

CAD-MALLINNUKSEN VAIKUTUKSIA KORUALAAN

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyökseni valmistin kolmen korun sarjan Kultaseppä Hanhiniemelle, käyttäen apuna tietokonemallinnusta ja 3D-tulostusta. Sarja koostuu sormuksista, jotka noudattavat samaa muotokieltä, mutta ovat silti eri käyttötarkoituksiin tai tilanteisiin sopivia. Nämä kolme ovat juhlasormus, arkisormus ja vihkisormus. Tutkin myös CAD-mallinnuksen historiaa eri lähteistä ja tein tutkimuskyselyn korualalla 3D-mallinnusta hyödyntäville yrityksille. Kyselyn perusteella sain tietoa siitä, kuinka paljon ja millä tavoin mallinnusta korualalla käytetään. 3D-mallinnuksen hyötyjä ja haittoja olen myös punninnut esimerkiksi asiakaslähtökohdista.

Avainsanoja: CAD-mallinnus, 3D-mallinnus, sormukset, korut, tietokoneavusteinen mallinnus, 3D-tulostus

## ABSTRACT

This thesis is about my project for Kultaseppä Hanhiniemi of designing and making a set of three-piece jewelry, which I carried out with the help of computer-aided modeling and 3D printing. The set consists of three rings which follow the same design, but are appropriate for different uses or occasions. The three rings are a festive ring, casual ring and wedding ring. I studied the history of CAD modeling from different sources and I also conducted an inquiry among jewelers about 3D modeling. From the inquiry I received information about how much and in what ways modeling is used in the field of jewelry. I have also been considering the benefits and disadvantages of 3D modeling, for example from a customer perspective.

Keywords: CAD modeling, 3D modeling, rings, jewelry, computer-aided modeling, 3D printing

Joona Hanhiniemi  
Opinnäytetyö

Lahden ammattikorkeakoulu  
Muotoilu- ja taideinstituutti  
Muotoilun koulutusohjelma  
Koru- ja esinemuotoilu  
Kevät 2011

Ohjaaja: Pekka Koponen  
Opponentti: Ville Rantala

## SISÄLLYSLUETTELO

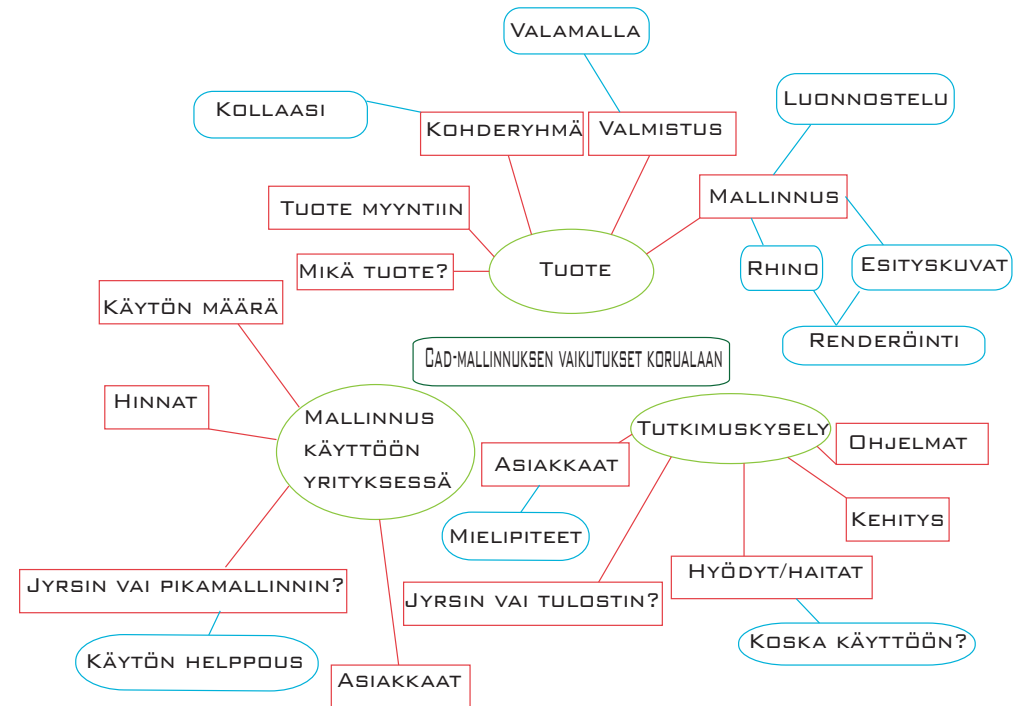
1. Johdanto	s. 6
2. Kultaseppä Hanhiniemi	s. 7
3. Mallinnus	s. 8
3.1 Tietokoneavusteisen mallinnuksen historia	s. 8
3.2 3D-mallinnus	s. 10
4. Tutkimus 3d-mallinnuksesta korualalla	s. 12
4.1 Tutkimuksen toteutus	s. 12
4.2 Tutkimuksen purku	s. 13
5. Mallinnuksen käyttöönotto yrityksessä	s. 16
5.1 Jyrin vai pikamallinnin	s. 16
5.2 Tuloslaskelma	s. 17
6. Korujen suunnittelu ja valmistus	s. 18
6.1 Tuotteen suunnittelu	s. 18
6.1.1 Arkisormus	s. 20
6.1.2 Vihkisormus	s. 24
6.1.3 Juhlasormus	s. 30
6.2 Sormusten valmistaminen	s. 36
6.3 Istutusharjoituksia	s. 38
7. Valmiit korut	s. 40
8. Arviointi	s. 44
Lähteet	s. 45
Liitteet	

# 1. JOHDANTO

Aiheeni on CAD-mallinnuksen vaikutuksia korualaan. Valintaani vaikutti kiinnostukseni tietokoneavusteiseen 3D-mallinnukseen ja sen käyttämiseen työtapanana perinteisten kultaseppän taitojen ohella. Tietokoneavusteista mallinnusta käytetään monella eri ammattialalla ja siitä on tullut keskeinen työväline, joten se on aiheena ajankohtainen. Olen tutkinut CAD-mallinnuksen historiaa saadakseni selville, kuinka 3D-mallinnus on kehittynyt ja kehittykö se vielä.

Tietokoneavusteisen mallinnuksen vaikutuksiin olen saanut materiaalia tekemällä kyselyn suomalaisille korualan yrityksille, jotka käyttävät 3D-mallinnusta apunaan. Myös oma kokemukseni ja mallinnusosaamiseni toimi tärkeänä pohjatietona. Valmistin prosessissa Kultaseppä Hanhiniemelle kolme sormusta, joiden tekeminen ilman 3D-tulostinta olisi todella työlästä, eikä siten kovin kannattavaa.

Koska olen aikeissa ryhtyä perheyrittäjäksi, olen pohtinut miten 3D-mallinnuksen käyttöönotto vaikuttaisi yrityksen toimintaan. Olen myös laskenut arvion siitä, kuinka nopeasti 3D-tulostimen hankkiminen maksaisi itsensä takaisin ja alkaisi tuottaa pienyrityksessä.



## 2. KULTASEPPÄ HANHINIEMI

Kultaseppä Hanhiniemi on perheyritys, joka on aloittanut toimintansa vuonna 1988. Liike sijaitsee Seinäjoen keskustassa. Yrityksessä työskentelee isäni, kultaseppä Aimo Hanhiniemi, joka on valmistunut Lahden kultaseppäopistosta vuonna 1986, sekä äitini Päivi Hanhiniemi joka hoitaa muunmuassa yrityksen kirjanpidon ja huolehtii sisäänostoista ja tuotteiden esillepanosta. Yritys suunnittelee ja valmistaa asiakkaan toiveiden mukaisia koruja ja lahjaesineitä perinteistä käsityötaitoa kunnioittaen. Yritys korjaa ja entisöi koruja ja esineitä sekä muokkaa vanhoista uusia. Myös kone- ja käsinkaiverrukset sekä lasikaiverrukset kuuluvat Kultaseppä Hanhiniemen palveluihin. Valikoimassa painottuvat kotimaisten valmistajien laadukkaat korut. Tarjolla on myös laaja valikoima lahjaesineitä sekä kelloja.

Olen ollut pienestä pitäen mukana yrityksen toiminnassa ja se on vaikuttanut opiskeluvälilläni. Osakkuus alkaisi olla ajankohtainen ja oma innostukseni 3D-mallintamiseen on saanut vanhempanikin kiinnostumaan 3D-tulostimen tai CNC-jyrsimen hankinnasta yritykseen perinteisten käsityötapojen rinnalle. Hankinta toisi varmasti uusia asiakkaita laajemman tarjonnan ja uusien mahdollisuuksien johdosta. Työnjäljen tarkkuudesta käsityömäiseen valmistukseen verrattuna ollaan montaa mieltä, mutta mallinnuksen eduiksi lukeutuu ainakin sen nopeus. 3D-mallinnuksen käyttöönotto tarkoittaisi sitä, että kultaseppänikin olisi opeteltava uusi tekniikka.



Kuva 1: Luolamaalauksia Magura-luolassa, Bulgariassa

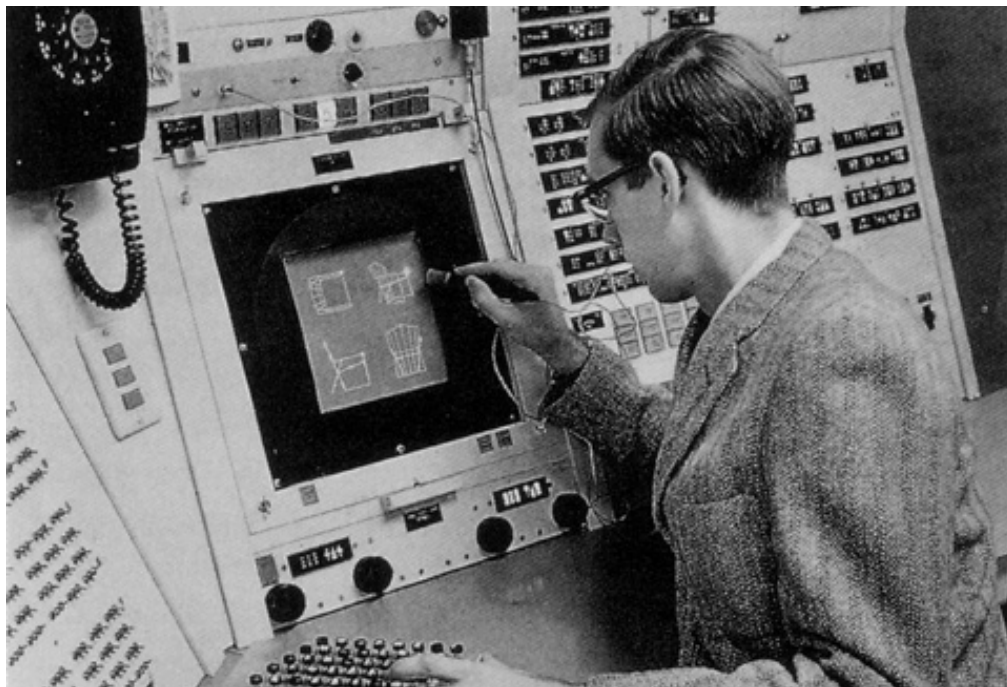
### 3. MALLINNUKSEN

Sana 'mallinnus' tulee latinankielisestä sanasta 'modellus'. Se kuvaa tyypillistä tapaa käsitellä todellisuutta. Mallinnuksen todellinen läpimurto koettiin antiikin aikakaudella Lähi-idässä ja Kreikassa, vaikka arjen asioita on kuvattu abstraktisti jo kivikaudelta saakka ja siitä todisteena ovat luolamaalaukset.

#### 3.1 TIETOKONEAVUSTEISEN MALLINNUKSEN HISTORIA

Tietokoneavusteisen mallinnuksen historia ei ole kovin pitkä. Yhdysvalloissa 1940- ja 1950-luvuilla kylmän sodan aikana kehitettiin ensimmäiset merkittävät tietokonegrafiikaksi luokiteltavat sovellukset. 1960-luvun alussa Ivan Sutherland teki sovelluksen, jota pidettiin ensimmäisenä CAD-ohjelmana. 'Sketchpad' oli ohjelma, jossa valokynää käyttämällä saatiin kuvaa tietokoneerudulle. Aluksi vain autojen, lentokoneiden ja avaruustekniikan valmistajilla oli mahdollisuus käyttää CAD-ohjelmia tietokoneiden kalliin hinnan sekä niiden käyttöön tarvittavien insinööritaitojen takia. Ensimmäiset CAD-ohjelmat olivat kaksiulotteisia.





Kuva 2: Sketchpad, ensimmäinen CAD-ohjelma.

1970-luvulle mentäessä tietokonemallinnusta käytävillä firmoilla oli omia ryhmiä kehittämässä sovelluksiaan. Samalla vuosikymmenellä syntyi jo ensimmäisiä kolmiulotteisia CAD-ohjelmia. Monia CAD-ohjelmistoja myyviä ja valmistavia yrityksiä perustettiin juuri 1970-luvulla. Ajoneuvoja valmistavat tehtaot alkoivat käyttää myös kaupallisia CAD-ohjelmia kehittämiensä ohjelmien rinnalla. 1970-luvulla CAD-mallinnusohjelmat edistyivät pitkin harppauksin tietokoneiden kehittymisen myötä.

1980-luvun alussa ohjelmien käyttöä helpotettiin ja ohjelmien ulkoasuun panostettiin. Ajoneuvoja valmistavat yritykset lopettivat omien ohjelmistojensa kehittämisen ja ostivat kokonaiset CAD-ohjelmistot niihin erikoistuneilta valmistajilta. Tietokoneet muuttuivat koko ajan paremmiksi ja kappaleista pystyttiin jo renderöimään värillisiä kuvia.

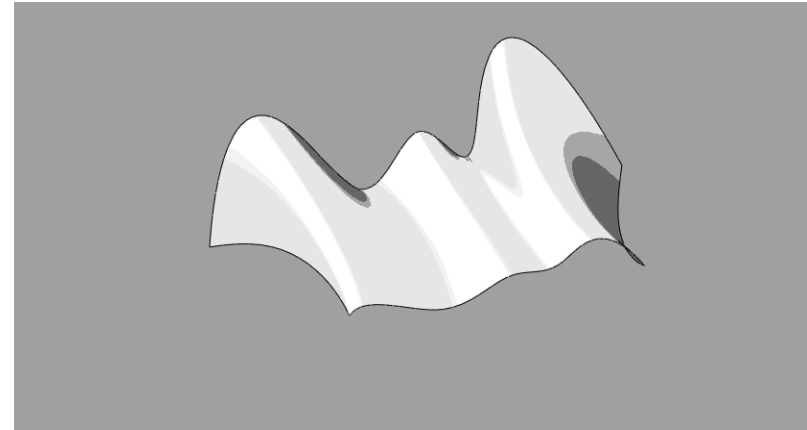
1990-luvulla kun 3D-ohjelmistot kehittyivät, alkoi esiintyä ongelmia erilaisten muotojen esittämisessä ja assosiaation luomisessa kaksiulotteisiin piirustuksiin. Kaikissa ohjelmissa oli melkein samat ominaisuudet hieman erilaisissa kehyksissä. Enää ei tarvittu läpimurtoja 3D-mallinnusohjelmiin, vaan painopiste siirtyi täysin lisäominaisuuksiin ja käytön helpottamiseen. Nykyään mallinnusohjelmia käytetään todella monilla aloilla ja uusia ohjelmia valmistetaan ja parannellaan. Myös ilmaisohjelmia on saatavilla paljon.

### 3.2 3D-MALLINNUS

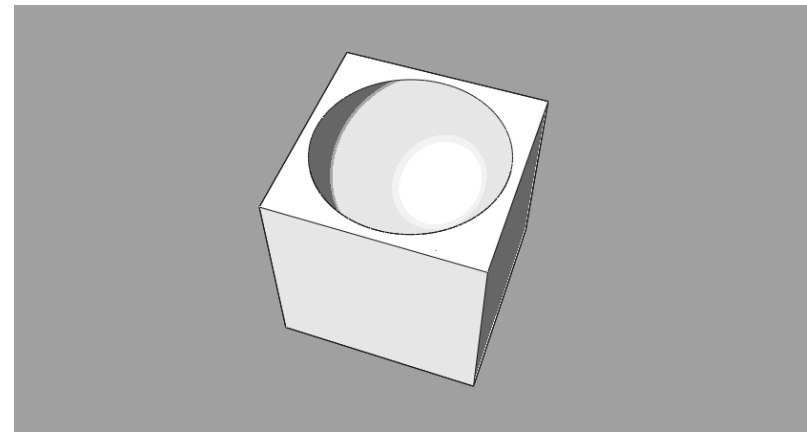
Suunnittelijan näkökulmasta 3D-mallinnus tarkoittaa sitä, että valmistettavalle kappaleelle annetaan kaikki fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet, jotka valmiissa tuotteessa tulee olemaan. Kappale suunnitellaan kolmiulotteisessa avaruudessa, jossa on kolme akselia; x, y ja z.

3D-mallintamisessa on kolme päätyyppiä: levymallinnus, kappalemallinnus ja pintamallinnus. Levymallinnuksessa malli tehdään levystä, ja kuten levyjä, myös mallia työstetään levyllä tyypillisillä työstömenetelmillä. Levymallinnusta en ole itse ainakaan vielä tarvinnut korailla mallintaessani. Kappale- eli solidimallinnus tarkoittaa sitä, että käytetään valmiita muotoja, joita mallinnusohjelma tarjoaa. Valmiita muotoja työstetään esimerkiksi pursottamalla ja leikkaamalla. Pintamallinnus on pääasiassa muotoilijoiden työkalu. Sillä voidaan tehdä orgaanista pintaa ja se on myös tutuin mallinnustapa minulle. Kappalemallinnuksen ja pintamallinnuksen käyttäminen yhdessä on ainakin minulle paras ja nopein tapa mallintaa, koska valmiiden geometrinen muotojen käyttäminen nopeuttaa mallinnusta huomattavasti verrattuna siihen, jos tekisi kaiken pintamallinnuksella.

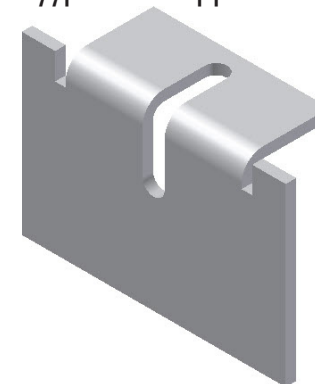
”Tehokkaan 3D-mallinnuksen edellytyksenä on, että suunnittelija osaa hyödyntää työskentelyssään eri mallinnusmenetelmiä siten, että lopputulos saavutetaan mahdollisimman vaivattomasti.” (Esa Tuhola: 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Gummerus, Jyväskylä, 2008, sivu 30)



Tyypillinen pintamalli



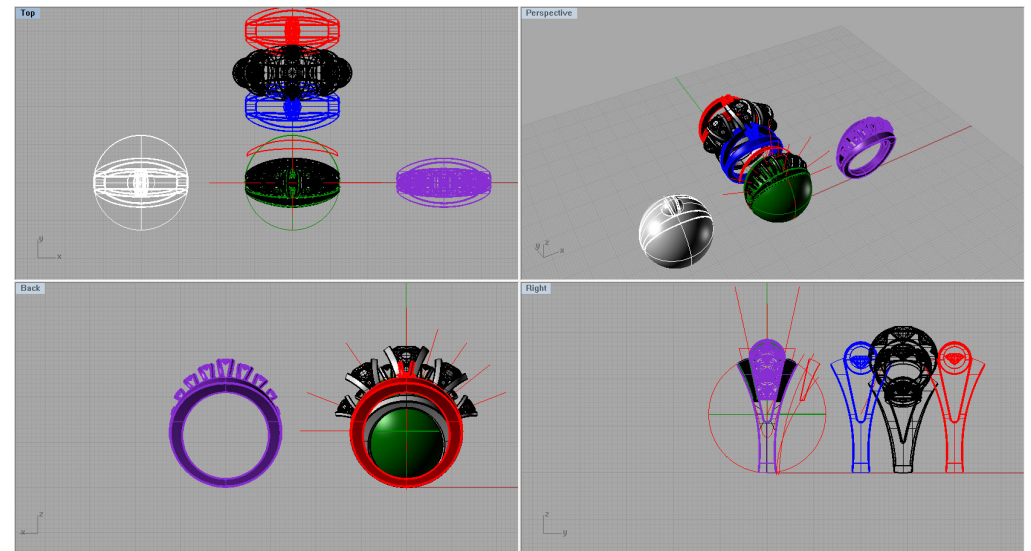
Tyypillinen kappalemalli



Kuva 3: Tyypillinen levymalli

Korun mallinnus tietokoneella ennen varsinaisen korun tekemistä on monella tavalla järkevää. Esimerkiksi koruun tarvittavan raaka-aineen määrä tai timantin tarkka koko selviää vaivattomasti, jolloin korun hinta-arvion tekeminen helpottuu. Malleja renderöimällä on mahdollista saada valokuvan tarkkoja kuvia tuotteista, joita ei ole vielä olemassa. Tämä taas mahdollistaa tuotteen myymisen, vaikkei sitä olisi vielä konkreettisesti valmistettu. 3D-mallinnus helpottaa myös teknisten ratkaisujen tekemistä, koska suunnittelijan ei tarvitse valmistaa tuotetta kokeillakseen sen toimintaa, vaan se on mahdollista testata tietokoneella. Korvakoruja ei tarvitse työstää kahta erikseen, vaan mallinne on helposti käännettävissä peilikuvaksi. Tallentamalla eri työvaiheita voi käyttää vanhoja runkoja myöhemmin, jolloin suunnittelutyö nopeutuu.

Mallinnusohjelmiin on saatavilla animointi työkaluja, joilla voi tehdä animaation korusta pelkästään pyörittämällä kameraa korun ympärillä. Näin pystytään esittämään tuotteesta ns. 360° -näkyä. 3D-mallinnus sopii erinomaisesti muotoilijan työkaluksi, sillä tuotetta voi tarkastella ruudulla kolmiulotteisesti sekä totuudenmukaisesti ja sitä voi nopeasti muokata haluamallaan tavalla.



Joskus työskentelykenttä voi näyttää aika sekaiselta, mutta onneksi eri vaiheita voi jakaa eri "layereille"

Mallinnusohjelmia on olemassa paljon ja jotkut niistä on suunnattu pelkästään korualalle. Suomessakin korualan yritykset käyttävät monia eri ohjelmia, mutta Rhinoceros 3D ja sen liitännäiset näyttävät olevan suosituimpia. Suosioon vaikuttaa varmasti se, että sitä on markkinoitu hyvin ja se on toimiva ja helppokäyttöinen ohjelma. Olen itse tutustunut myös muutamaankin muuhun 3D-mallinnusohjelmaan, mutta pidän Rhinosta eniten. Mallinnusohjelmia on nykyään paljon erilaisia, mutta kaikissa ohjelmissa on lähes samat ominaisuudet. Eri ohjelmien käyttömukavuus riippuu siitä, mihin tarkoitukseen ohjelma on kehitetty.

Suomessa ensimmäinen kattava 3D-mallinnuksen perusasioita käsittelevä teos on Esa Tuholan ja Kristiina Viitasen vuonna 2008 julkaistu ”3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä”. Teos käsittelee mallinnusta lähinnä kone- ja laitesuunnittelun näkökulmasta. 3D-mallinnus on uudehko työväline korumaailmassa, joten siitä ei ole vielä paljon kirjallisuutta.

## 4. TUTKIMUSKYSELY 3D-MALLINNUKSESTA

Tein kyselyn tietokoneavusteista 3D-mallinnusta koskien ja lähetin sen 27:lle suomalaiselle korualan yritykselle. Kyselyn tavoitteena oli saada yleistä tietoa siitä, miten mallinnusta käytetään Suomessa ja kuinka tärkeässä asemassa mallinnus on korualalla. Kyselyyn vastasi 12 yritystä, jotka käyttävät mallinnusta. Vastanneiden yritysten koko vaihtelee pienistä yksityisyrittäjistä jopa satoja ihmisiä työllistäviin yrityksiin.

### 4.1 TUTKIMUSKYSELYN TOTEUTUS

Mietin, mitä haluan tietää mallinnuksesta ja kyselin luokkatovereiltani ja muita aloja opiskelevilta kavereiltani sekä vanhemmiltani, millaisia asioita he halusivat tietää mallinnuksesta yleisesti. Aioin aluksi suorittaa kyselyn strukturoituna, rasti ruutuun periaattella, jolloin siihen olisi helppo vastata ja saisin mahdollisimman suuren aineiston. Tällainen tutkimus olisi myös helpoin purkaa. Suomen mittakaavassa on tärkeämpää saada perusteltu vastaus, kuin monta vastaajaa, joten päädyin tekemään kyselyn sillä tavoin, että kohderyhmä saa vastata omin sanoin. Kyselyn täytyi myös olla tarpeeksi lyhyt, että yritykset

jaksaisivat rauhassa vastata siihen. Pohdin aluksi millä keinoin tavoittaisin vastaajat parhaiten ja päädyin siihen, että lähetän kyselyn sähköpostilla kohdehenkilöille. Odotin vastauksia kyselyn yhteydessä ilmoittamaani päivämäärään asti, jonka jälkeen vielä soitin kyselyyn vastaamattomille ja haastattelin osallistumaan haluavia.

#### 4.2 TUTKIMUSKYSELYN PURKU

Suomessa mallinnus on otettu korualan työvälineeksi pääosin 2000-luvulla. Vain muutama alan yritys tai henkilö on käyttänyt mallinnusta jo aiemmin, 1990-luvun lopulla. CAD-mallinnustyökalujen käyttöönotto on viime aikoina lisääntynyt korualalla nopeasti ja yhä useampi yritys on siitä kiinnostunut. Se ei yllätä, sillä tietotekniikka on kehittynyt vauhdikkaasti ja mallinnuskoneiden kuten CNC-jyrsinten ja 3D-tulostimien hinnat ovat laskeneet.

Kyselystä käy ilmi, että 3D-mallinnusta pidetään yrityksissä tarpeellisena. Osa firmoista pitää mallinnusta tärkeimpänä työkalunaan ja toiset taas pitävät sitä hyvänä apuvälineenä. Jotkut käyttävät mallinnusta osana luonnostelua, toiset vasta mekaanisten ongelmien ratkaisemisessa. Moneen yritykseen CAD-mallinnus ja 3D-tulostus tai CNC-jyrsintä on otettu käyttöön tarkkuuden ja kustannustehokkuuden lisäämiseksi. Joidenkin lähteiden mukaan mallinnuksen käyttö on jopa välttämätöntä alan elinvoimaisuuden ja kannattavuuden turvaamiseksi. Tietokoneavusteinen suunnittelu on nopeuttanut ja helpottanut korujen valmistusprosessia monella tavalla. Joillekin se on toiminut malliston tuotannollistamisprosessin vauhdittajana ja toisille se on ollut myyntiä lisäävä tekijä, pelkästään esityskuviansa vuoksi.

Pidän 3D-mallintamisesta, sillä se helpottaa luonnostelua. Kolmiulotteinen ymmärrykseni on hyvä ja pääsen hyödyntämään sitä mallintamalla. Paperille piirtäen en saa ideaa samalla tavalla näkyväksi, vaikka yleensä aloitankin suunnittelun piirtämällä yksinkertaisia luonnoksia paperille. Paperiluonnos

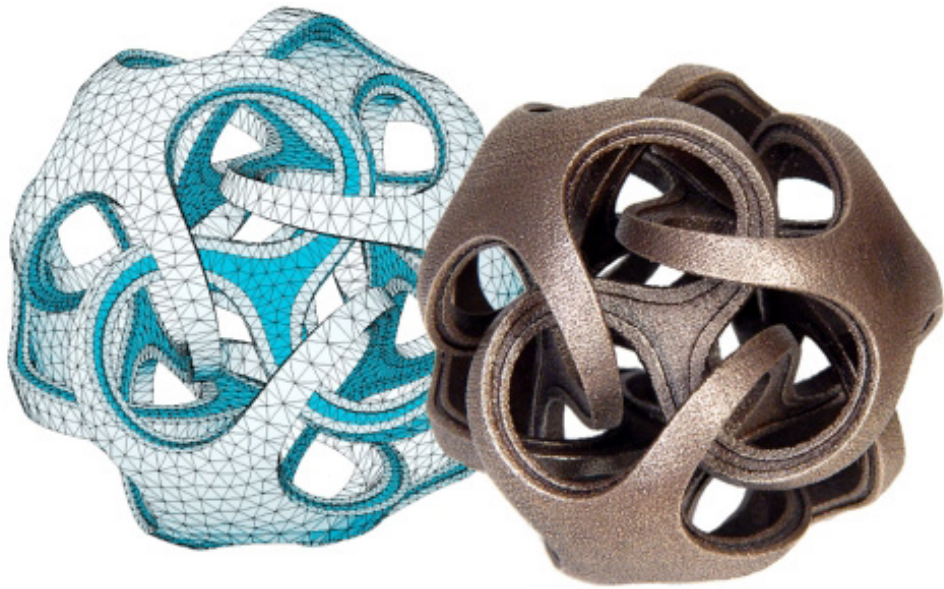
jättää mielikuvitukselle varaa ennen 3D-mallintamista. On hyvä tiedostaa, että mallinnus säännöllisesti käytettynä saattaa ohjata ideoita siihen suuntaan, jossa korut soveltuvat erityisen hyvin juuri mallinnettaviksi. Tällöin mallinnuksen käyttö ei rikastuta suunnitteluprosessia vaan saattaa jopa yksitoikkoistaa sitä. Olen itsekkin huomannut, että mallintaessa pitkiä aikoja luonnostelematta muilla tavoin, alkaa käyttää mallinnusohjelmien helpottavia komentoja kuten esim. symmetriaa tai monistamista. Nämä työkalut on tarkoitettu nopeuttamaan mallintamista. Tätä voi pitää huonona asiana edellä mainitun suunnittelutyön yhdenmukaistumisen takia, mutta joitakin tämänkaltaisen muotoilu miellyttää juuri sen modernin ilmeen johdosta. Mallinnus on nykyään muillakin aloilla tärkeä työväline, joka vaikuttaa vahvasti siihen, miltä nykyajan tuotteet näyttävät. Olen sitä mieltä, että taitava mallintaja voi mallintaa mitä vain, eikä mallinnuksen käytön tarvitse vaikuttaa lopputulokseen negatiivisesti.

Kaikissa kyselyyn vastanneissa yrityksissä työskentelee 1-3 mallinnusohjelman käytön taitajaa. Koulutus 3D-mallinnukseen on yleensä saatu muutaman päivän kurseilta tai itseopiskeltua. Suunnittelualalla on varmasti paljon perinteisiin käsityömenetelmiin orientoituneita ihmisiä, joita tietokoneet eivät joko kiinnosta, tai heillä ei ole edes mahdollisuutta opiskella uusia tekniikoita. Tulevaisuudessa nähdään tietokoneiden roolin vahvistuvan koru- ja muotoilun alalla ja koulutusta 3D-mallinnukseen tarvitaan enemmän.

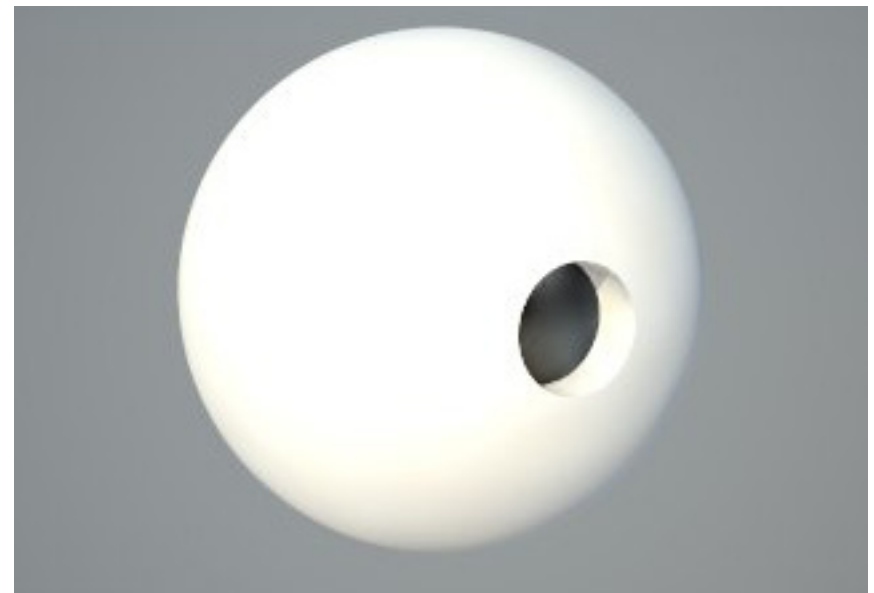
Suurimpia ongelmia CAD-mallinnuksessa on, että asiakkaat olettavat saavansa mallinnetun kuvan ilmaiseksi, vaikka todellisuudessa juuri kuva on mallinnuspalvelun synnyttämä tuote joka täytyy hinnoitella etukäteen esim. tuntitaksalla. Suunnittelu-aika ja laitekustannukset täytyy ehdottomasti laskea mukaan lopullisen tuotteen hintaan.

Myös jyrsimen käytössä on ilmennyt ongelmia kun jyrsin ei ole pystynyt työstämään asiakkaan mallia. "Alihankintatöissä on joskus ongelmia asiakkaan toimittamien mallien kanssa, jos malli ei ole jyrsimällä toteutettavissa. Yleensä ne ovat liian pieniä yksityiskohtia tai muotoja, joihin ei jyrsimällä pääse käsiksi kustannustehokkaasti. Jyrsimelle on vaikea saada hinnotteluperusteeksi tuntihintaa, jolloin alihankintatöistä ei juuri jää katetta." (Niko Pennanen, JSP Kultra)

Hauskaa kyselyn vastauksissa oli se, että kysymyksiini tuli todella eriäviä vastauksia riippuen siitä, millä tavoin yritys mallinnusta käyttää.



Kuva 4: Monimutkainen esimerkki mitä CNC-jyrsimellä ei voida leikata.



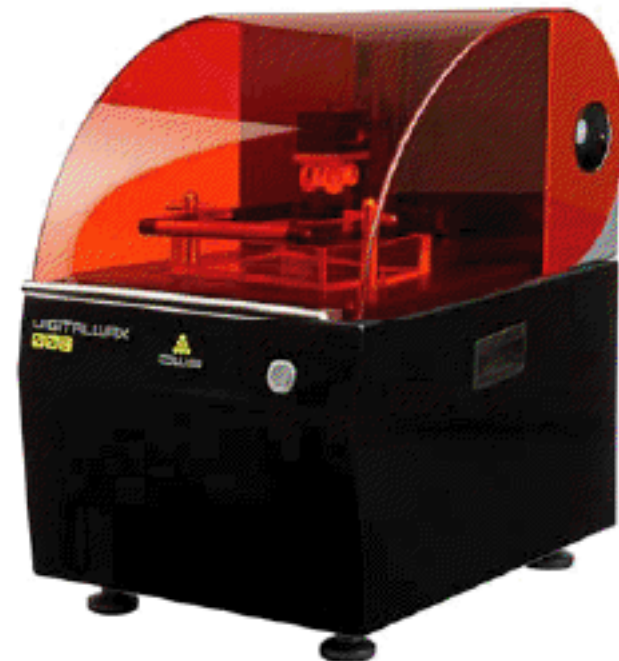
Yksinkertainen esimerkki siitä, mitä CNC-jyrsimellä ei voida leikata.

## 5. 3D-MALLINTAMISEN KÄYTTÖÖNOTTO

Minulle on selvää, että haluan hyödyntää 3D-mallinnusta tulevaisuudessa ja siksi laskin, paljonko CNC-jyrsimen tai 3D-tulostimen hankinta tulisi maksamaan ja kuinka nopeasti hankinta maksaisi itsensä takaisin ja alkaisi tuottaa. Erilaisissa 3D-tulostimissa ja CNC-jyrsimissä hintaerot ovat huimia. Nopeimmat ja tarkimmat 3D-tulostimet voivat maksaa yli 60 000 euroa. Halvimpia saa noin tuhannella eurolla, mutta ne eivät yllä koruissa vaadittavaan laatuun. Laitetta hankkiessa täytyy olla tiedossa mitä siltä halutaan. 3D-mallinnusohjelmat maksavat noin tuhat euroa, mutta joidenkin 3D-tulostimien ja CNC-jyrsimien kanssa ohjelma tulee kaupanpäällisenä. Rhinoceros 3D -opiskelijalisenssi maksaa noin 200 euroa ja sen saa pitää käytössään opiskelujen jälkeenkin.

### 5.1 JYRSIN VAI PIKAMALLINNIN

Valinta CNC-jyrsimen ja 3D-tulostimen välillä kannattaa tehdä harkiten. Olen valinnut vertailukohteiksi DWS Digi Wax 008 pikamallintimen ja Rolandin JWX-30 CNC-vahajyrsimen. Valinta perustuu siihen, että ne on tarkoitettu korujen valmistamiseen. CNC-jyrsimen hinta on noin 13 000 euroa ja 3D-tulostimen hinta noin 16 000 euroa. CNC-jyrsimelle täytyy määrittää leikkuuradat ja jo mallintaessa on mietittävä, että joitakin muotoja on mahdotonta jyrsiä. Jyrsimen hyvät puolet ovat halvempi hinta ja parempi pinnan laatu, jonka ansiosta valun jälkeinen viimeistely on paljon nopeampaa kuin 3D-tulostimen jäljiltä. 3D-tulostimen haluttavuutta lisää huomattavasti ajatus siitä, että sillä voi tehdä monimutkaisempia muotoja kuin CNC-jyrsimellä.

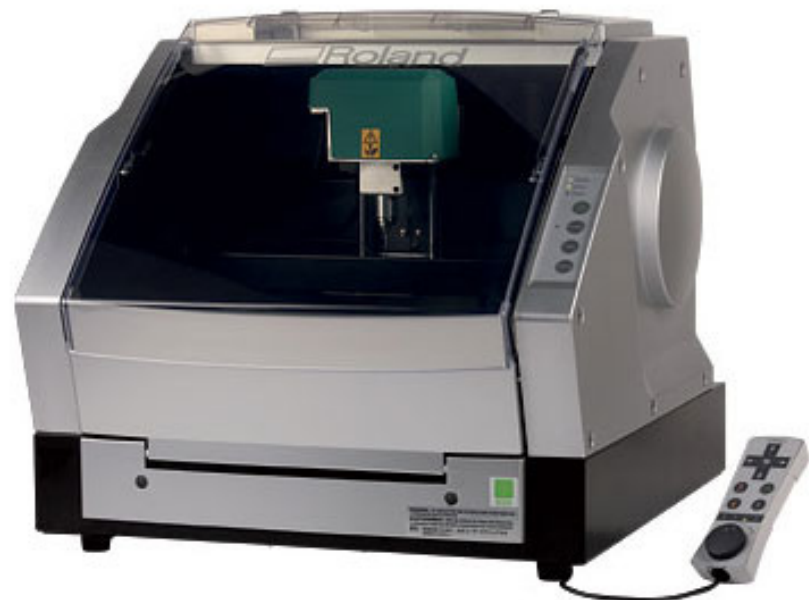


Kuva 6: DWS digital wax 008 pikamallinnin



## 5.2 TULOSLASKELMA

Päätin käyttää esimerkkinä 3D-tulostinta, koska ajatus erikoisempienkin muotojen valmistamisesta viehättää. Töitä tulostimelle tulisi vähintään kymmenen kappaletta kuukaudessa (perustuu Kultaseppä Hanhiniemen arvioon tulostimella hoidettavista töistä). Se lyhentäisi yhden työn valmistumista keskimäärin neljällä tunnilla. Näin ollen se antaisi kultaseppälle 40 lisätyöskentelytuntia kuukaudessa. Jos oletetaan, että kultaseppä tekisi töitä myös nämä 40 tuntia, ja että kultaseppäyrittäjän tuntipalkka olisi 60 euroa, tuottaisi tulostin 2400 euroa kuukaudessa. Vuodessa kone olisi mahdollistanut kultaseppälle 480 lisätyötuntia, joiden hinta olisi 28 800 euroa. Vaikka laskelmat perustuvat arvioihin ja oletuksena on, että tulostimen hankinta lisäisi yrityksen tilauksia, on saamani tulos mielestäni lupaava. Näiden laskelmien mukaan tulostin maksaisi itsensä takaisin ja alkaisi tuottaa jo ensimmäisen vuoden aikana.



Kuva 5: Roland JWX-30 cnc-vahajyrsin

## 6. KORUJEN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

### 6.1 TUOTTEEN SUUNNITTELU

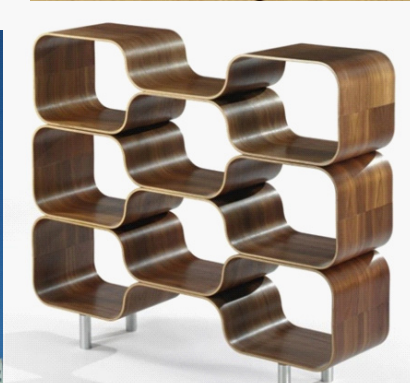
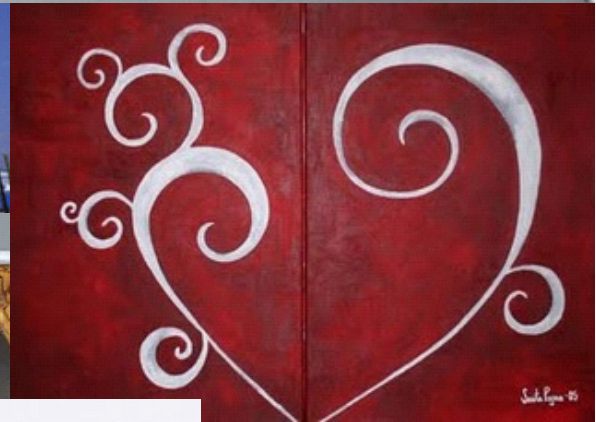
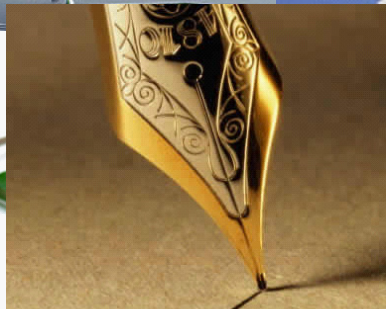
Pohdittuani yritykselle sopivaa tuotetta Kultaseppä Hanhiniemen kanssa, sopivimmaksi vaihtoehdoksi valikoituivat sormukset. Ehdotin kolmen sormuksen sarjaa, joka noudattaisi yhteistä muotokieltä ja jonka jokainen sormus olisi eri tilanteeseen ja elämänvaiheeseen sopiva. Kultaseppä Hanhiniemi piti ideastani, ovathan uniikkisormukset yrityksen myydyin tuote. Sarja sitoo sormukset toisiinsa, mikä saattaa edistää korujen myyntiä. Sormuksia voi silti myydä erikseen, koska tarkoitus ei ole, että ne olisivat kaikki kädessä yhtä aikaa, vaan että ne olisivat samalle käyttäjälle mieluisia eri tilanteissa.

Aloitin suunnitteluprosessin tekemällä kuvakollaasin, johon hain kuvia lähinnä mielenkiintoisista huonekaluista ja arkkitehtuurista. Sen avulla sain kerättyä hieman ideoita sormusten yleisilmeeseen. Tein myös kohderyhmäkollaasin jokaiselle sormukselle keräämällä kuvia tilanteista, ihmisistä ja muuten vaan tunteita herättävistä asioista. Kuvakollaasit auttoivat minua saamaan ajatuksille ja tunteille merkityksiä kuvallisessa muodossa. Mietin, millaisia tavoitteita halusin sormuksille. Vaikeaa suunnittelussa oli se, että sormuksilla on tavallaan kolme eri kohderyhmää, mutta silti vain yksi ja sama.

Paperille luonnosteltuani huomasin heti, että kivet tulevat olemaan keskeisessä roolissa sormuksissani. Kivisormukset ovat Kultaseppä Hanhiniemen tärkein myyntituote ja niin vihki- kuin kihlasormuksissa suositaan timantteja. Tämä vaikutti valintaani käyttää jalokiviä vihki- ja arkisormuksessa.

Kivenistutustavat ovat kiinnostaneet minua aina. Pienillä yksityiskohdilla esimerkiksi kruunuistukassa voidaan luoda koruun paljon ilmettä. Tämä ajatus mielessäni lähdin luonnostelevaan ja aika nopeasti mallintamieni sormusten pääasiallinen idea oli kivien erikoinen istutuspaikka. Jätin ajatuksen hautumaan ja unohdin jalokivet hetkeksi mielestäni, tarkoitukseni hakea muotoa ja ilmettä sormuksen rungolle, ilman pakottavaa tarvetta miettiä kivien paikkoja. Luonnosteltuani tarpeeksi, huomasin pitäväni eniten sormuksesta, jossa kivi tai kivet ovat kahden kaaren välissä. Mallintamalla pystyin vaihtelevaan kaarien paksuutta ja näkemään koko ajan mikä toimii parhaiten. Osa luonnoksista jäi dokumentoimatta, koska mallinnusohjelmassa on helppo kokeilla eri kokoja ja muotoja nopeasti. Suunnitelman muutos käy käden käänteessä.

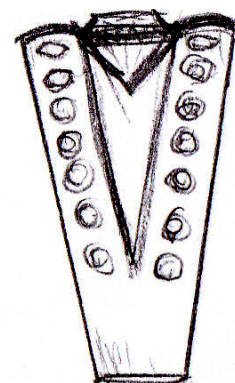
Mallinnuksesta on tullut minulle erittäin tärkeä ja hauska työkalu suunnittelussa, joten olen käyttänyt sitä paljon myös luonnosteluun. Esityskuvia olen renderöinyt V-Raylla, joka on monimutkainen ohjelma. Siinä jokaiselle materiaalin ominaisuudelle (esimerkiksi heijastus ja refraktio eli valontaittaminen) on annettava omat arvot. Valojen asettelulla on iso rooli, jos halutaan studio-laatuisia kuvia. Olen käyttänyt runsaasti aikaa V-Rayn opetteluun, mutta alan olla tyytyväinen kuvien laatuun, vaikka opiskeltavaa riittää vielä. Yhden kuvan renderöinti suhteellisen hyvään laatuun V-Ray:llä kestää 20-60 minuuttia, riippuen renderöitävästä kappaleesta.

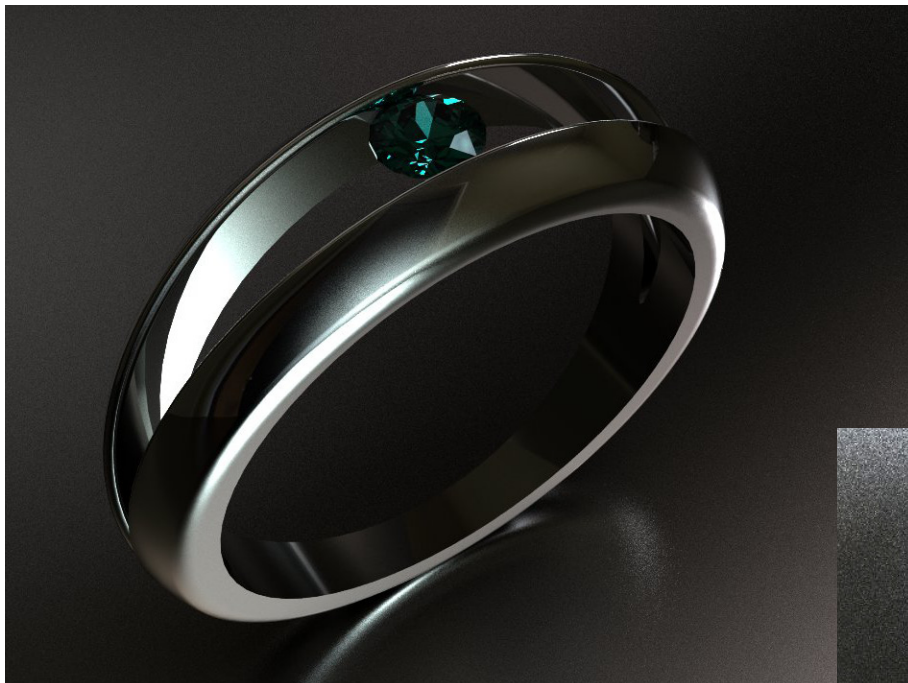


### 6.1.1 ARKISORMUS

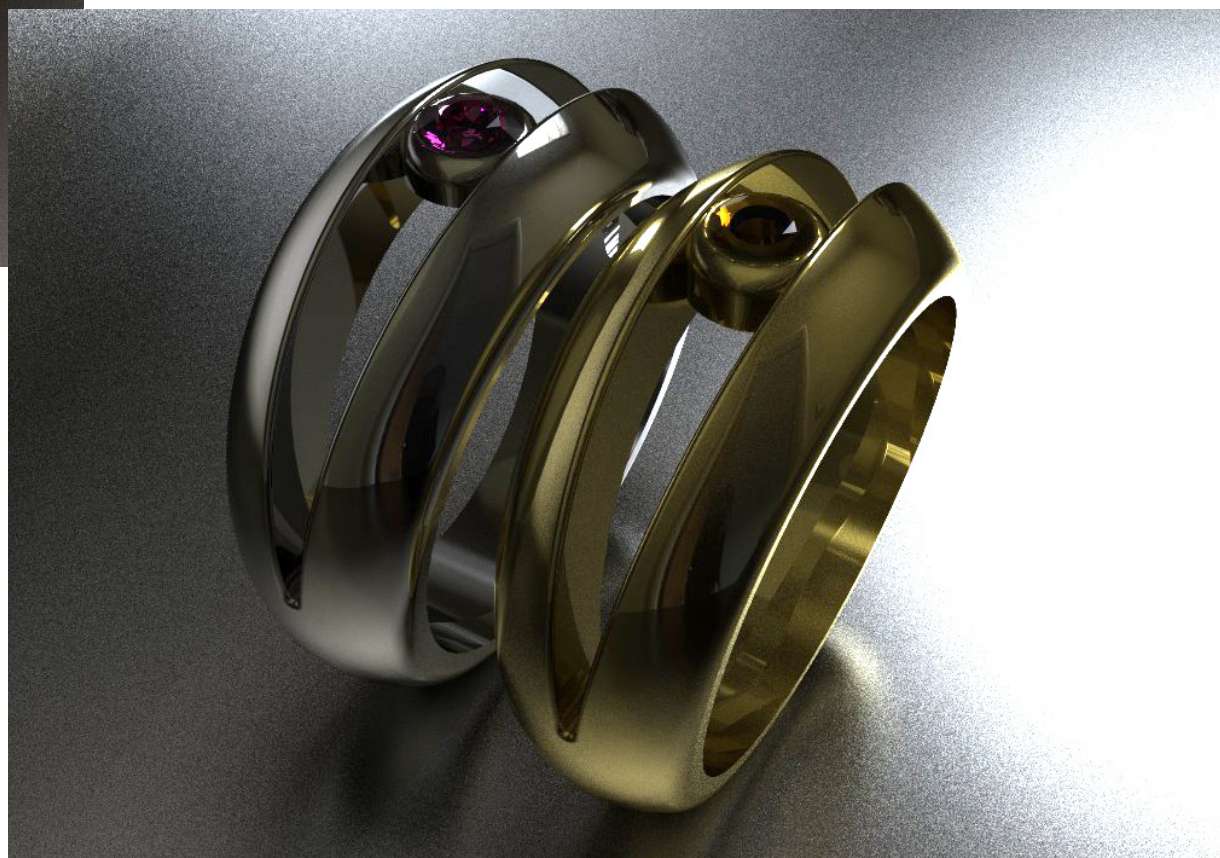
Vaikka nimi ehkä viittaa jollain tavalla negatiivisuuteen ja ankeuteen, kuten 'arjen harmaus' yleensä ymmärretään, ei sormuksen tarvitse olla sitä. Nimellä tarkoitan sormusta, joka on arjessa helppokäyttöinen. Optimaalisimpana arkisormuksena käytännöllisyyden näkökulmasta pidän puolipyöreää sormusta, jonka leveys on mitoitettu mukavan tuntuiseksi. Pysin pitämään korun mahdollisimman käytännöllisenä, kuitenkin sarjan muotokieltä kunnioittaen.







Alkuperäinen suunnitelma sormuksissa oli, että kivet olisivat olleet kiinni jännitteellä. Luovuin siitä, koska valetussa metallissa jännite on vielä löysempi kuin esimerkiksi valssatussa. Ajattelen sen olevan myös myyntiä edistävä asia, kun asiakas ei epäile jänniteistutuksen kestävyyttä.

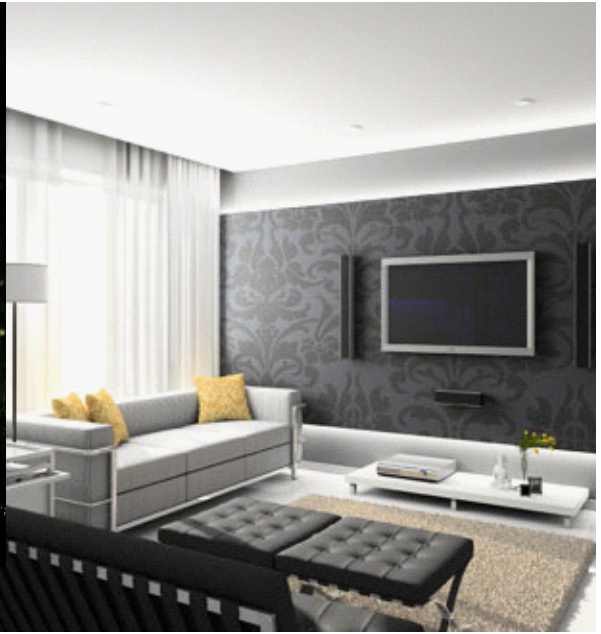


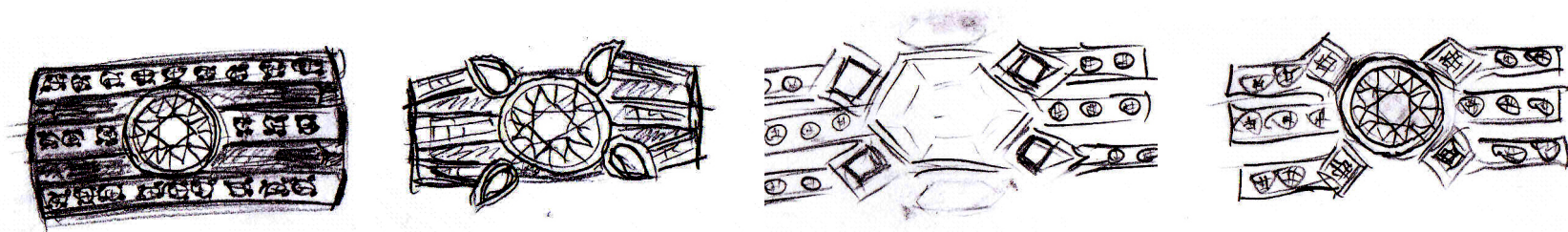
Mallintamalla koruihin eri materiaaleja voi valita helposti mieleisensä.

### 6.1.2 VIHKISORMUS

Vihkisormus on koru, joka toivottavasti koristaa kättä koko elämän ja on siinä suurimman osan ajasta. Siksi korun pitää olla sellainen, ettei siihen kyllästy. Koru ei saa olla liian monimutkainen, mutta silti sen täytyy olla persoonallinen. Kaarten väliin istutetut kivet tuli saada toimimaan sormuksessa, jota käytetään jatkuvasti. Sormuksen on oltava sopivankokoinen, ettei se olisi epäkäytännöllinen, mutta kuitenkin riittävän iso, jottei näyttävyys ja persoonallisuus katoaisi. Sormuksessa halusin käyttää timantteja, koska niitä arvostetaan koruissa. Onhan timantti ikuisuuden, jota avioliitossa pidetään tärkeänä, symboli. Valkokulta valikoitui siitä syystä, että mielestäni timantti ansaitsee arvoisensa materiaalin ja valkoinen väri on vihkisormuksissa tällä hetkellä suositumpi kuin keltainen.











Kivien värin valinta vaikuttaa korun ilmeeseen paljon. Renderöimällä kuvaan eriväriset kivet, on kätevä hahmottaa, miltä lopullinen tuote näyttäisi. Näin asiakkaan on helpompi päättää minkä väriset kivet hän haluaa.

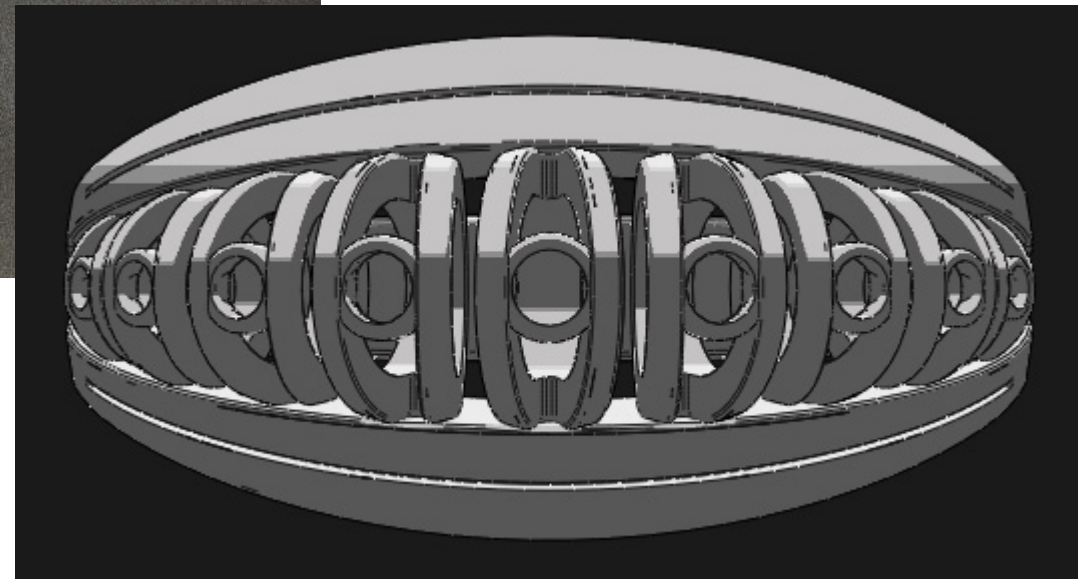




Vihkisormuksen viimeinen mallinne, josta tulostin muovikappaleen. Tein kiville istukat, koska pelkän jännitteen varassa ne olisivat saattaneet olla vaarassa irrota. Reunakiville mallinsin vain viivan, joka näyttää keskikohdan ja helpottaa sovitusten tekemistä.



Tulostin ja valoin varasuunnitelman vihkisormuksesta. Siinä istukat ovat suuremmat kuin alkuperäisessä versiossa siltä varalta, että reunimmaisiet putki-istukat olisivat olleet liian pieniä.

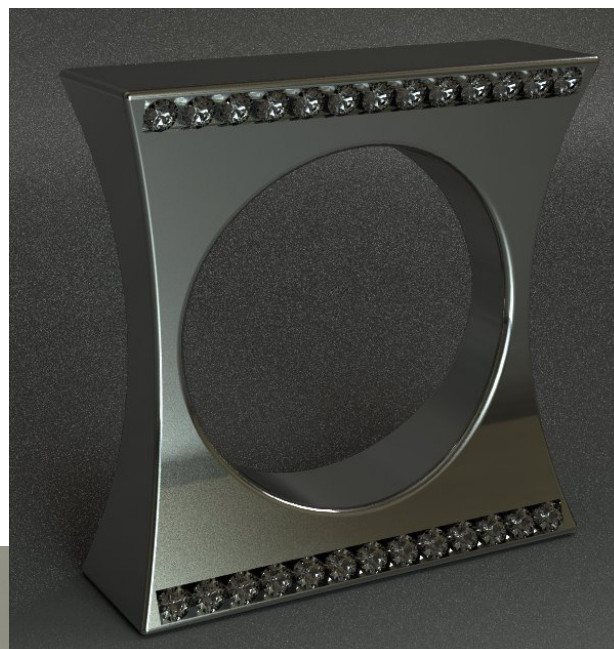
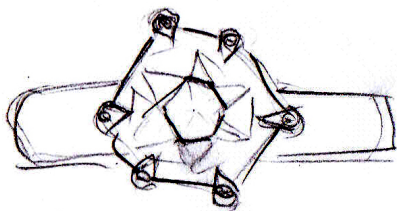
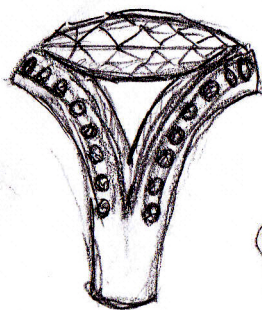
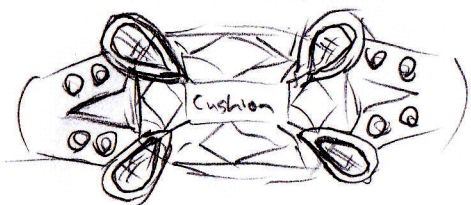


Jälkeenpäin ajateltuna aion seuraaviin mallintamiini sormuksiin laskea kivien koon jo koneella ja tehdä ainakin alkureiän valmiiksi valmistuksen nopeuttamiseksi. En tehnyt sitä tähän sormukseen, koska en ollut varma, kuinka paljon sormuksen koko muuttuu tulostuksen ja valun jälkeen. Koko ei muuttunut paljon, joten reiät kannattaa tehdä jo mallinnusvaiheessa.

### 6.1.3 JUHLASORMUS

Juhlasormus on koru, joka koristaa käyttäjänsä kättä silloin, kun hän haluaa saada huomiota ja tuntea itsensä erikoiseksi. Korua ei ole tarkoitus käyttää koko ajan, vaan asusteen tavoin. Nimensä mukaisesti se on erityisesti tarkoitettu käytettäväksi juhlissa, mutta toki ihan missä tahansa muuallakin. Juhlasormus saa olla iso, eikä sen tarvitse olla käytännöllinen. Sormuksen on oltava näyttävä ja ylitsepersuava, mutta silti kaunis. Aloitin luonnostelun tästä korusta, sillä sen suunnittelussa oli eniten vapautta. Rajoitteita, kuten kokoa ja käytännöllisyyttä, ei tarvinnut miettiä niin paljon. Sormuksen hinnan halusin pitää edullisena, joten oli selvää, että tämän sormuksen tekisin hopeasta. Kivet olisivat synteettisiä tai vaihtoehtoisesti edullisia aitoja kiviä.









Lopulliseen malliin jouduin suunnittelemaan istukat kiville, koska monen kiven istuttaminen jännitteellä kahden kaaren väliin olisi melkein mahdottomuus.





## 6.2 SORMUSTEN VALMISTAMINEN

Valmiit mallit tulostin koulun 3D-tulostimella, joka ei ole välttämättä paras mahdollinen niinkin pienten esineiden, kuin korujen tulostamiseen. Pintaan jäi aika paljon viimeisteltävää valun jälkeen. Tulostimessa sillä hetkellä käytetty tulostusmateriaali ei sovellu perinteiseen kipsivaluun, vaan valujen tekoon tarvitaan erikoiskipsiä.

Kun sormussuunnitelmat alkoivat olla valmiina, mietin vielä, kannattaisiko kivet valaa suoraan kiinni sormuksiin. Päätin kuitenkin istuttaa kivet käsin, koska silloin ne pysyvät paremmin kiinni, eikä tarvitse ennakoida valussa mahdollisesti tapahtuvia ongelmia.

Muovit lähetin Kultataide Kari Laukalle, joka on tietävästi tehnyt koulun tulostemuovista aiemminkin hyviä valuja. Valetut sormukset toimitettiin nopeasti takaisin ja ne olivat hyvälaatuisia. Joihinkin sormuksiin oli laitettu monta valukanavaa, mikä edesauttaa valujen onnistumista. Aion jatkossa tehdä valukanavat jo mallinnusvaiheessa, koska sillä tavoin niistä saa helposti viimeisteltävät, mikä puolestaan vähentää valurin työtä. Valatin yhteensä 12 sormusaihiota, joista neljä valkokullasta ja kahdeksan hopeasta. Määrään sisältyy useampia kokeilu- ja varakappaleita.

Ennenkuin ryhdyin istuttamaan kiviä varsinaisiin sormuksiin, tein istutusharjoituksia. Hiertoistutusta olen käyttänyt aiemmin, joten harjoituksissa ei ilmennyt ongelmia, vaikka kokeilin istuttaa kiviä myös väärinpäin. Juhlasormuksen kivet ovat niin suuria, että niitä oli vaikea istuttaa hiertämällä. Jos sovितteen porasi vähänkään liian isoksi, piti sen reunaa taivuttaa lähemmäs kiveä, jotta hiertäminen onnistui. Raeistutusta harjoittelin moneen sormukseen, mutta tarvitsin kultasepän apua saadakseni vihkisormuksesta myyntikelpoisen. Istutustavat tulivat tutuiksi ja oivalsin virheiden kautta, mistä esimerkiksi raeistutuksessa on kysymys. Kiven sovittaminen kannattaa tehdä tarkasti, että timanttirivistä tulee siisti.



Valusta tulleita sormuksia



### 6.3 ISTUTUSHARJOITUKSIA



## 7. VALMIIT KORUT



# ARKISORMUS



Hopeaa ja synteettinen kivi



Valkokultaa ja timantti



Valkokultaa ja vaaleanpunainen safiiri

VIHKISORMUS



Valkokultaa, timantteja ja vaaleanpunaisia safiireja



# JUHLASORMUS



Hopeaa ja synteettisiä kiviä



## 8. ARVIOINTI

CAD-mallinnuksesta on tullut minulle itselleni avain muotoiluun. Olen aina ollut kiinnostunut tietokoneiden käytöstä, joten 3D-mallinnus sopii minulle hyvin. Kynnys piirtämiseen on aina ollut minulle hieman problemaattinen, mutta mallintaessa tätä ongelmaa ei ole. Olen opiskellut mallintamista enimmäkseen omalla ajalla ja itsekseni. Yrityksen ja erehdyksen kautta oppimisessa on se hyvä puoli, ettei samaa virhettä halua tehdä uudelleen. Jatkossa mallinnustyöni tulevat olemaan varmasti helpommin viimeisteltäviä, sen kuitenkaan häiritsemättä tuotteen suunnittelua.

Opinnäytetyötä tehdessäni opin valtavasti mallinnuksesta sekä renderöinnistä. Käyttämäni ohjelmat ovat Rhinoceros 3D ja V-Ray. Valitsin ohjelmat aiempien kokemusteni ja käyttäjien suositusten perusteella. Taitoni syvenivät ja opin nopeammaksi ja varmemmaksi mallintajaksi.

Kivien istutus oli avainasemassa opinnäytetyössäni, sillä jokaiseen sormukseen tuli yksi tai useampia kiviä. Istutustapoina käytin rae- ja hiertoistutusta. Raeistutus oli näistä kahdesta haastavampi, mutta oivalsin idean. Pienellä lisäharjoittelulla taitoni kehittyvät niin, että pystyn tekemään asiakastöitä kyseisellä tekniikalla.

Ajankäytön suunnittelu tuntui vaikealta. Eniten aikaa kului mielenkiintoisimpaan asiaan eli mallinnukseen ja renderöintiin. Minulle kävi tyyppillisesti; alussa aikaa kului turhaan haaveiluun ja loppua kohti tahti kiihtyi huimaksi. Onnistuin kuitenkin saamaan työni valmiiksi aikataulun puitteissa, ja siihen olen tyytyväinen.

Yhteistyötaidot nousivat tärkeään asemaan, sillä en olisi pystynyt toteuttamaan työitäni ilman muiden apua. Kyselyyn vastanneilta yrityksiltä sain ystävällistä palautetta ja arvokasta informaatiota 3D-mallintamisesta. Osallistuneet henkilöt tuntuivat kiinnostuneilta ja tarjoutuivat auttamaan myös jatkossa. Yhteistyö Kultataide Kari Laukan kanssa sujui jouhevasti; toimitus oli todella nopeaa ja hinnat opiskelijaystävälliset. Isäni, kultaseppä Aimo Hanhiniemi toimi myös verrattomana apuna sormusten valmistuksessa. Työskentely hänen kanssaan toimi luontevasti ja saumattomasti, koska olemme tehneet paljon töitä yhdessä.

Sormuksiini olen hyvin tyytyväinen, erityisesti pidän juhlasormuksesta. Oli yllättävää, miten hyviltä valmiit tuotteet näyttivät, vaikka mielestäni onnistuin tekemään myös näyttävät esityskuvat. Sormukset menevät myyntiin Kultaseppä Hahiniemeen. Materiaalivalinnat sopivat hyvin toimeksiantajan imagoon. Yritys on erittäin tyytyväinen sormuksiin ja odottaa innolla millaisen vastaanoton ne saavat. Tekemäni korut tuovat uutta tyyliä valikoimaan, koska ne ovat muotoilultaan erityyppisiä kuin perinteiset liikkeessä myytävät kihla- ja vihkisormukset. Jatkossa aion renderöidä kuvia ja laittaa niitä myyntitarkoituksessa esille Kultaseppä Hanhiniemen nettisivulle, josta on tullut tärkeä markkinointikanava. Jatkan yhä työskentelyä samassa liikkeessä ja otan tehtäväkseni hankkia 3D-tulostimen yritykseen tulevaisuudessa.

#### LÄHTEET:

Tuhola, E. & Viitanen, K. (2008) 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä: Gummerus.

Tietokone 12/1996. Alku, A. 3D todellisuutta mikrolla. Www-julkaisu: [http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone\\_12\\_1996/3d\\_ohjelmat\\_7371](http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone_12_1996/3d_ohjelmat_7371).

Schichl, H. 2000. Models and history of modeling. Saatavissa: (<http://thor.info.uaic.ro/~fliacob/An2/2008-2009/Resurse/Models%20and%20history%20of%20modeling.pdf>)

Häyrinen, A. Kolmiulotteista historian kirjoitusta. Saatavissa: <http://agricola.utu.fi/tietosanomat/numero4-01/3dhistoriaa.html>

Sevo, D. Www-julkaisu: <http://www.danielsevo.com/>

Bozdoc, M. Www-julkaisu: <http://mbinfo.mbdesign.net/CAD1960.htm>

[http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751\\_97\\_fall/projects/abowd\\_team/ivan/ivan.html](http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751_97_fall/projects/abowd_team/ivan/ivan.html)

[http://en.wikipedia.org/wiki/3d\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/3d_modeling)

#### KUVALÄHTEET:

Kuva 1 [http://www.novinite.com/view\\_news.php?id=102043](http://www.novinite.com/view_news.php?id=102043)

Kuva 2 [http://www.mprove.de/diplom/text/3.1.2\\_sketchpad.html](http://www.mprove.de/diplom/text/3.1.2_sketchpad.html)

Kuva 3 <http://blogs.rand.com/manufacturing/2009/04/>

Kuva 4 <http://printerinkcartridgesblog.printcountry.com/3d-printers/increase-office-productivity-with-a-3d-printer-14027.html>

Kuva 5 <http://www.rolanddga.com/products/milling/jwx30/features.asp>

Kuva 6 <http://www.premcad.com/?q=blogstyle&page=2>

#### KOLLAASIKUVALÄHTEET:

[http://3.bp.blogspot.com/-9RzJ46eRTEI/Ta8UX5hC-nl/AAAAAAAAAChk/yVasBHAXbVE/s1600/177978-princess\\_peach\\_420\\_1194999440\\_large.jpg](http://3.bp.blogspot.com/-9RzJ46eRTEI/Ta8UX5hC-nl/AAAAAAAAAChk/yVasBHAXbVE/s1600/177978-princess_peach_420_1194999440_large.jpg)

[http://2.bp.blogspot.com/\\_DkJDp3niQk4/TR8S7biHYRI/AAAAAAAAABTg/utU3DdxdqPQ/s1600/ilotulitus2.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_DkJDp3niQk4/TR8S7biHYRI/AAAAAAAAABTg/utU3DdxdqPQ/s1600/ilotulitus2.jpg)

<http://www.juhlapukubella.fi/files/juhlapuku.jpg>

<http://www.renie.com/fashion-illustrator.jpg>

<http://soundlogik.com/wp-content/uploads/rave-babie-blue-lights.jpg>

[http://2.bp.blogspot.com/-NGWsyMww7\\_k/TaGe3vLbd6I/AAAAAAAAAFA/jnnXwpqtn8E/s1600/champagne1.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-NGWsyMww7_k/TaGe3vLbd6I/AAAAAAAAAFA/jnnXwpqtn8E/s1600/champagne1.jpg)

<http://www.babyboomercaretaker.com/images/Free-Compatibility-Astrological-Tests-For-Lovers.jpg>

<http://i42.photobucket.com/albums/e338/bekasa/Crazy%20Design/canape-crawl-up-the-wall-chair.jpg>

<http://www.haatzajuhlat.fi/Global/Artikelbilder/G%C3%A4st%20p%C3%A5%20br%C3%B6llöp/2009/1085-380.jpg>

<http://www.inhabitat.com/wp-content/uploads/helix9.jpg>

[http://3.bp.blogspot.com/\\_Eo-UXksVLVo/SLGmPHQbjDI/AAAAAAAAAAY/NjUsQmQrUFE/s400/olohuone.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_Eo-UXksVLVo/SLGmPHQbjDI/AAAAAAAAAAY/NjUsQmQrUFE/s400/olohuone.jpg)

[http://3.bp.blogspot.com/\\_Pel\\_YVMEPg/RbaGvFr-p5I/AAAAAAAAADw/B-EUCZLCV5g/s800/rakastavaiset.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_Pel_YVMEPg/RbaGvFr-p5I/AAAAAAAAADw/B-EUCZLCV5g/s800/rakastavaiset.jpg)

[http://yle.fi/ecepic/archive/00130/lady\\_gaga\\_130943b.jpg](http://yle.fi/ecepic/archive/00130/lady_gaga_130943b.jpg)

[http://static.worldarchitecturenews.com/project/uploaded\\_files/392\\_turning%20torso.jpg](http://static.worldarchitecturenews.com/project/uploaded_files/392_turning%20torso.jpg)

[http://www.vastavalo.fi/albums/userpics/11956/\\_MG\\_1931\\_900.jpg](http://www.vastavalo.fi/albums/userpics/11956/_MG_1931_900.jpg)

<http://i677.photobucket.com/albums/vv136/cutiemcpretty2009/2400-1273Lovers-III-Posters.jpg>

[http://www.hs.fi/kuvat/iso\\_webkuva/horizontal/1101980371080.jpeg](http://www.hs.fi/kuvat/iso_webkuva/horizontal/1101980371080.jpeg)

<http://withoutwords.files.wordpress.com/2007/11/architecture-14.jpg>

<http://davidmacartney.gdnm.org/files/2009/11/506141190822681.jpg>

[http://3.bp.blogspot.com/\\_W8uhYc2AfN8/SnfrMJ\\_hDRI/AAAAAAAAAeo/EyeGsL-BleQ/s320/Arjen+romantiikka,+2005.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_W8uhYc2AfN8/SnfrMJ_hDRI/AAAAAAAAAeo/EyeGsL-BleQ/s320/Arjen+romantiikka,+2005.jpg)

[http://www.instablogsimages.com/images/2008/12/29/bed\\_wWfYF\\_1822.jpg](http://www.instablogsimages.com/images/2008/12/29/bed_wWfYF_1822.jpg)

<http://www.dezinehq.com/wp-content/uploads/2009/03/bloodtable-450x341.jpg>

<http://scrapetv.com/News/News%20Pages/Business/images/butterfly-model.jpg>

[http://www.kellojakihla-aitta.fi/tuotteet/Romantiikka\\_kalusto.jpg](http://www.kellojakihla-aitta.fi/tuotteet/Romantiikka_kalusto.jpg)

<http://kotisivukone.fi/files/keiteleendemarit.kotisivukone.com/ruusu1.jpg>

**LIITE:**  
**TUTKIMUSKYSELY**

Hei! Olen Joon Hanhiniemi Lahden muotoiluinstituutista ja teen opinnäytetyötä liittyen tietokoneavusteiseen mallintamiseen ja sen lisääntymiseen korualalla. Haluaisin siksi kysyä muutaman kysymyksen yritykseltänne liittyen 3D-mallinnukseen. Olisi todella mukavaa, jos voisitte vastata 3.2.2011 mennessä sähköpostiini joona.hanhiniemi@lpt.fi, jotta voisin edetä opinnäytetyössäni. Jos yrityksenne ei käytä 3D-mallinnusta, ei kysely koske teitä.

1. Koska yrityksenne otti käyttöön 3D-mallinnuksen?
2. Kuinka teillä käytetään mallinnusta?
  - 2.1. Ensimmäisen vahamallin tekemiseen?
  - 2.2. Esityskuvien tekemiseen ?
3. Käyttävätkö muotoilijat/kultasepät mallinnusta apunaan luonnostelussa tai luonnosten viimeistelyssä?
4. Tulostaako yrityksenne itse mallinnukset CNC-jyrsimellä tai 3D-tulostimella?
5. Entä valetaanko mallinnukset omassa yrityksessänne?
6. Montako mallinnuksen osaavaa henkilöä teillä työskentelee ja missä he ovat saaneet koulutuksen mallinnusohjelman käyttöön?
7. Onko mallinnus mahdollistanut paljon asioita, mitä ei ennen ole pystytty tekemään? Esim.?
  - 7.1. Nopeuttanut tai helpottanut korun valmistuksen kulkua?
8. Millä tavoin mallinnus vaikuttaa esimerkiksi uuden korun suunnitteluun ja valmistukseen?
9. Mitä mallinnusohjelmia yrityksenne käyttää?
10. Tilataanko yritykseltänne mallinnuspalvelua erikseen vai käytetäänkö sitä enemmänkin omaan suunnitteluun ja valmistukseen?
11. Kuinka asiakkaanne suhtautuvat 3D-mallinnukseen ?
12. Jos haluat lisätä vielä jotain, niin tee se tähän.

Kiitos!

LIITE:  
TOIMEKSIANTAJAN  
ARVIOINTI

Joonan idea opinnäytetyön tekemisestä yrityksellemme ns. sormustyönä kuulosti hyvältä ja lupasimme osallistua tuotteiden valmistuskuluihin. Joonan työskentelyn edetessä 3D-mallinnuksen parissa, kiinnostuimme itsekin asiasta. "Rhinon" käyttö näytti loppuvaiheessa jo helpolta ja tehokkaalta. Kuvat sormuksista vaikuttivat konstikkailta ja sopivilta tuotteilta toteutettaviksi myyntiin, vaikka poikkeavatkin melkoisesti muista valmistamistamme sormuksista.

Tulostetut vahat ja niistä valetut sormukset alkoivat puhdistuksen ja viimeistelyn jälkeen muotoutua koruiksi. Kivenistutukset sujuivat nuorelta opiskelijalta yllättävänkin mallikkaasti, joskin apu tuntui enemmän kuin usein kelpaavan. Lopulta kivet kiinnittyivät eikä rikkoontumisiakaan tapahtunut.

Sormukset tulevat liikkeeseemme myyntiin ns. prototyyppeinä ja uskomme, että ostajat löytyvät.

Opinnäytetyön tutkimuksellinen osuus on antanut paljon tietoa aiheesta ja herättänyt mielenkiinnon mahdollisista laitehankinnoista. Ajatuksenamme on, että Joona tulee yritykseemme koneenkäyttäjäksi.

25.4.2011

Aimo Hanhiniemi  
Kultaseppä Hanhiniemi  
Kalevankatu 9  
60100 Seinäjoki

