

Ari-Pekka Mieto

3D-mallinnus tuotesuunnittelun apuna

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Digitaalisen mediatuotannon suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Digitaalisen mediatuotannon suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Ari-Pekka Mieto

Työn nimi: 3D-mallinnus tuotesuunnittelun apuna

Ohjaaja: Kimmo Salmenjoki

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 35

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämä opinnäytetyö tutkii huonekaluprojektin ideoiden visualisointia ja innovointia 3D-grafiikan avulla, sekä projektin 3D-mallien suunnitteluprosessia. Työ esittelee myös 3D-grafiikan ja mallinnuksen taustaa sekä niiden sovelluksia teollisuudessa.

Opinnäytetyössä käydään läpi huonekaluprojektissa luotuja malleja sekä niiden suunnittelusta syntyneitä ideoita ja sekä tuloksia. Monet luomistekniikat sekä valmiit mallit ovat esitelty kuvina, joita on paljon. Työssä esitellään myös yksittäisen 3D-mallin suunnittelu vaiheittain ideasta valmiiksi malliksi, esimerkkinä työnkulusta ja käytetyistä mallinnustekniikoista.

Työn loppuun on koottu yhteen projektissa syntyneet luonnokset ja johtopäätelmät. Lopuksi projektia analysoidaan kokonaisuutena.

Avainsanat: 3D-mallinnus, visualisointi.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS ABSTRACT

Faculty: School of Technology
Degree programme: Business Information Technology
Specialisation: Digital Media Production

Author: Ari-Pekka Mieto

Title of the thesis: 3D-modelling supporting product design

Supervisor: Kimmo Salmenjoki

Year: 2011

Number of pages: 30

Number of appendices: 0

The aim of this thesis was to examine the design process of a 3D-model, and how 3D-modelling might support and improve the product design of a real-life object. Also, the history of computer graphics and common ways to utilize 3D-graphics and models in various industries are depicted in this study.

The modelling and work in this thesis revolves around a furniture design project and presents models and ideas created for it. Plenty of images are being used in this study to portray the different shaping methods and end results effectively.

This study also presents a step by step example of shaping a simple model that was used in the project. In the end, the results, remarks, achievements, and general thoughts about the project are summed up and examined.

Keywords: 3D-modelling, visualization.

SISÄLLYS

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ.....	2
THESIS ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	7
1.1 3D-tuotesuunnittelu ja innovointi	7
1.2 Tavoitteet	8
2 MITÄ 3D-GRAFIIKKA ON?	9
2.1 3D-grafiikka pähkinänkuoressa	10
2.2 3D-grafiikan sovellukset	11
2.3 Autodesk 3ds Max 2010.....	12
3 3D-MALLIN VAIHEITTAINEN SUUNNITTELU	13
4 MIUKUMAUKU–PROJEKTI	19
4.1 Käsinojatuoli.....	20
4.2 Kynäteline ja maljakko	23
4.3 Keinut.....	25
4.4 Spiraalijakkara.....	27
5 TULOKSET	29
LÄHTEET	30
LIITTEET	31

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Bend-muuttuja	Bend-muuttuja mahdollistaa objektin taivutuksen 3ds Maxissa. Taivutuksen suuntaa ja voimakkuutta voidaan muokata vapaasti (3ds Max 2010, user reference).
Bézier-kahva	Bézier-kahvoilla pystyy kontrolloimaan spline-käyrän taipumista sen kulmapisteisiin sijoitetun tangentin avulla (3ds Max 2010, user reference).
Mesh-verkko	3D-malli muodostuu mesh-verkosta joka sisältää pinnat, sivut ja kärkipisteet. Mesh-verkon muotoa voi muokata siirtelemällä sen ohjauspisteitä (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 21).
Renderointi	Rendering. 3D-sovellus luo kuvan kolmiulotteisesta mallista käyttäen asetettuja parametreja, valoja, varjoja, materiaalia, kameraa jne. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 214.)
Plug-In	Ohjelmistoon liitettävä lisäsovellus, joka laajentaa sen ominaisuuksia (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 212).
Poly-muoto	Editable poly. Objektiin lisättävä muuttuja, joka antaa laajat työkalut tärkeimmille aliohjektitasojille: kärkipisteille, sivuille, pinnoille, rajoille ja polygoneille (Autodesk 3ds Max 2010, user reference).

Polygoni	Polygon. Polygoni on kolmen tai useamman sivun muodostama suljettu kuvio. Sivuja yhdistää polygonin pinta (surface). Polygonit luovat poly-muodossa olevalle objektille renderoitavan pinnan (Autodesk 3ds Max 2010, user reference).
Pursotus	Extrude. 2D-objektin pintaan luodaan pursotus, mikä antaa sille syvyyden ja kolmannen ulottuvuuden (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 213).
Spline (käyrä)	CAD-tekniikan käsite, millä tarkoitetaan käyrää joka on määritetty ohjaukspisteiden avulla mahdollisimman suoraksi (Jaakkohuhta 2007, 557).
Spline-muoto	Useimmat objektien perusmuodot saavat alkunsa splineistä. Splinet ovat 2D- ja 3D-avaruuteen piirrettyjä ääri viivoja ja muotoja (Autodesk 3ds Max 2010, user reference).
Taper-muuttuja	Taper-muuttuja pullistaa tai kaventaa objektia 3ds Maxissa. Sillä tehtyjä muutoksia pystyy tarkasti hallitsemaan muuttujan asetuksista (Autodesk 3ds Max 2010, user reference).

1 JOHDANTO

1.1 3D-tuotesuunnittelu ja innovointi

Tämä opinnäytetyö käsittelee MiukuMauku-tuoteidean suunnittelua, sen visualisointia sekä innovointia 3D-mallinnuksen avulla. Työssä tutkitaan 3D-mallien luontiprosessia ja työnkulkua. Työ esittelee myös lyhyesti, mitä 3D-mallinnus nykypäivänä on sekä miten laajasti mallinnusta hyödynnetään modernissa teollisuudessa.

MiukuMauku-konsepti on Kari Salon tuoteidea. Kari Salo toimii Seinäjoen ammattikorkeakoulussa kulttuurituotannon koulutusohjelmassa yliopettajana, sekä oman yrityksensä toimitusjohtajana. MiukuMaukun perusideana on upottaa internetin yleistymisen myötä lähes kaikille tutuksi tullut @-merkki moderneihin huonekaluihin tai esineisiin.

Kun yhteistö aloitettiin toimeksiantajan kanssa, ei pohjalla varsinaisesti ollut muuta kuin kaksi rautalankamallia sekä paljon ideoita. Opinnäytetyö seuraa mallinnusprosessia tästä ideavaiheesta ensimmäisten 3D-mallien syntyyn.

Työ käsittelee enemmän itse 3D-mallin suunnitteluprosessia kokonaisuutena, kuin itse mallinnustyötä. Mallit itsessään eivät ole erityisen monimutkaisia, aikaa mallinnustyössä kului enemmänkin esineen suunnitteluun ja oikean muodon löytämiseen yksityiskohtien sijaan. Mallinnustyö tehtiin käytännössä kokonaan etätyönä 3ds Max 2010 -opiskelijalisenssillä. Työssä käydään omassa kappaleessaan läpi myös yhden mallin kokonainen suunnitteluprosessi vaihe vaiheelta.

Tässä työssä ei käydä läpi projektissa suunniteltujen esineiden oikeaa valmistusta, tai niiden rakentamiseen käytettäviä komponentteja tai materiaaleja. Tässä

dokumentissa MiukuMauku-projekti rajautuu esineideiden 3D-suunnitteluun, kehittelyyn ja innovointiin.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja innovoida malli-ideoita, sekä lopulta luoda ideasta 3D-malli. Tavoitteena on tutkia 3D-mallinnuksen suunnittelu- ja tuotantoprosessin etenemistä ja siitä syntyviä ongelmia. Tarkoitus on myös havainnollistaa lukijalle millaisia asioita on syytä ottaa huomioon 3D-visualisoinnin tai mallinnuksen suunnittelussa.

Työn on tarkoitus esitellä selkeästi käytetyt tekniikat sekä mallinnusmenetelmät, ja käydä läpi suunnittelusta syntyneitä keskusteluita sekä havaintoja toimeksiantajan ja työn tekijän välillä.

Tavoitteena on jättää lukijalle myös käsitys, mitä 3D-grafiikka itsessään on, sekä miten laajasti sitä sovelletaan erilaisilla teollisuuden aloilla. Työ selvittää, millaista apua 3D-grafiikasta voi olla tuotekehittelyssä ja suunnittelussa.

MiukuMauku-projektin mallien tavoitteena on edesauttaa mahdollisen muotoilijan työtä tulevaisuudessa, sekä konkretisoida tuoteideoita kuvina tai pyöriteltävinä 3D-malleina. Työn loppuun on koottu MiukuMauku-projektista syntyneet tulokset ja havainnot.

2 MITÄ 3D-GRAFIIKKA ON?

3D-mallinnuksella voidaan luoda kolmiulotteisia objekteja ja kuvia tietokonegrafiikan avulla. Näitä objekteja pystyy muokkaamaan ja animoimaan virtuaalisesti lähes rajattomasti, joten 3D-grafiikan käyttötarkoituksia on todella paljon. Kolmiulotteinen digitaalinen malli eroaa tavallisesta kaksiulotteisesta esityksestä siten, että sillä on virtuaalisesti syvyys sekä perspektiivin omaava muoto. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 9.)

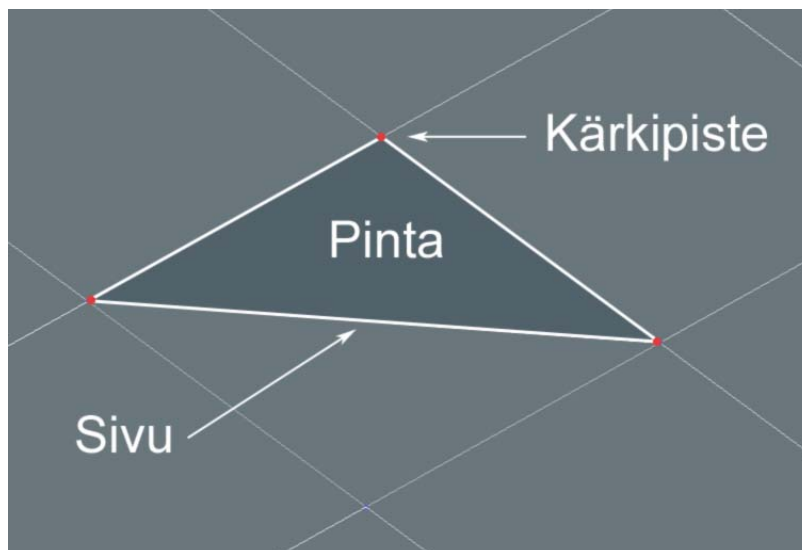


Kuva 1. 3D-grafiikkaa.

3D-grafiikka on tietokonegrafiikkaa, mikä on pohjimmiltaan keinotekoisien kuvien tuottamista tietokoneen avustuksella. Tietokonegrafiikka on yleistynyt vasta viime vuosikymmeninä, mutta on kuitenkin alana paljon vanhempi mitä yleisesti uskotaan. Valtaosa grafiikan tuottamiseen tarvittavista algoritmeista on keksitty jo 1960- ja 1970-luvulla, vaikka vasta myöhemmin tietokoneet kykenivät reaaliaikaiseen grafiikan tuottamiseen. Matematiikan ja geometrian lainalaisuudethan eivät ole kuitenkaan muuttuneet vuosien saatossa. (Kokkarinen, Kuutti & Nieminen 2001, 17.)

2.1 3D-grafiikka pähkinäkuoressa

Pääsääntöisesti 3D-malli rakentuu pienistä virtuaalisista elementeistä, pinnoista (face), jotka muodostavat mesh-verkon. Pinta taas itsessään muodostuu vähintään kolmesta kärkipisteestä (vertex) ja sivuista (edge). Mesh-verkko muodostuu pinnoista, jotka jakavat naapuripintojensa kanssa yhden tai useamman kärkipisteen. Mesh-verkkoa voidaan muokata siirtelemällä kärkipisteitä. Yleisesti mesh-verkon tiheys vaikuttaa siihen, miten yksityiskohtainen 3D-mallin muoto on. 3D-ohjelmistot antavat työkalut mesh-verkkojen mahdollisimman monipuoliseen muokkaukseen, kuten kärkipisteiden tarkkaan yhtäaikaiseen siirtämiseen tai etäisyyksien skaalaamiseen. Palat (patches) ovat nelikulmaisia verkkonkappaleita, joiden muotoa voi muovata kulmissa olevilla kärkipisteillä Bézier-kahvojen avulla. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 21.)



Kuva 2. Mesh-verkon elementit.

Toinen yleinen tapa rakentaa 3D-objekti on luoda NURBS-käyriä (Non-Uniform Rational B-Splines). Tässä tekniikassa kolmiulotteiset pinnat yhdistetään luomalla spline-käyriä. Spline-käyrien muodot määritellään kärkipisteillä sekä Bézier-kahvoilla. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 21.)

3D-mallinnuksessa ei ole olemassa vain yhtä pätevää tekniikkaa elementtien ja primitiivien muokkaukseen, vaan niitä on valtavan paljon, ja niitä syntyy ohjelmistojen ja käyttäjien myötä jatkuvasti lisää. Tunnetuimmat ohjelmistot kykenevät vähän kaikkeen, mutta erikoistuvat usein tiettyyn osa-alueeseen. Itse 3D-muotoiluun on useita eri ohjelmistoja, jotka lähestyvät muotoilua usein eri tavoin. Tavat vaihtelevat matemaattisen tarkasta 3D-rakentamisesta muovailuvahamaiseen, intuitiiviseen muotoiluun. Ohjelmistojen tiedostomuodot ovat usein yhteensopivia, tai tiedostot voi tarvittaessa muuntaa haluttuun formaattiin, joten myös ohjelmistojen päällekkäinen käyttö onnistuu. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 82.)

2.2 3D-grafiikan sovellukset

Kolmiulotteisia malleja käytetään todella laajasti, kuten esimerkiksi monenlaisissa suunnittelutehtävissä. Keinotekoiset mallit ja visualisoinnit ovat nykyään tärkeitä ja suorastaan korvaamattomia esimerkiksi kalliiden rakennustöiden ja koneiden suunnittelussa. Virtuaalista mallia voi tarkastella rajattomasti halutusta suunnasta tai tarvittaessa hajottaa yksittäisiksi kappaleiksi. 3D-mallilla voi tutkia laitteiston toimintaa tai turvallisuutta erittäin yksityiskohtaisesti. Lääketieteessä esimerkiksi modernit kuvantamismenetelmät tuottavat kolmiulotteista tietoa ihmiskehosta. 3D-mallien avulla tätä tietoa voidaan esittää helposti ymmärrettävällä tavalla. (Puhakka 2008, 23–24.)

Simulaattorit ja käyttöohjeet 3D-tuotantona mahdollistavat asioiden ja esineiden turvallisen harjoittelun tai selkeyttävät ohjeistusta. Viihde- ja mediateollisuus otti 3D-grafiikan omikseen heti sen ensiaskeleissa: 3D tuo mainoksiin iskuvoimaa, tekee elokuvien tehosteista lähes fotorealistisia ja peliteollisuudessa 3D-grafiikka on tehnyt mahdolliseksi luoda ennennäkemättömän todentuntuisia virtuaalimaailmoita. (Puhakka 2008, 24.)

Kolmiulotteisen mallin yksityiskohtien määrän ja tarkkuuden rajoja ei käytännössä ole, kaikki on kiinni mielikuvituksesta. Nykyaikaiset mallinnusohjelmistot pystyvät jäljittelemään todellisuutta lähes täydellisesti, tai taivuttamaan sen surrealisitiseksi. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 11.)

3D-grafiikan sekä digitaalisen sisällöntuotannon tulevaisuus näyttää tällä hetkellä erittäin valoisalta. Peliteollisuus on suurin 3D-grafiikan sovellusala, jonka kasvu on ollut sen syntymästä asti rajua, eivätkä taantumet ole vaikuttaneet sen kasvuun käytännössä lainkaan. (Puhakka 2008, 27; Bulik 2008.)

2.3 Autodesk 3ds Max 2010

Työssä käytettiin laajalti tunnettua Autodeskin 3ds Max 2010 -ohjelmistoa. 3ds Max valittiin siksi, koska ohjelmisto oli työn tekijälle entuudestaan tuttu. Tiedettiin myös, että ohjelmisto on erittäin kattava ja soveltuu hyvin myös huonekalusuunnitteluun.

3ds Max on yksi maailman laajiten levinneistä, sekä käytetyimmistä 3D-työkaluista, ja sen suurimpia vahvuuksia on monipuolisuus: ohjelmisto pitää sisällään työkalut niin renderointiin, mallinnukseen kuin myös animointiin. 3ds Max on kaikille yleisimmille alustoille yhteensopiva, sekä hyvin optimoitavissa ammattikäyttöön esimerkiksi Plug-in ohjelmistoilla. Näillä kytkettävillä lisäpalikoilla 3ds Max taipuu lähes mihin vain, kuvan jälkikäsitteystä painovoiman simulointiin. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 87.)

3 3D-MALLIN VAIHEITTAINEN SUUNNITTELU

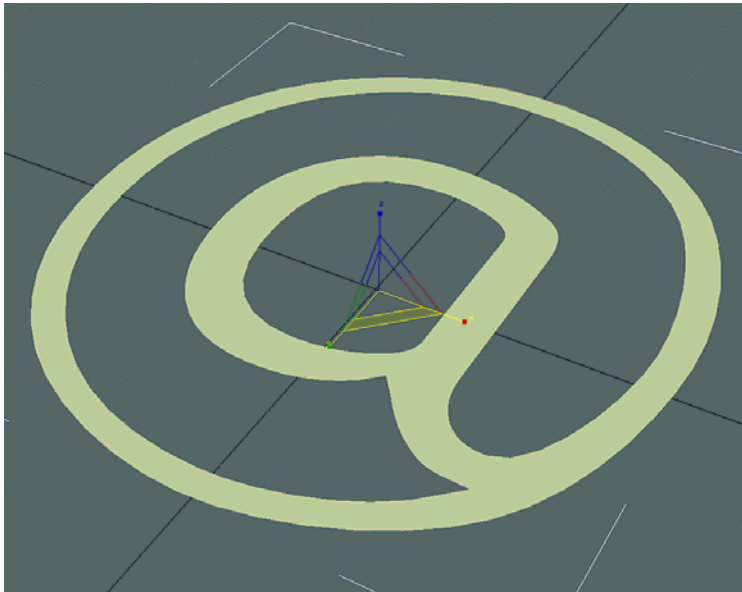
Tässä luvussa käydään läpi 3D-objektin luomisprosessin vaiheittaista etenemistä, sekä itse mallinnustyössä löytyneitä havaintoja 3D-mallin suunnittelusta.

Projektissa jokaisen 3D-mallin suunnittelu alkoi hyvin yksinkertaisesta ideasta. Pohjaidean toimivuutta tutkittiin vertailemalla sitä tavanomaisiin huonekaluihin, sekä selvittämällä mitä esineen funktio tai tehtävä on kaikenkaikkiaan. Mallintajan näkökulmasta olennainen osa oli myös määrittellä 3D-mallin tarpeet, eli mikä 3D-mallin funktio itsessään on. Tällä kyettiin kartoittamaan, miten yksityiskohtainen mallin tulisi olla, mitkä vedokset riittävät ja ovatko pinnoitteet tai renderointi tarpeellisia.

Mallinnustyössä käyttötarkoitus sanelee, miten yksityiskohtainen mallista luodaan. Mallin yksityiskohtaisuuden ääripään määrittelee mallinnustyössä käytettävän koneen tehot. Suuret kokonaisuudet luodaan pienistä osista kerrallaan. Toistuvat kuvat mallinnetaan vain kerran, ja sen jälkeen niitä kopioidaan tarpeiden mukaan. (Lehtovirta & Nuutinen, 22- 23.)

MiukuMauku-kynätelineen suunnittelu alkoi malli-ideasta jonka tehtävänä oli toimia pohjakonseptina monelle eri esineelle, tuolinjalalle, pöydänjalalle sekä maljakolle. Pienellä muokkauksella perusmuodosta saisi luotua monenlaisia variaatioita eri käyttötarkoituksiin. Putkimainen kynäteline muotoutuisi @-merkin ympärille, jolloin esimerkiksi viistosta tai ylhäältäpäin katsottuna teline näyttäisi täysin @-merkiltä.

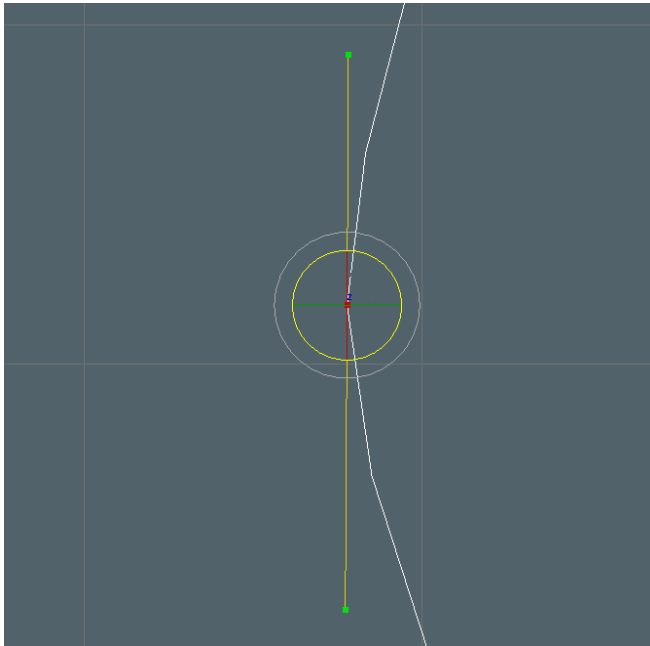
Ideasta luotiin myöhemmin konseptipiirros, jossa yritettiin löytää kynätelineen ensisijainen muoto ja pohjamalli. Tästä siirryttiin 3ds Maxiin, jossa etsittiin fonttityökalulla oikeanlainen ääriviiva @-merkille. Vaihtoehtoja löytyi lukuisia, ja äkkiseltään oikean fontin löytyminen ei ollut selkeä valinta. Fonttivaihtoehtoja kirjattiin ylös sopivuuden mukaan, ja niitä vertailtiin keskenään kunnes oikea vaihtoehto löytyi. Oleellista fontin rakenteessa oli sen eheys, symmetrisyys, pyöreys ja vähäinen terävien kulmien määrä.



Kuva 3. Fonttipohja valmiissa spline-muodossa.

Fonttia täytyi "käsilpellä" säätää vielä sen reunapisteitä siirtelemällä, sekä lisäämällä tarvittavia bézier-tangenteja pisteisiin. Tämä edesauttoi fontin rakenteen ja pyöreiden säilyttämistä. @-merkin ulkoreunan sulkeminen oli myös tarpeellista objektin käytettävyyttä ajatellen, joten se liitettiin oikeasta alakulmasta kiinni a-kirjaimen. Tämä muutos vaati joidenkin reunapisteiden yhdistämistä, sekä niiden välisten sivujen poistamista. Jäljelle jäävät ja korvaavat sivut täytyi myös "käsilpellä" muovata yhdenmukaiseksi ja symmetriseksi objektin alkuperäisen muodon kanssa.

Mikäli @-merkin muotoa jouduttiin manuaalisesti muovaamaan uudestaan, sen symmetria oli helpointa säilyttää ottamalla kopio alkuperäisestä muodosta sapluunaksi pohjalle.

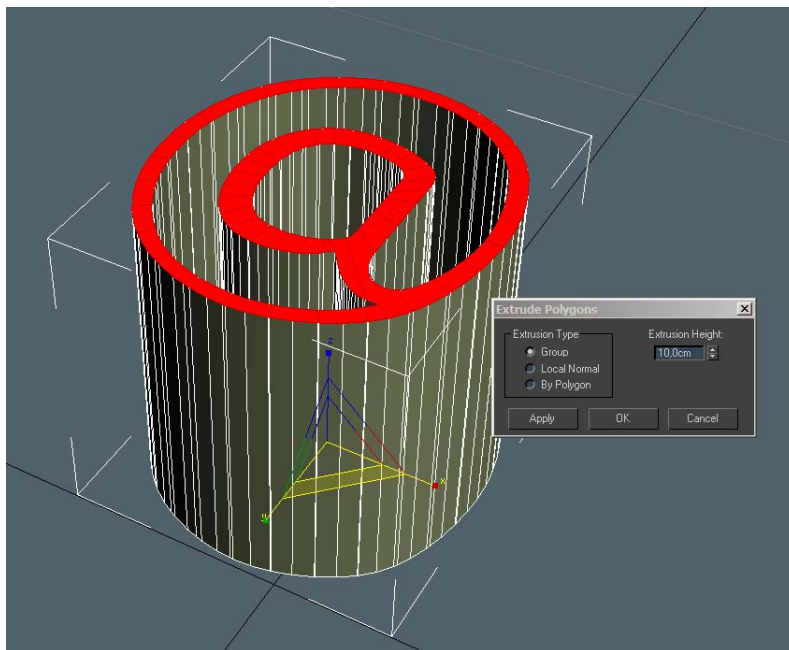


Kuva 4. Reunapisteen manipulaatio bézier-kahvojen avulla.

Perusmitat selvitettiin tutkimalla tavanomaista kynätelinettä ja spline-käyrästä muodostuva @-merkki skaalattiin oikeisiin mittasuhteisiin leveys- ja korkeussuunnassa. Korkeutta oli 10 senttimetriä, halkaisija 6,5 senttimetriä sekä seinämän paksuus noin 0,5 senttimetriä. Seinämän paksuutta lisättiin myöhemmin objektiin, sillä kynätelineen valmistamista ajatellen ohuet sisäpinnat saattaisivat olla liian hauraita.

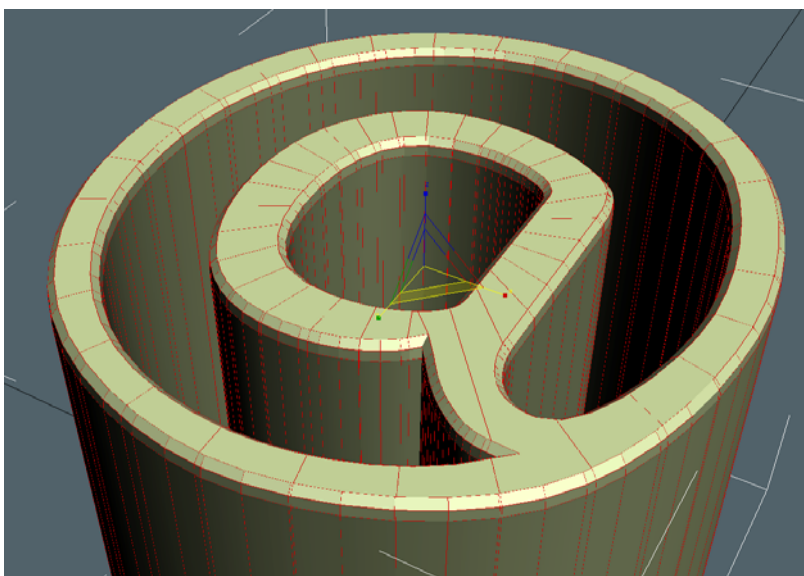
Seuraavaksi kynätelineelle tarvittiin syvyys, johon 3ds Maxin pursotus-muuttuja oli omiaan. Tätä ja tulevia operaatioita varten objekti täytyi muuttaa poly-muotoon. Ennen objektin viemistä toiseen muotoon oli varmistettava, ettei muutoksia tarvitse tehdä enää spline-muodossa. Muodon tulisi sellaisenaan olla esimerkiksi tarpeeksi pehmeä ja symmetrinen sillä sen korjaus poly-muodossa olisi huomattavasti haastavampaa.

Pursotuksen syvyyden pystyy määrittelemään desimaalien tarkkuudella, joten spline-käyrästä muodostuvaa pohjaa pursotettiin niin paljon, kuin keskimääräisellä kynätelineellä on korkeutta.



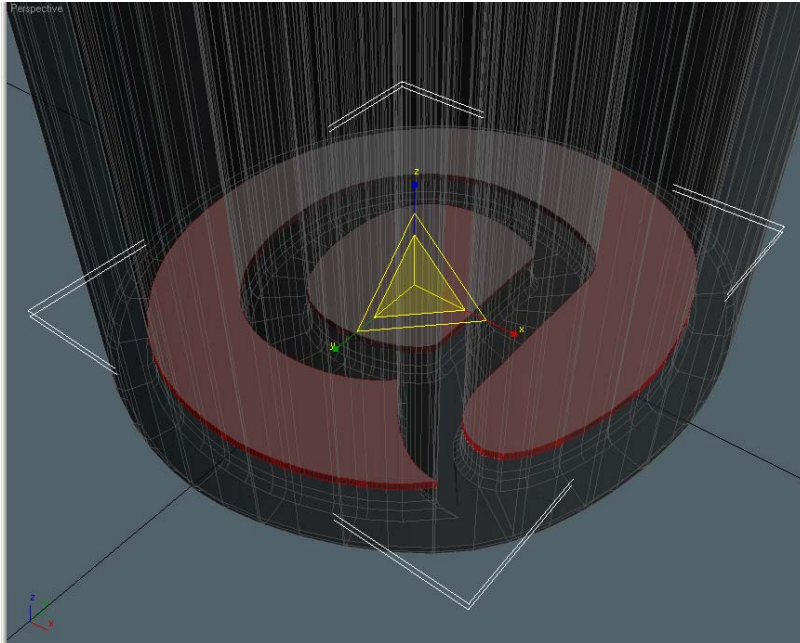
Kuva 5. Pinnan pursotus poly-muodossa.

Pursotuksen jälkeen objektin pohja suljettiin cap-toiminnolla, mikä sulki objektin pohjassa olevan tyhjän pinnan. Koska perusmuoto oli nyt kunnossa, objekti täytyi seuraavaksi pyöristää. Siihen soveltui erinomaisesti bevel-toiminto, sillä tässä mallissa kulmien pyöreiden pehmeydellä ei ollut suurta merkitystä. Bevel-työkalulla luoduilla uusilla polygoneilla reunoista saatiin riittävän pyöreät.



Kuva 6. Bevel-työkalulla pyöristetty reuna.

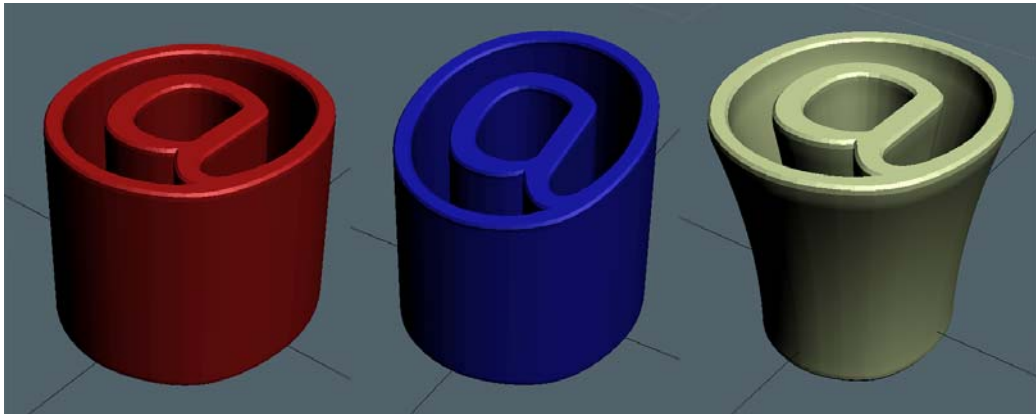
Objektilta puuttui vielä fyysinen pohja, joka luotiin erillisenä objektina @-merkin ääri viivojen ”sisäpuolelle”.



Kuva 7. Kynätelineen pohja.

Pohja luotiin erottamalla kopio @-merkin ääri viivasta spline-muodossa, muuntamalla se fyysiseksi poly-objektiksi ja pursottamalla sitä hieman alaspäin. Pursottaminen loi litteälle spline-käyrillä luodulle raamille kiinteän sisällön jolla oli syvyys. Lopuksi pohja sekä muu rakenne ryhmitettiin vielä yhteen, jotta jälkikäsitteily, kuten muodon muovaus muuttujilla helpottuisi.

Objektista luotiin vielä erilaisia mallivariaatioita. Yhdessä versiossa objekti oli sisältä ontto ja @-merkki oli ainoastaan ohuena kantena pinnassa. Toisessa taas yläosaa kallistettiin hieman, jolloin @-merkki on selkeästi paremmin näkyvässä, mikäli objekti olisi tarkasteltavana esimerkiksi pöydällä tai hyllyllä. 3ds Maxin objektiin lisättävillä taivutus- ja pullistusmuuttujilla valmistui nopeasti erilaisia variaatioita kynätelineen perusmuodosta.



Kuva 8. Variaatioita kynätelineestä.

Kynätelinettä käytettiin pohjamallina myös pöydänjalalle sekä maljakolle. Malli täytyi siis alusta pitäen suunnitella siten, että sitä olisi mahdollisimman helppo skaalata ja levittää myöhemmin.

MiukuMauku-kynäteline 3D-mallina oli kaikenkaikkiaan helppo toteuttaa. Sen muoto on tarpeeksi yksinkertainen, mutta teemaan kuuluva @-merkki näkyy kuitenkin erittäin selkeästi.

4 MIUKUMAUKU–PROJEKTI

MiukuMauku-projektissa ideana oli luoda @-merkistä persoonallisia, selkeästi tunnistettavia esineitä. Projektin ensimmäinen tapaaminen järjestettiin toimeksiantajan kanssa 4.6.2010. Tapaamisessa tutkittiin ideoita sekä pyrittiin selvittämään, millaisiin asioihin ja esineisiin ideat ovat sovellettavissa. Ensimmäiset konseptipiirrokset syntyivät edellä mainittujen ideoiden ja kahden rautalankamallin pohjalta. Konseptipiirroksissa kokeiltiin erilaisia @-merkin ympärille rakentuneita, tai sitä myötäileviä esineitä.

Ensimmäisen, karkean 3D-mallivedoksen valmistuttua se lähetettiin kommentteineen sähköpostilla toimeksiantajalle tarkasteltavaksi. Tätä myöden sähköpostista muodostui yhteistyön pääasiallinen kommunikointiväline, sillä käytännössä kaikki tarpeellinen informaatio siirtyi vaivatta mallitiedostoina tai kuvina. Tämän mittasuhteen projektissa tiedostot olivat pieniä, joten ne soveltuivat sähköpostin kautta lähetettäväksi erinomaisesti.

Mallinnusprosessin sujuvuudessa ja workflown säilyttämisessä pelasi merkittävän suurta roolia jatkuva työn taltionti. 3D-objektin pohjarakenteen eri mallinnusvaiheiden tallennuksesta sekä mahdollisuudesta palata taaksepäin mallinnustyössä oli mittaamaton hyöty suunnitteluvaiheessa.

Objektien luomiseen käytettiin paljon spline-käyrää sekä monenlaisia pursotusmenetelmiä. Splineillä luodaan usein pyöreitä muotoja, sillä ne ovat erinomaisia pehmeiden, pyöreiden tai orgaanisten pintojen suunnittelussa (Maestri 2008, 28).

Materiaalien tai valojen käyttöä ei 3D-malleissa ollut käytännössä lainkaan, sillä mallien perusmuodot näkyivät selkeästi ilman niitä. Mallivedoksiin ja niiden taustoihin käytettiin yksinkertaista materiaalia, joka loi kevyen ja varjostuksen ja valon aiheuttaman reaktion kohdepintaan. Esimerkkikuvissa käytettiin suuntaamatonta omni-valoa, yleensä ilman varjostusta.

Oikeiden mittasuhteiden saavuttamisessa käytettiin niin kutsuttua kalibrintilaatikkoa. Kalibrintilaatikko on yksinkertainen suorakulmio, jolla on virtuaalisessa tilassa objektin oikea korkeus, leveys ja syvyys. Tässä projektissa perusmittana käytettiin senttimetriä, joten kalibrintilaatikon mitat määriteltiin senttimetrien mukaan oikeaan suhteeseen todellisiin mittoihin. Kalibrintilaatikkoa ei käytetty tarkkojen mittojen määrittämiseen, mutta suurpiirteiseen skaalaukseen se oli nopea työkalu. 3D-malli asetetaan kalibrintilaatikon sisään, jossa se skaalataan oikeaan mittakaavaan.

MiukuMaukun 3D-mallien luominen tapahtui kesän 2010 aikana, noin kolmen kuukauden jaksolla. Mallinnustyöstä valtaosa kului mallien mittojen ja symmetrian ylläpitämisessä sekä konseptisuunnittelussa.

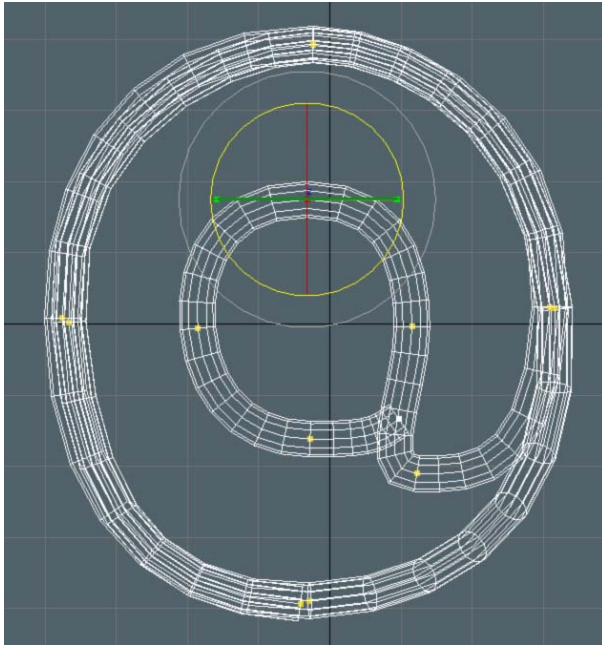
Projektissa ei fyysisesti valmistettu vielä mitään mallinnetuista objekteista, eikä objekteihin soveltuvista rakennusmateriaaleista vielä keskusteltu. Eli projektin esineiden rakentamiseen tai käytettäviin rakennusmateriaaleihin liittyvät havainnot ovat tässä dokumentissa enintään spekulatiivisia.

4.1 Käsinojatuoli

Mallinnustyö aloitettiin tutkimalla tavanomaisten huonekalujen mittoja sekä suhteita huonekaluyritysten nettisivustojen avulla. Piirroksat ja kaikenlaiset konseptit tulivat tarpeeseen suunnitteluvaiheen alkutaipaleella. Näiden piirrosten ja keskimääräisten huonekalumittojen pohjalta luotiin ensimmäiset vedokset: ensimmäiset 3D-rautalangat taipuivat siihen muottiin, mistä alun perin ideoitiin.

Ensimmäiset vedokset luotiin 3ds Maxin teksti-toiminolla luotavan @-merkin muotojen mukailleen. Spline-työkalulla piirrettiin 3D-tilaan ns. rautalankamalli @-merkin muodosta. Tämä oli tarpeellista, koska spline-käyrän manipulointi osoittautui moninkertaisesti helpommaksi kuin valmiin teksti-splinen käsittely. Spline-käyrästä syntyi nopeasti perustyökalu projektin esineiden suunnittelussa.

Symmetrisen, ohuen ja pehmeän objektin työstäminen tuntui luonnolliselta spline-käyriä käyttämällä.

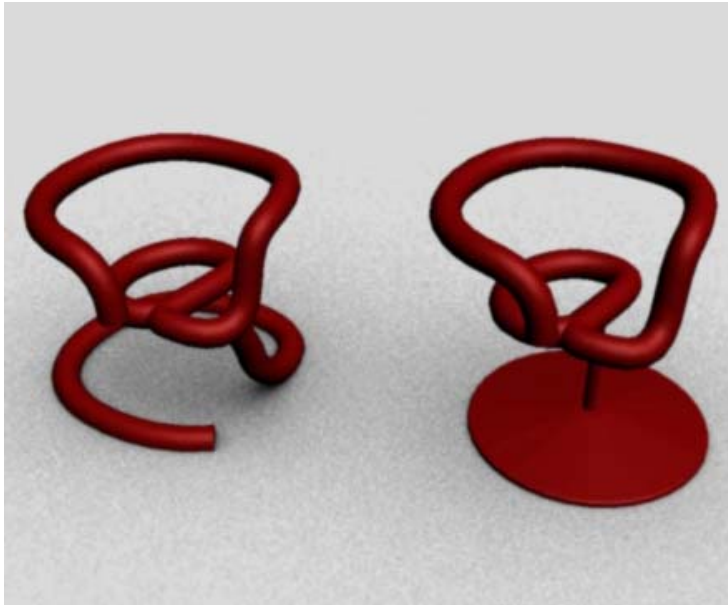


Kuva 9. Spline-käyrästä paisutettu objekti sekä Bézier-kahva.

3D-mallinnuksessa on usein tärkeää ja ajankäytön kannalta jopa kriittistä löytää oikeat tekniikat ja työkalut tarvittavan mallin luomiseen. Vaikka objektin lopullinen muoto olisi eri tekniikoita käytettäessä sama, ei muodon fyysinen rakenne välttämättä kuitenkaan ole. Kokemus auttaa oppimaan, mikä tekniikka toimii missäkin. (Lehtovirta & Nuutinen 2000, 23.)

Yhdeksi suurimmista haasteista työssä osoittautui tarkan symmetrian ylläpitäminen spline-käyrää manipuloitaessa. Pyöreän ja pehmeän muodon symmetrian säilyttäminen objektia manipuloitaessa saattoi olla ajoittain erittäin haastavaa. @-kirjaimen käyttö pohjamallina spline-käyrälle helpotti objektin symmetrian säilyttämistä. Kun spline-käyrä jokseenkin saavutti muotonsa, sille kytkettiin paisutus, mikä renderoi ”rungon” käyrän ympärille, tehden siitä fyysisen objektin 3D-tilaan.

Ensimmäisen vedoksen valmistuttua huomattiin hyvin nopeasti, että @-merkki menettää helposti muotonsa, jos istuinosaa tai käsinojia muovataan paremmin istuttaviksi. Tämän vuoksi objektin ergonomia saattaisi kärsiä, mikäli @-merkissä pysyttäisiin tarkasti. @-merkin kaaret tulivat usein ongelmallisesti jalkatilan eteen istuinosan ja käsinojien manipuloinnissa.



Kuva 10. Ensimmäiset vedokset MiukuMauku-tuolista.

MiukuMauku-tuoli ei tässä muodossaan näyttänyt kovin istuttavalta monimutkaisuudestaan johtuen. Tärkeää on kuitenkin huomata, että hyvinkin nopeasti syntynyt koevedos synnytti palautetta ja keskustelua: se toi esiin seikkoja ja ongelmia, joita oli helppo muokata ja korjata haluttuun suuntaan. Myös ensimmäiset visuaaliset tuotokset ideasta oli saatu nyt esille.

Tuolin seuraavassa vedoksessa korjauksia tehtiin käsinojien kaariin, sekä avattiin istuinosaa enemmän. Myös tuolin jalustasta tehtiin useita vedoksia, ja yleisesti erilaisten vaihtoestoisten liitospalojen kokeilu mallien luomisvaiheessa onnistui 3ds Maxin avulla ongelmitta. Objektin eri vaiheiden tallentaminen mahdollisti sekä helpotti muutosten vertailua.

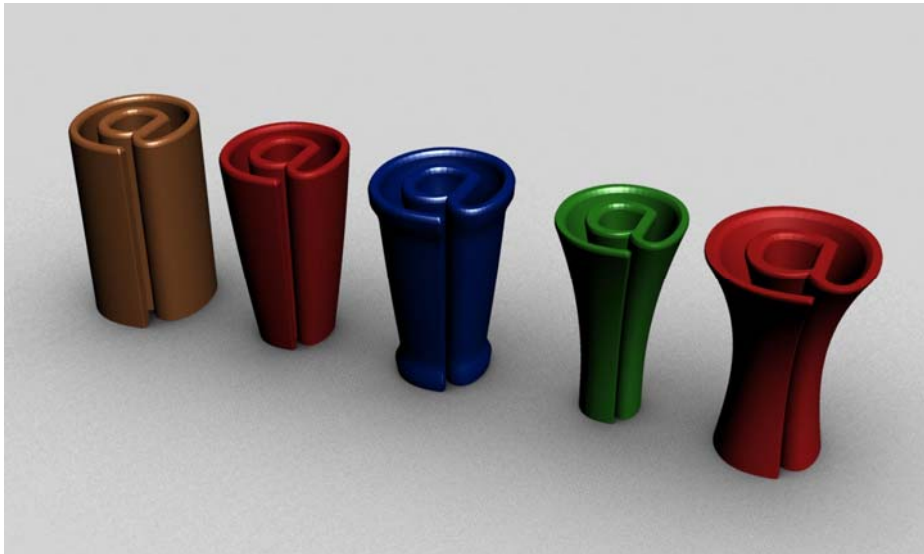
Tuolin kehitystä seuraavissa sähköisissä keskusteluissa käytiin läpi lukuisia muita tuoteideoita. Näihin kuului muun muassa toisenlaiset huonekalut, erilaiset tuolisovellukset kuten kiikku-, keinu ja nojatuolit, sekä pienempiä objekteja kuten kynäteline tai kukkaruukku. Tarkoitus oli luoda uutta sekä innovoida vanhaa, luoda paljon erilaisia visualisointeja objekteista suunnittelijan taitojen mukaan. Projekti antoi paljon vapautta improvisoida tuotteen muovaamisessa ja ideoinnissa.

4.2 Kynäteline ja maljakko

Seuraavan mallinnusobjektin idean pohjalta oli tarkoitus luoda perusmuoto objektille, jota voisi käyttää mahdollisesti useassa yhteydessä: tuolinjalkana, jakkarana, pöydänjalkana, maljakkona sekä kynätelineenä. Objekti olisi täten korkea, kapeahko pilari joka säilyttäisi @-muodon.

Työskentely aloitettiin luomalla @-tekstiobjektista 3D-tilaan kiinteä poly-objekti, johon saatiin syvyys pursottamalla. Mallinnustyössä suurin haaste oli saada @-muoto tarpeeksi eheäksi, mikä mahdollisti selkeän ja puhtaan pursottamisen. Sopimattoman muodon pursottaminen tässä tapauksessa loi usein vääristymiä. Erilaisia sorvaus- ja muovausmenetelmiä käyttäen objektista luotiin monta erilaista versiota nopeasti kopioimalla ja muokkaamalla perusmuotoa. 3ds Maxin bend- ja taper-työkalut olivat omiaan muodon nopeassa taivutuksessa, venytyksessä tai levityksessä. @-merkistä pursotettuun objektiin täytyi lisätä paljon sivuja: pursotuksen luoma fyysinen ”massa” ei sisällä oletusarvoltaan sellaisenaan uusia sivuja syvyysuunnassa lainkaan. Uudet sivut lisäävät objektin mesh-verkon tiheyttä, mahdollistaen sitä pehmeämmän muodon ja sen taivutuksen, mitä tiheämpi verkko tässä tapauksessa on. Ilman välisivuja pystysuuntainen muoto ei taivu käytännössä lainkaan.

Yksinkertainen on kaunista. Yleisesti ottaen liian monimutkaiset, tai liikaa taivutetut tai venytetyt mallit eivät olleet enää käytännöllisen oloisia, saati näyttäviä. Myös objektin funktio täytyi jatkuvasti ottaa huomioon sitä muokatessa.



Kuva 11. Koevedoksia maljakkomallista.

Kuvan renderointivaiheessa koettiin oleelliseksi pitää kuva mahdollisimman yksinkertaisena ja selkeänä, eli kaikki epäolennainen poistettiin. Kuvassa oli tarkoitus näkyä selkeästi objektin muoto, ja mahdollisia esimerkkivärejä.

Mallivedokset lähetettiin jälleen sähköisesti toimeksiantajalle. Vedoksista syntyi keskustelua 3D-tulostuksen käytöstä. 3D-tulostus mahdollistaisi objektien yksinkertaisten prototyyppimallien luomisen, tämän vuoksi mallit tulisi käsitellä uudestaan. Pienellä fyysisellä objektilla olisi mahdollista havainnollistaa muotoa vielä lisää, ja tulostuksen onnistuessa myös luoda prototyyppi-mallikappale.

3D-tulostusta harkittaessa useat objektit joutuivat niin ikään takaisin piirtopöydälle laitteen materiaalin rakenteen asettamien rajoitusten vuoksi. Kynätelineestä saisi helposti tulostettavan koeversion pelkästään pohjan sulkemalla, kun taas maljakko vaatisi täysin umpinaisen muodon. Objektit optimoitiin 3D-tulostusta varten, mutta tulostus ei sellaisenaan liittynyt tähän työhön.

Maljakon toteutuksessa haasteeksi syntyi @-merkin monimutkaisuus. Muodon täytyisi luonnollisesti olla umpinainen ja suoraan @-merkistä pursottaminen tekisi objektista kovin hauraan ja avonaisen. Suunnitteluvaiheessa kokeiltiin useita ratkaisuja, joista parhaimmaksi koettiin @-merkin reunan sulkeminen.

MiukuMauku–esineistöä mallintaessa täytyi jatkuvasti miettiä tarkoin, miten @-merkin muodon saisi säilytettyä eheänä.

Maljakkomuotista syntyi helposti malliversio pöydänjalalle. Jalka suunniteltiin läpinäkyvään pöytään, jolloin rungon muodostama @-merkki näkyisi suoraan ylöspäin ja olisi selkeästi tunnistettavissa.

Aikaisemmin tarkemmin käsitelty kynäteline luotiin hyvin samankaltaisesta @-merkin spline-ääriviivasta, joka tosin jo luomisvaiheessa suljettiin reunasta kokonaan.

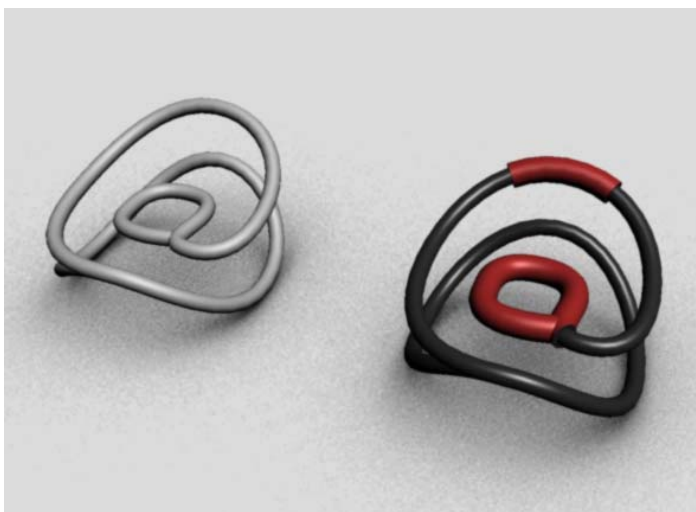
4.3 Keinut

Konseptiltaan keinu oli suhteellisen yksinkertainen, @-merkin muotoilu istuttavaan muottiin. Idea oli muotoilla @-merkin sisäkaaresta istuin, ja ulkokaaresta jalkatuet ja käsinojat. Aikaisemmin luotua, spline-käyrästä muotoiltua @-merkkiä käytettiin muotoiltavan objektin pohjana, mikä nopeutti luomisvaihetta huomattavasti. Samasta spline-käyrästä muovattiin myös pohja keinutuolille. Molemmissa aiheissa idea oli kutakuinkin sama, joskin keinutuolissa ulkokaaren oli tarkoitus myös toimia jalkana.



Kuva 12. Keinun mallipohja.

Keinutuolin mallinnuksessa ongelmaksi nousi jälleen @-merkin muodon eheys. Ulkokaaren toimiessa sekä jalkoina että käsi- ja selkänojana, muotoa täytyi usein venyttää rajusti. Monen eri koemallin päätteeksi jonkin asteen keskitie löytyi. Myös keinutuolissa @-merkin koko suhteessa itse objektiin tulisi olemaan suurempi kuin muissa objekteissa. Keinun ja keinutuolin mallinnuksessa oli haastellista säilyttää sen istumakorkeus, sillä mittojen säilyttäminen @-merkin sisäkaaren pyörittämisessä z-akselilla, sen etäisyys ulkokaareen usein muuttui. Tämän vuoksi sisäkaari jouduttiin siirtämään manuaalisesti takaisin paikoilleen, joka usein rikkoi muodon symmetrian.



Kuva 13. Keinutuolin mallivaihtoehtoja.

Keinutuolista syntyi useita variaatioita, joista tosin vain muutama säilytti @-merkin rakenteen tarpeeksi eheänä. Potentiaalisena rakennusmateriaalina olisi tässäkin tapauksessa jonkinlainen putki. Tuolin nykyisessä muodossa kohdat, jotka ovat kosketuksessa istujaan, pehmustettaisiin päällysteellä.

Keinutuolin perimmäinen ajatus on luoda moderni, ”viileämpi” versio vanhan ajan keinutuolista.

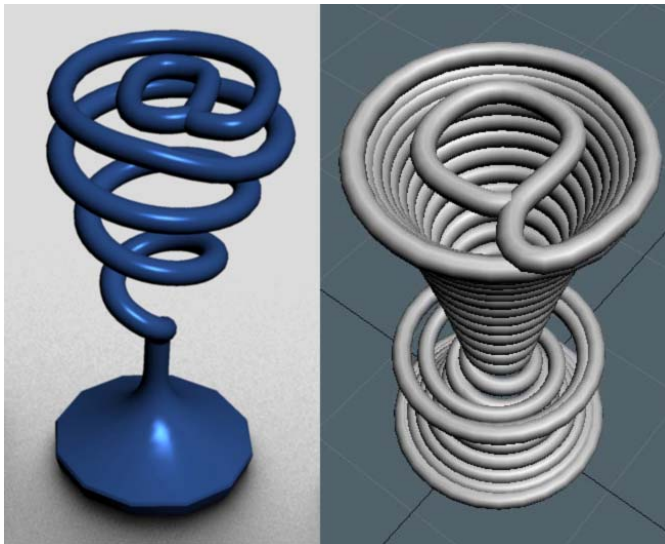
4.4 Spiraalijakkara

Spiraalijakkaran ideana oli luoda putkesta @-merkin päällä istuttava korkea baarijakkara, joka muotoutuisi @-merkin ulkokaaren reunasta spiraalimaisena putkena kohti jalustaa, leviten lopulta jalustaksi. Alaosassa olisi myös jalkatuki, mikä muotoutuisi toisesta putkesta liittyen lopulta päärunkoon.

Spiraalijakkaran työstäminen alkoi aikaisemmissa töissä käytetystä spline-käyrästä muovatusta @-merkistä. @-Merkin ulkokaaren reunasta muotoiltiin spiraalityökalulla alaspäin kapeneva, spiraalimaisesti kieppuva tuolinjalka. Myös spiraalin pohjarakenne oli fyysiseksi paisutettu spline-käyrä, joka mahdollisti muodon suhteellisen helpon skaalauksen ja muokkauksen. Spiraalijakkaran luomisprosessi oli haastava, jossa eri jakkaran vaiheista tehdyt tallennukset tulivat useasti tarpeeseen.

Spiraalijakkaran viimeinen muoto muutettiin poly-formaattiin viimeistelyä varten, jonka jälkeen helposti muokattavaan spline-formaattiin ei voitu palata lataamatta mallin vanhempaa versiota. Poly-muoto tuli tarpeelliseksi objektin osien yhteenliittämisessä. Kokemuksella vaikuttaisi olevan iso rooli tarpeellisten rakennemuutosten tekemisessä. Mikäli uusi vastaavanlainen objekti luotaisiin tyhjästä, osattaisiin tarpeettomat konversiot luultavasti välttää.

Tästä vaiheesta pystyi helposti päättelemään, miksi objektit kannattaa viimeistellä tarkasti mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa, kuten tässä tapauksessa spline-objektina. Spline-objektin konversio poly-objektiksi niin ikään poistaa objektilta sen selkärangan, minkä avulla sitä oli spline-muodossa helppo muovata pelkkien bézier-kahvojenkin avulla. Poly-muodossa objektin rakenteen pintoja on itsessään kuitenkin helpompi muokata.



Kuva 14. Vedoksia Spiraalijakkarasta.

Ensimmäinen vedos aiheutti palautetta rakenteesta, sellaisenaan alkuperäinen versio oli harvarakenteinen ja vaatisi rakennettavalta materiaalilta enemmän kestävyyttä. Spiraalijakkarän 3D-mallin haasteena on monimutkaisuus. Spiraalin kierroksia on mallin lopullisessa vedoksessa edelleen liikaa, ja avoimessa muodossa mallin ”sisäpinnat” näkyvät häiritsevästi. Spiraalijakkara oli ainoa malli, jonka 3D-tulostus ei luultavasti tulisi sen rakenteen vuoksi sellaisenaan onnistumaan.

Spiraalijakkarän mallia käsiteltiin vielä myöhemmin poistamalla spiraalista kierroksia, sekä yksinkertaistamalla rakennetta hieman.

5 TULOKSET

Jokaisesta MiukuMauku-aiheisesta objektista saatiin luotua viitteellinen 3D-malli. Osa MiukuMauku-mallien 3D-vedoksista on lähetetty muotoilijalle avustamaan jatkotuotantoa. Mallinnustyöstä, ja erityisesti huonekalujen 3D-vedoksista saadusta palautteesta selvisi paljon yksityiskohtia ja muotoiluteknisiä seikkoja, joita huonekalumuotoiluun perehtymätön mallintaja ei välttämättä osaisi ottaa lainkaan huomioon. @-merkki osoittautui haasteelliseksi istuimissa, joissa oli tärkeää säilyttää ergonomisuus ja istumismukavuus, kun taas toisaalta @-merkki oli omiaan esimerkiksi kynätelineessä, pöydänjalkana tai maljakkona. Pienemmissä objekteissa, tai esimerkiksi tukevana jalustana, merkki toimi hyvin.

Mallit luotiin silmälläpitäen sitä, että niistä voidaan helposti luoda pienehköjä prototyypimalleja 3D-tulostimella. Useissa malleissa myös muodot optimoitiin tai suunniteltiin uudelleen tukevammiksi tulostusta ajatellen. Kynätelineen seinämien ja tuolin kantavien rakenteiden paksuuteen kiinnitettiin erityishuomiota. Malleissa oli myös tärkeää, että niiden rakenne säilyi eheänä, eikä esimerkiksi mesh-verkko pääse muokatessa pirstoutumaan liikaa. 3D-mallien eheys helpottaa mahdollista jälkikäsitteilyä.

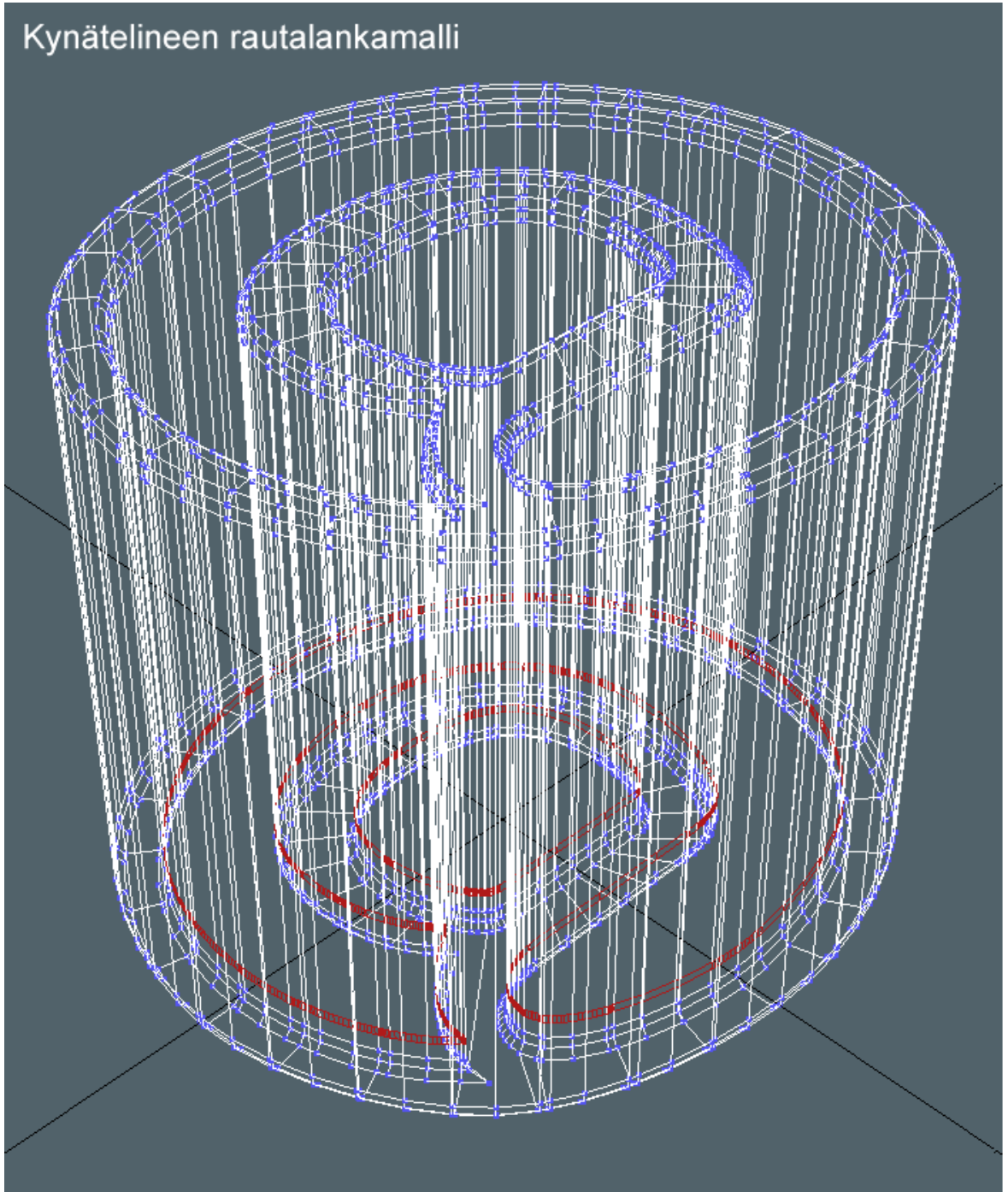
Tuoleista syntyivät esimerkkivedokset, joilla pystytään tutkimaan tai havainnollistamaan rakennettavan tuolin tulevaa muotoa tai potentiaalista luomismateriaalia sekä istumismukavuutta. Esineen soveltuvuutta erilaisiin tiloihin voidaan tutkia esimerkiksi skaalaamalla 3D-malli oikeisiin mittasuhteisiin ja liittämällä se oikeaan kuvaan.

Mallintamisen ohessa kävi ilmi miten paljon työstä kului itse suunnittelussa, mallien mitoittamisessa sekä symmetrian ylläpitämisessä. Työn aikana havaittiin useita tekniikoita joilla symmetrian ja mittojen eheys oli helppo säilyttää. MiukuMauku-projektissa alkuperäisten ideoiden pohjalta luodut 3D-mallit synnyttivät itsessään paljon ideoita, joihin @-merkki olisi sovellettavissa.

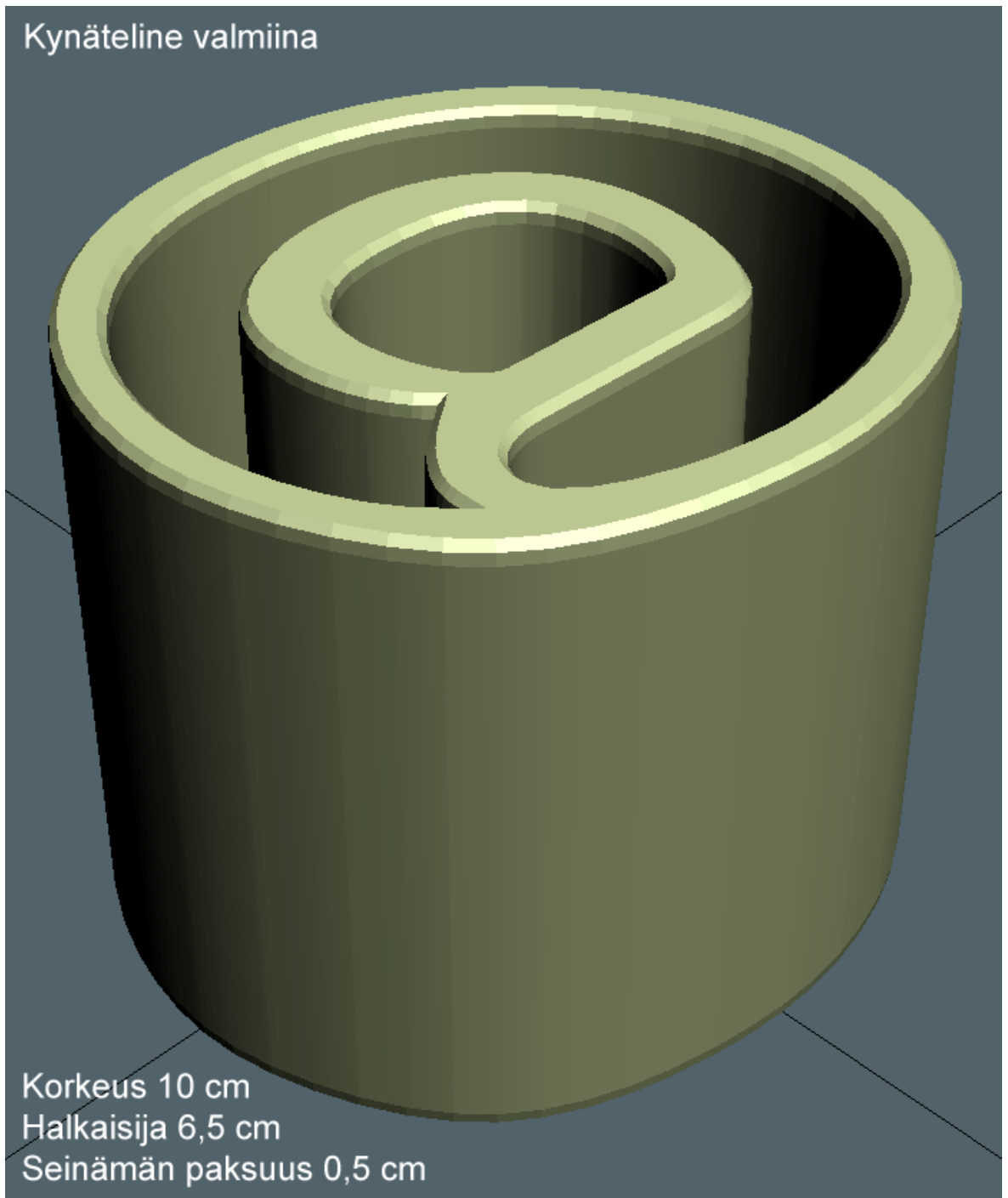
LÄHTEET

- Autodesk 3ds Max 2010, user reference -tiedosto. [Ohjetiedostosta viitattu]. Autodesk Inc.
- Lehtovirta, P. & Nuutinen, K. 2000. 3D-sisältötuotannon peruskirja. Jyväskylä: Docendo.
- Puhakka, A. 2008. 3D-grafiikka. Helsinki: Talentum.
- Kokkarinen, I. Kuutti, W. & Nieminen, J. 2001. Tietokonegrafiikka. Helsinki: Talentum.
- Bulik, B. S. 2008. Despite Recession, Video-Game Industry Shows Massive Growth. [WWW-lähde]. Advertising Age. [Viitattu 30.9.2010]. Saatavissa: http://adage.com/article?article_id=127158
- Jaakkohuhta, H. 2007. Tietotekniikan Sanakirja. Jyväskylä: Gummerus.
- Maestri, G. 2008. 3ds Max at a Glance. Wiley Publishing. Indianapolis.

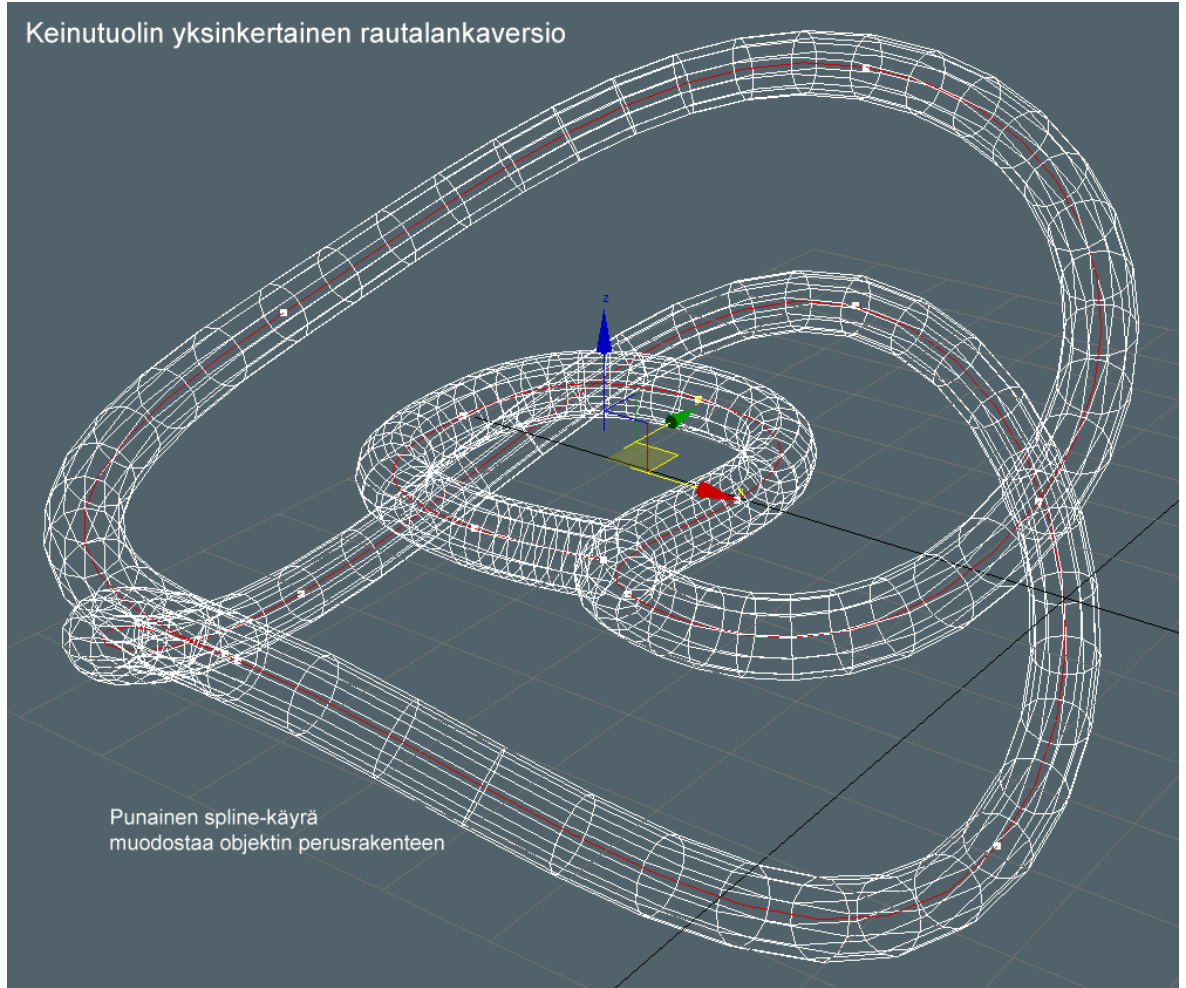
Kynätelineen rautalankamalli



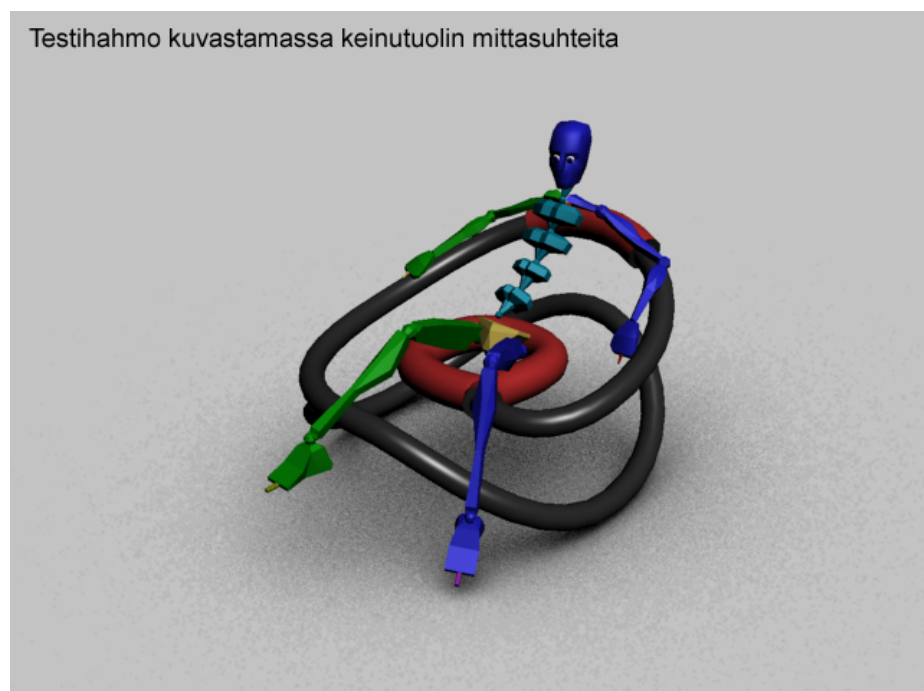
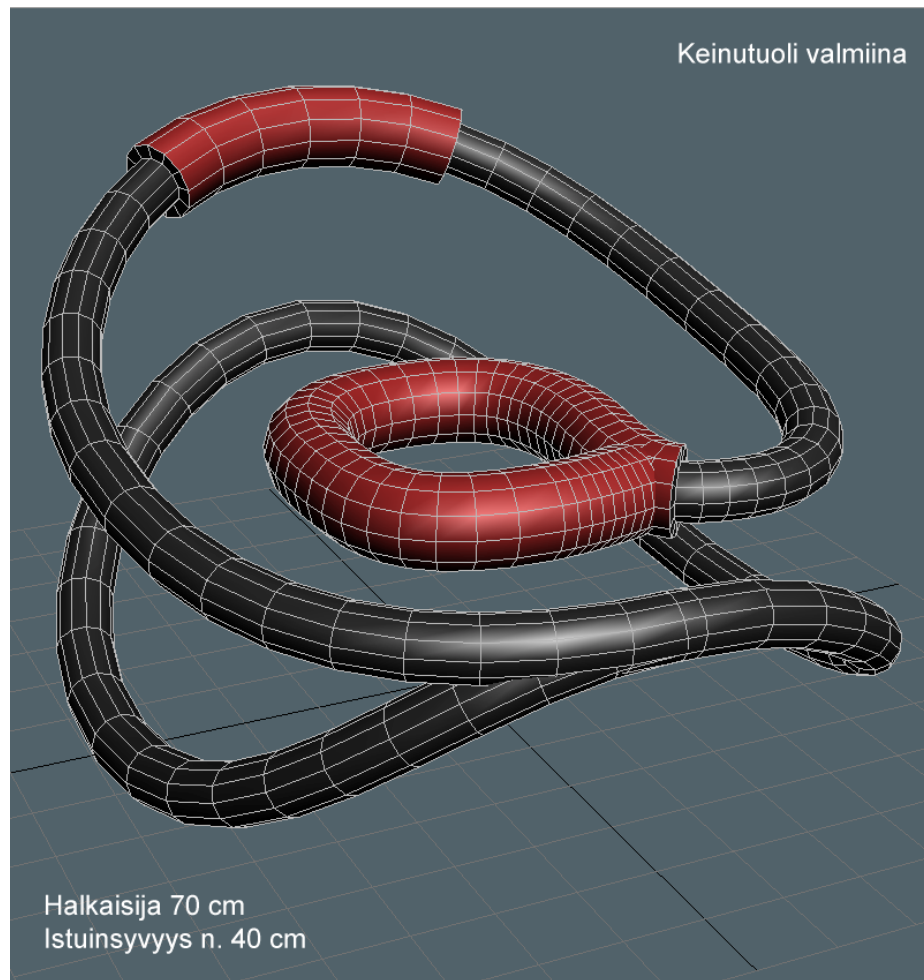
Kynäteline valmiina



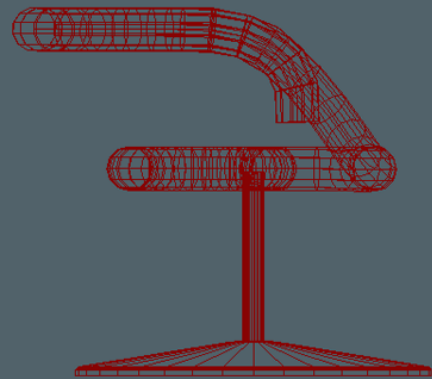
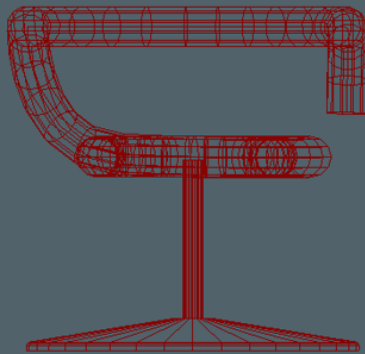
Keinutuolin yksinkertainen rautalankaversio



Punainen spline-käyrä
muodostaa objektin perusrakenteen



Käsinojatuolin viimeisin versio



Pituus 70 cm
Leveys 70 cm
Istuinsyvyys 42 cm