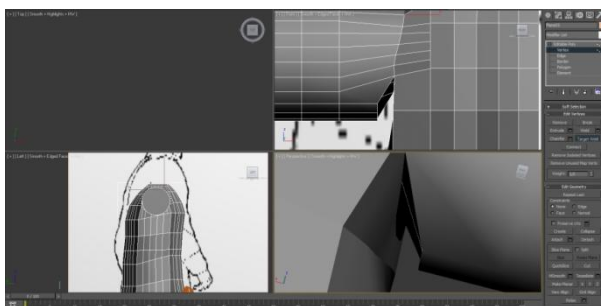
Valitsimme takin ja painoimme *attach*. Tämän jälkeen valitsimme sylinterin. Näin pääsimme molempien objektien verteksi-tasolle. *Target weld* -toiminnolla yhdistimme sylinterin takin suuhun. Valitsimme *modifier list* ja sieltä *polygoni-tason*. Polygoni-

tasolla jatkoimme käden valmistusta. Valitsimme sylinterin pään, josta jatkoimme kättä *extrude*-toiminnolla, jolla on kannattavaa lisätä vain pieniä osioita kerrallaan. Tällä tavoin käden polygonimäärä kasvaa ja siitä tulee hienompi/tasaisempi. Lisäksi kättä on helpompi muotoilla. Muotoilussa on parasta käyttää *move*, *rotate* ja *scale* -toimintoja. Tällä tekniikalla jatkoimme kättä aina ranteeseen asti. Käden valmistuttua muotoilimme vielä verteksi-tasolla olkapään seutua sekä kyynärpään seutua. Käden mallintamisessa tulee vastaan ongelmia johtuen käden ja olkapään muodoista. On huomioitava, ettei päästä polygoneja taittovaiheissa edellisten polygonien sisään. Tämä aiheuttaa vaikeuksia muokkaamisessa.



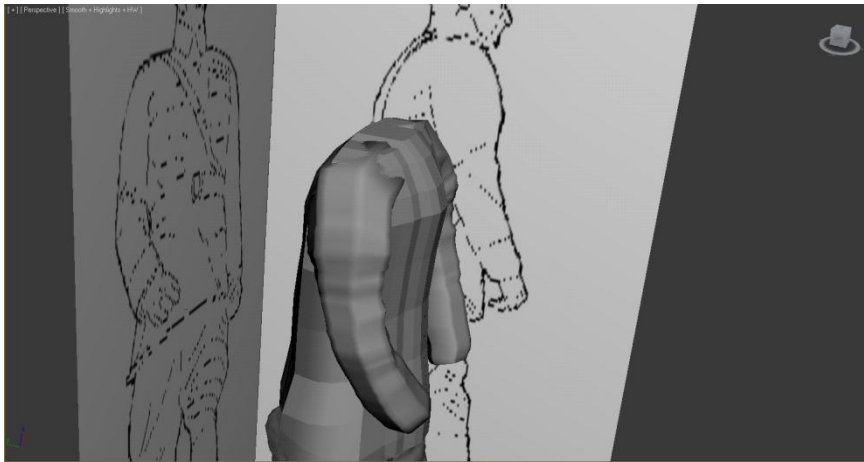
**KUVA 20. Sylinteri lisätty**

Kuvassa 20 on esitelty sylinterin asettelu olkapään kohdalle. Sylinteri on myös muokattu oikean kokoiseksi, jotta yhdistäminen olkapäähän olisi helpompaa. Sylinteri on hyvä tehdä aluksi yksikerroksisena, koska olkapään mallintamisessa jokaista osaa on muokattava.



**KUVA 21. Sylinterin kiinnitys target weldillä**

Kiinnitimme sylinterin ja aloitimme käden mallinnuksen. *Extrude*-toiminnolla lisäsimme käsivartta ja muokkauksen teimme *move*, *rotate* ja *scale* -toiminnolla.



**KUVA 22. Käden mallinnus valmis**

### *Kämmen*

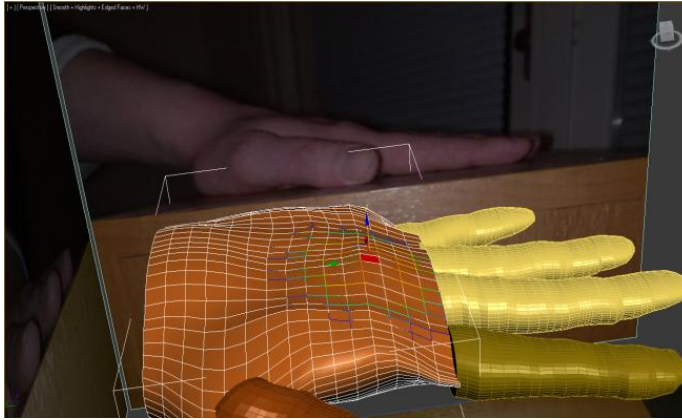
Päämajapatsaassa Mannerheimin käsi on nyrkissä ja yksityiskohtia on vaikea erottaa. Tästä johtuen päätimme mallintaa käden rakentamalla oman virtuaalitudion realistisen käden pohjalta.



**KUVA 23. Kolmen kuvan virtuaalitudio**

Kuvasimme käden kolmesta eri suunnasta: ylhäältä, edestä ja sivulta. Rakensimme virtuaalitudion aiempien ohjeiden mukaisesti. Aloitimme sormien mallintamisen *cylinder*-tekniikalla käyttäen *extrudea* ja *scalea*. Mallintaessa hyödynsimme kolmea eri kuvakulmaa. Kämmenen mallinnuksen toteutimme *box modelling* -tekniikalla. Lisäsimme kämmeneen reilusti polygoneja *ring/loop +connect* -toiminnoilla. Kämmenen muotoilussa käytimme *soft selection* sekä *scale* -työkaluja.





**KUVA 24. Kädelle tehdään soft selection -muokkauksia**

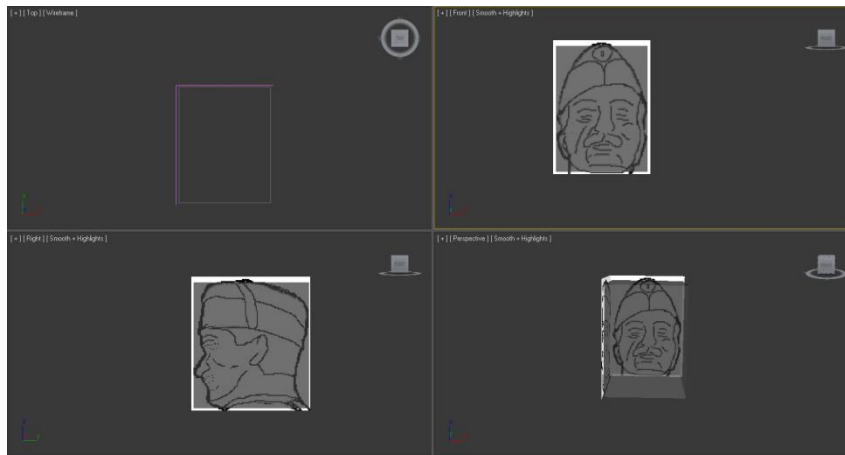
Myös rystyset nostimme esiin *soft selectionia* ja *scalea* käyttämällä. Kun mallinsimme käden käyttäen kolmea eri kuvakulmaa, huomasimme, että ylhäältä otettu kuva helpotti mittasuhteiden säilyttämistä.



**KUVA 25. Valmis käsi**

### *Pää*

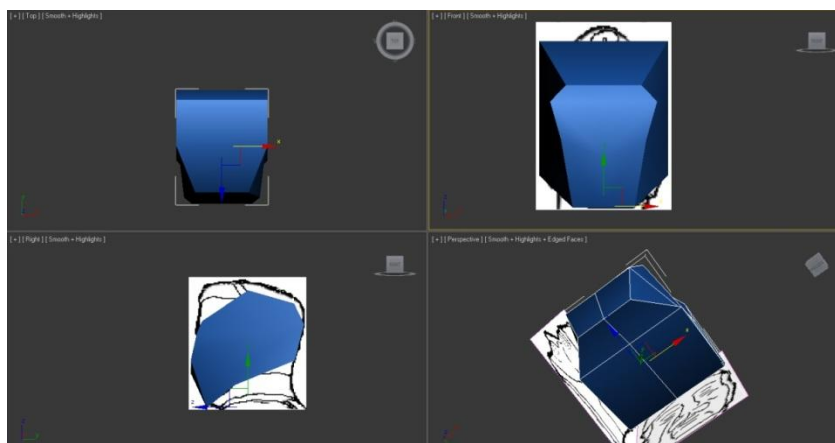
Rakensimme päälle oman virtuaalitudion etu- ja sivukuvista. Käytimme samaa tekniikkaa kuin patsaan mallinnuksessa. Käytimme pään mallinnukseen jo aiemmin otettuja kuvia. Parempi vaihtoehto olisi ollut ottaa kuvat patsaan päästä erikseen. Näin kuvat päästä olisivat olleet tarkempia ja yksityiskohtaisempia. Patsaan pään kuvaamisessa olisi kuitenkin ollut samat ongelmat kuvakulmien suhteen kuin aikaisemminkin.



**KUVA 26. Keskitetty laatikko**

Kuvassa 26 teimme laatikon, jonka sijoitimme x, y ja z koordinaattien 0.0 kohtaan. Valitsimme *display properties rolloutista see-through*, jolloin laatikosta tuli läpinäkyvä. Levitimme laatikon pituus, leveys ja korkeus suunnissa siten, että se peitti lähes koko pään. Klikkasimme laatikkoa hiiren oikealla ja valitsimme *convert to editable poly*.

Menimme *front viewporttiin* ja valitsimme laatikosta vasemman puolen polygoneit ja poistimme ne. Valitsimme jäljelle jääneen oikean puolimmaisena laatikon ja lisäsimme siihen *symmetry*-toiminnon. *Right viewportissa* kohdistimme *verteksit* seuraamaan pään muotoa. *Verteksejä* liikuteltaessa varmistimme, että raahasimme myös takana olevia *verteksejä*. Teimme saman muotoilun myös *front viewportista*.

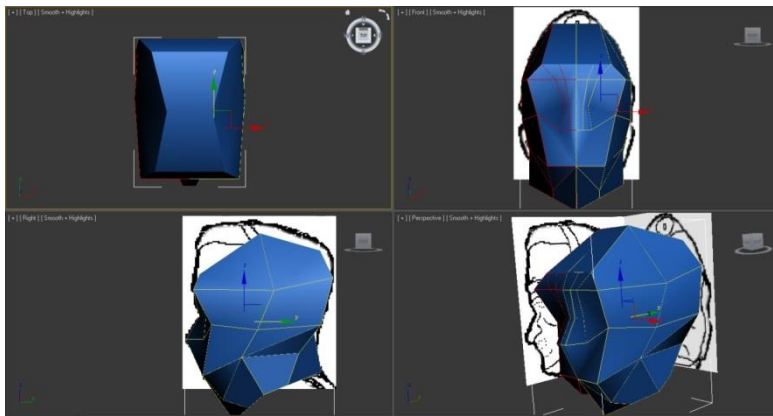


**KUVA 27. Laatikkoa on muotoiltu pään malliin**

Kuvassa 27 Käänsimme kuvakulman niin, että näimme pään alaosan kaikkein keskimmäisen verteksin. Valitsimme *shamfer settings* -painikkeen. Laitoimme arvoksi 50

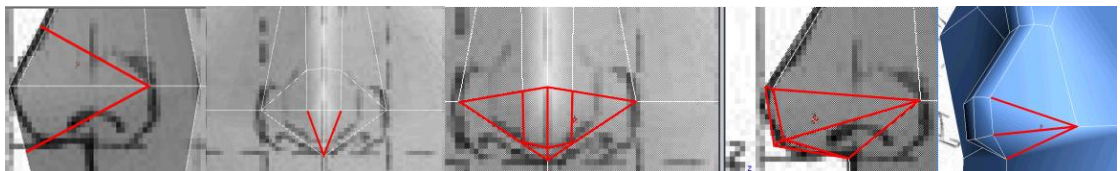
ja klikkasimme *open* valinnan aktiiviseksi. Näin saimme pään alaosaan aukon. Aukon ympärillä olevien verteksin ollessa yhä aktiivisia painoimme *shift+edge* -painiketta muuntaaksemme valinnan *border edgeksi*. *Extrude*-toiminnolla teimme kaulan. Teimme muutaman uuden viivan *edge*-toiminnon *cut*-työkalulla kaulan ja kallon väliin.

Seuraavaksi aloitimme patsaan nenän mallinnuksen. *Front viewportin edge* tasolla valitsimme pään edessä sijaitsevat poikittaiset kaksi *edgeä*. Nämä *edget* sijaitsevat kulmakarvojen ja nenän tasolla. *Edit edge rollout* -valikosta valitsimme *connect settings*. Segmenteiksi määrittelimme 2. *Pinch spinner* -toiminnolla liikutimme viivat lähemmäksi toisiaan nenän keskelle. *Cut*-työkalulla lisäsimme otsaan kaksi *edgeä*, jotka kulkevat pystysuunnassa otsalla. Lisäksi yhdistimme silmien välin poikittaisella *edgellä*.



**Kuva 28. Nenän linjat**

Kuvassa 28 on näkyvissä tehdyt muodot *edge*-työkalulla. Seuraavaksi muokkasimme nenänpäästä tekemällä *cut*-työkalulla V-muotoiset alueet *front*- ja *right viewportissa*. Lisäksi teimme muita lisäyksiä, jotka näkyvät seuraavassa kuvasarjassa.



**Kuva 29. Leikkaukset**

Kuvassa 29 on esitelty nenän muotoilua. Seuraavaksi teimme samalla tekniikalla kaksi *edgeä* kuvasarjan viimeiseen kuvaan. *Edget* ovat pystysuorassa V-alueen sisällä.

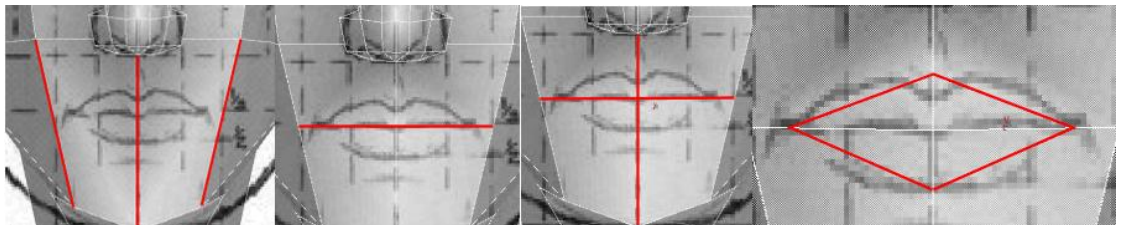
Muokkasimme nenää myös *verteksi-tasolla* ja seurasimme samalla muotoutumista eri kuvakulmista.

Nenästä puuttuivat vielä sieraimet. Sierainten muotoilu alkoi *verteksi-tasolla* valitsemalla *target weld edit vertice* -toiminnosta. Näin asetimme *weld tool* -työkalun käyttöön. Nenään tulevaan sieraimen kohtaan valitsimme verteksin alimmaiselta *edgeltä*. Siirsimme verteksiä oikealle seuraavan verteksin luokse. Poistuimme *weld tool* -toiminnosta. Sierainta muotoilimme tekemällä myös *edgen* kahden verteksin väliin nenänvarteen. Muotoilimme *edgeä*, jotta saimme sieraimen ulkoreunaan muotoja. Sieraimen viimeistelyn teimme valitsemalla verteksin sieraimen kohdalta. Valitsimme *chamfer*, jonka jälkeen *extrude*-toiminnolla työnsimme aluetta sisään.



**Kuva 30. Sieraimet**

Suun mallintamisen aloitimme tekemällä kolme *edgeä* nenän ja poskipäiden kohdalta leukaan. *Connect settings* -valinnalla teimme yhden poikittaisen *edgen* suun tasalle. Valitsimme risteävät *edget* ja käytimme uudestaan *connect settings* -toimintoa, mutta tällä kertaa liikutimme uudet *edget slide spinner* -toiminnolla suun muotoon. Kuvassa 30 on näkyvillä tekemämme vaiheet.

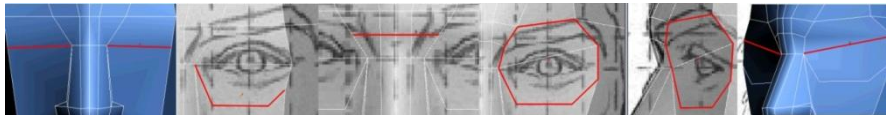


**Kuva 31. Suun muotoilu**

*Right viewportissa* teimme *cut*-työkalulla kaksi leikkausta huulien ympäri. Muotoilimme uudet *edget* huulien muotoon. Muotoilun jälkeen valitsimme *edgen* suun ja

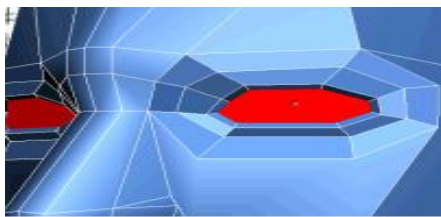
nenän väliltä, suun ja leuan väliltä sekä suun molemmista reunoista. *Connect*-toiminnolla linkitimme valitseman *edgen* yhteen.

Yhdistämisen jälkeen palasimme *front viewport* kuvakulmaan ja valitsimme kolme *edgeä* ylähuulesta. *Connect settings* -toiminnosta valitsimme *connect edges dialog* ja asetimme segmenteiksi kolme. Verteksi-tasolla muokkasimme verteksit linjaamaan ylähuulen muotoa. Toistimme samat kolme toimintoa myös alahuulelle. Kasvojen muotojen lisäämiseksi teimme leikkauksen nenän reunasta suun reunaan. Suun alueelle olisi vielä mahdollista lisätä uusia ristikkäisiä leikkauksia sekä lisätä *edgejä* ylähuulen ja nenän välille. Tämä kannattaisi tehdä, mikäli myöhemmin olisi tarkoituksena animoida puhetta.



**Kuva 32. Silmän leikkaus**

Kuvassa 32 silmien mallinnuksen aloitimme tekemällä *edgen* silmän poikki nenän sillan kohdalta. *Cut*-työkalulla teimme myös kolme viivaa kiertämään silmän alaosan. Jaoin nenänvarren alueen kahtia uudella *edgellä*. Muokkasimme silmän ympärillä olevia verteksejä paremmin kohdalleen ja poistimme silmän poikki menevän ylimääräisen *edgen*.

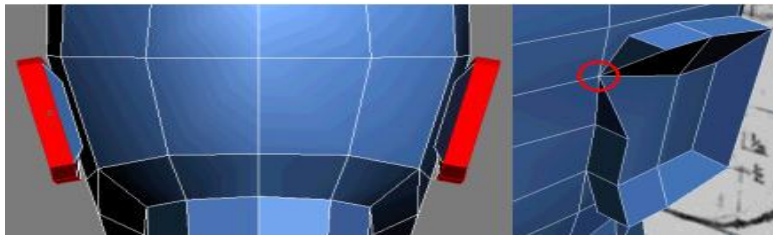


**Kuva 33. Silmän muotoilu**

Kuvan 33 silmänkuopat teimme valitsemalla silmän keskellä olevan polygonin. *Edit polygon rollout* -valikosta otimme *inset settings* -toiminnon, jonka arvoksi määritimme 5. Silmän ympärille muodostui näin uusia polygoneja. Muokkasimme uusia polygoneja kohdalleen verteksi-tasolla. Tämän jälkeen toistimme *inset settings* -toiminnon silmän keskimmaiselle polygonille, jolloin polygoneja tuli taas lisää.

Ennen korvien mallinnusta muotoilimme pään alueita. Otsaan lisäsimme *edgejä* pysty- ja vaaka suunnassa. Verteksi-tasolla muotoilimme pään muotoja mallin mukaiseksi. Poskipäähän lisäsimme myös *edgejä* joita muokkasimme verteksi-tasolla. Poskista jatkoimme suun muotoihin. Suun ympärille lisäsimme *edgejä*, jotka kiertävät suuta. Suun kohdalta leukaan teimme *cut*-työkalulla lisää *edgejä* muotoilun helpottamiseksi. Leukaa muotoilimme samalla tekniikalla lisäämällä *edgejä* kaulaan asti. Pysty- ja poikittaisia *edgejä* muotoilimme mallin mukaiseksi. Tarkemmaksi ja enemmän patsaan näköiseksi saimme mallin lisäämällä uusia *edgejä* ja muokkaamalla näitä. Mallista saais aina paremman mitä enemmän muokattavia kohteita on. Kallon sivujen ja takaosan mallinnus tapahtuu jatkamalla samoja toimintoja aina pään ympäri.

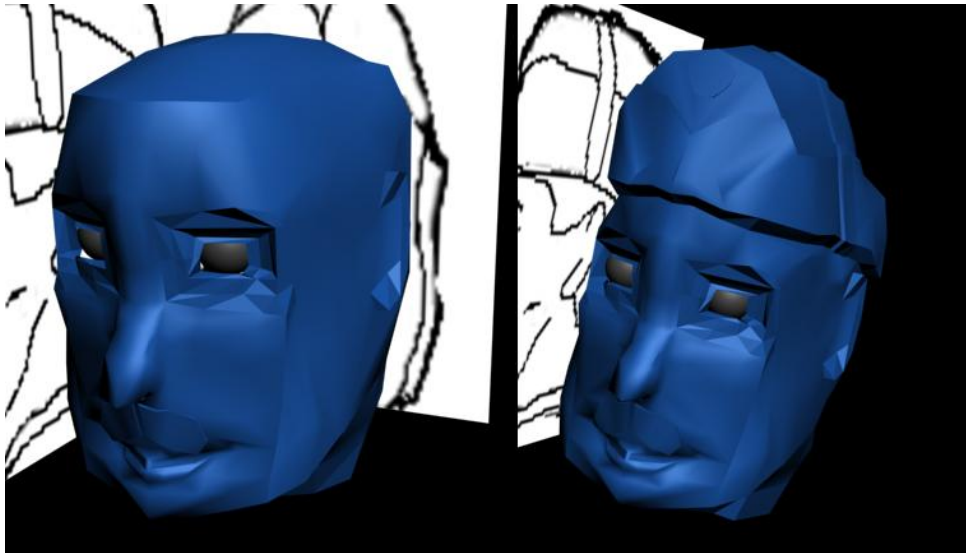
Korvat mallinsimme tekemällä ensin *cut*-työkalulla *edgejä* korvan alueelle. Valitsimme polygonit tekemiemme *edgejen* sisältä. *Extrude*-toiminnolla nostimme polygonien pintaa. Tämän jälkeen valitsimme nostamamme korvan reunapolygonit, kuten kuvassa 34 näkyy. Käytimme polygoneille uudelleen *extrude*-toimintoa, mutta muutimme *extrusion type local normal* -toiminnoksi ja nostimme korvanlehdet esiin.



**Kuva 34. Korvien tekeminen**

Poistimme korvan etuosasta turhat polygonit yhdistämällä ne *target weld* -toiminnolla päähän. Poistimme samalla toiminnolla myös muita ylimääräisiä polygoneja saadaksemme korvasta mallin mukaisen. Lopuksi muotoilimme korvan muotoja verteksi-tasolla.

Pää oli nyt muuten valmis, mutta siihen oli lisättävä vielä hattu ja viikset. Viiksiä varten teimme muutaman uuden *edgen* huulen ja nenän väliin niin, että siihen muodostui viiksien mallinen alue. Tämän jälkeen valitsimme alueen ja nostimme sen *extrude*-työkalulla esiin.



**Kuva 35. Hatun tekeminen**

Kuvassa 35 näkyvää hattua varten lisäsimme pitkittäisiä *edgejä* päällelta takaraivoon. *Edget* teimme niin, että saimme rajattua alueen, johon hattu tehtäisiin. Valitsimme alueen, johon hattu tuli ja nostimme sen esiin *bevel*-työkalulla. *Bevel*-työkalu jättää raon päällelle. Raon poistimme liikuttamalla keskimmäiset *edget* yhteen. Teimme hatusta korkeamman muotoisen nostamalla keskimmäisiä polygoneja *extrude*-toiminnolla. Lisäsimme *extrude* ja *bevel* -toiminnoilla myös pieniä yksityiskohtia, kuten hatun nauhan ja merkin. Lopuksi pyöristimme hattua verteksi-tasolla.

Työn viimeistelyssä toimimme pään samaan virtuaalitudioon, jossa oli muu mallinnettu patsas. Pää tuotiin *import merge* -toiminnolla, jolla saa valittua haluamansa objektit. Mikäli objektit ovat samannimisiä, on ne nimettävä uudelleen. Kun malli oli muuten valmis, lisäsimme malliin pyöreämpiä muotoja *soft selection* -työkalulla.

## 7 PÄÄTÄNTÖ

Saimme kuulla Viva3-hankkeesta, joka sisälsi muun muassa Mikkelissä sijaitsevan Mannerheimin vaunun mallinnusprojektin. Viva3 hankkeessa oli myös vapaana päämajapatsaan mallinnus. 3D-mallintaminen tuntui jo aikaisemmin mielekkäältä, joten kiinnostuimme hankkeesta. Käymisämme 3D-mallinnuskursseissa ei ole käsitelty virtuaalitudiotekniikkaa, emmekä olleet kuulleet siitä aikaisemmin. Tarkoituksena oli opiskella uusi tekniikka ja tutkia sen toteutusta. Lisäksi tutkimme mahdollisuuksia sen soveltamiseen käytännön mallintamisessa.

Kokonaisuutena projekti oli melko hidas ja työläs. Mallinnus kesti yhteensä useita kuukausia. Mallintaminen digitaalikameraa, kuvankäsittelyohjelmaa ja mallinnusohjelmaa käyttäen onnistuu hyvin, mutta riippuu olosuhteista. Erityisen huolellinen kannattaa olla kuvien ottamisen aikana. Kaikki suurimmat ongelmat mallin tekemisessä johtuivat kuvien aiheuttamista ongelmista. Kuvien ottaminen ulkotiloissa tuo erilaisia haasteita. Ensimmäisenä haasteena oli valaistuksen muuttuminen kuvaamisen aikana. Auringonvalon luomat varjot ja heijastukset muuttivat kohteen ääri viivoja. Lisäksi ongelmana oli vastavaloon kuvaaminen. Vastavalo aiheutti patsaan taustan ylivalotuksen, jolloin patsas oli liian tumma. Näin ollen yksityiskohtien hahmottaminen vaikeutui. Ongelmia kuvien ottamisessa tuli vastaan myös kuvattavan kohteen kuvakulmien kanssa. Mallintamisen kannalta kuvat pitäisi ottaa suoraan sivulta vaakatasosta. Kuvakulman muuttuminen aiheutti lopullisen mallin mittasuhteiden vääristymisen.

Kuvien ottaminen olisi hyvä tehdä sisätiloissa studiovalaistuksessa. Tekniikka soveltuu mielestämme hyvin yksinkertaisten mallien tekemiseen. Sellaisia voisivat olla esimerkiksi selkeitä linjoja omaavat esineet tai kohteet, kuten rakennukset, ajoneuvot ja huonekalut. Esimerkiksi ajoneuvojen mallintamisessa saa myös hyödynnettyä autoille tehtyjä *blueprint*-pohjapiirroksuvia, joissa on valmiit ääri viivat ylhäältä, sivuilta ja edestä. Monimutkaisten kohteiden, kuten kasvojen mallintaminen tunnistettavan tarkasti on todella hankalaa.



**LÄHTEET**

- Brilliant, Ken 2010. Building a Digital Human, Charles River Media.
- Franson, David, Thomas, Eric 2006. Game Character Design Complete : Using 3ds Max 8 Adobe Photoshop CS2, Course Technology.
- Johnson, Harald 2004. Mastering Digital Printing, 2<sup>nd</sup> edition, Course Technology.
- Mullen, Tony, Coumans, Erwin 2008. Bounce and Splash! : Simulating the Physical World with Blender 3D, John Wiley & Sons.
- The information resource for 3D software products, [3.11.2010]. 3Dxperience.com.
- Saatavissa: [http://www.thex3Dxperience.com/3ds\\_Max.html](http://www.thex3Dxperience.com/3ds_Max.html)

**LIITE 1.**

**Renderöityjä kuvia mallinnetusta patsaasta**

