

Joni Nurmikko

3D-TULOSTUSTEKNIIKAN VAIKUTUS PIENOISMALLIEN
VALMISTUKSEEN CASE: AN-DESIGN

Liiketalouden koulutusohjelma
Laaja suuntautumisvaihtoehto
2014

Nurmikko, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Liiketalouden koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Vahteristo, Ari
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 1

Asiasanat: 3D, 3D-tulostus, 3D-tulostin, pienoismalli, prosessi

Tarkoitus opinnäytetyössä oli tutkia 3D-tulostustekniikan vaikutusta Case-yrityksen pienoismallien tuotantoon. Kohdeyrityksenä oli AN-Design. Tarkoitus tutkimuksessa oli selvittää 3D-tulostuksen ja käsityön prosessit mahdollisimman tarkkaan, jotta niitä voitaisiin vertailla lopuksi toisiinsa. Tutkimus toteutettiin syksyllä 2013 ja kevään 2014 aikana.

Teoriaosassa käsiteltiin pienoismalleja, 3D-tulostusta ja 3D-tulostimia. Opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään 3D-tulostuksen etuja verrattuna nykyiseen tapaan tehdä pienoismalleja. Teoriaosassa kerrottiin tarkemmin mitä pienoismallit on ja mitä tarkoittaa 3D-tulostus. Teoriaosassa käsiteltiin myös hiukan pienoismallimarkkinoita, -tuotantoa ja toimintaperiaatteita. Lähteinä teoriaosuudessa käytettiin sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta että Internetistä löytyneitä lähteitä. 3D-tulostuksesta löydettiin paljon tietoa ammattikirjallisuudesta ja varsinkin Internetin kautta.

Empiriaosa koostui kokonaan haastattelujen kautta saaduista tiedoista. Tutkimuksessa haastateltiin molempien pienoismallitaitajien ammattiosaajia. 3D-tulostukseen liittyvään haastatteluun saatiin vastauksia eräältä alan yrityksen XXX Oy:n toimitusjohtajalta. Nykyisen toimintatavan ammattiosaajana kysymyksiin vastasi Case-yrityksen yrittäjä. Kysymykset oli valmiiksi mietitty ja näin haastattelut sujuivat hyvin.

Melko selvin tuloksin todettiin, että 3D-tulostus on pienoismallimarkkinoita ravisuttava mullistus, joka olisi hyödyllinen Case-yritykselle. Hyvinä puolina tutkimuksessa todettiin 3D-tulostinten nopeus, tarkkuus ja raaka-aine hintoja. Huonoina asioina pidettiin tulostimen korkeaa hintaa, tulostettavien tulosteiden rajallista kokoa ja sen käyttämää haasteellista ohjelmistoa.

STUDY HOW 3D-PRINTINGTECHNOLOGY EFFECTS TO THE SCALE MODEL PRODUCTION

Nurmikko, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Business and administration

May 2014

Supervisor: Nurmikko, Joni

Number of pages: 35

Appendices: 1

Keywords: 3D, 3D-printing, 3D-printer, scale model, process

The purpose of this thesis was to study how the 3D-printingtechnology will change the scale model markets. Target company in this thesis was AN-Design. The purpose in research was to settle 3D-printings and handworks processes as exact as possible, so that till the end those can be compared to each other. Research was made in Autumn 2013 and in Spring 2014.

In the theory section was discussed scale models, 3D-printing and 3D-printers. In the empiric section was focused to research benefits in 3D-printing compared to the current way of making scale models. In the theoretical part was discussed more detailed what scale models are and what means 3D-printing. In the theoretical part was also discussed a bit of scale model markets, -production and -operating principles. The literature and Internet findings about this topic were used in theoretical part. A lot of information about the 3D-printing was available from the professional literature and especially via Internet.

Empirical part of the thesis consisted completely of the information received from the interviews. Both of the scale model artists were interviewed for the thesis. Answers for interview regarding 3D-printing was received from a CEO oh the XXX Ltd, one of the companies in the industry. Entrepreneur of the case company answered questions regarding the current operation mode. Questions were considered thereby interviews went well.

In the thesis was discovered with the quite clear results, that 3D-printing is going to be revolutionary, which would give benefits to the case-company. It was noted in study that good features in 3D-printing are the speed, accuracy and raw material prices. Some bad things were also found, which were the high price of the printers, only limited sized objects can be printed and the challenging software of the 3D-printer.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|-----------------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | PIENOISMALLIEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ..... | 7 |
| 2.1 | Mikä on pienoismalli?..... | 7 |
| 2.2 | Pienoismallitekniikat..... | 7 |
| 2.3 | Pienoismallien tuotantomenetelmät | 8 |
| 2.4 | Markkinat | 9 |
| 2.5 | Markkinointi | 9 |
| 3 | 3D-TULOSTUS | 10 |
| 3.1 | Toimintaperiaate | 10 |
| 3.2 | 3D-tulostusprosessi | 11 |
| 3.3 | Käyttökohteet | 12 |
| 3.4 | Laitteet | 13 |
| 3.4.1 | Ala- ja keskihintaluokan tulostimet..... | 14 |
| 3.4.2 | Ylähintaluokan tulostimet | 14 |
| 4 | TUTKIMUSTAVOITE | 15 |
| 4.1 | Toimeksianto..... | 15 |
| 4.2 | Tutkimuksen taustatiedot ja sen tavoite | 16 |
| 4.3 | Viitekehys | 17 |
| 5 | TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN | 17 |
| 5.1 | AN-Design yritys esittely | 18 |
| 5.1.1 | Case-yrityksen markkinointi | 19 |
| 5.2 | Valittu tutkimusmenetelmä..... | 20 |
| 5.3 | Tutkimuksen eteneminen | 20 |
| 6 | TUTKIMUKSEN TULOKSET | 21 |
| 6.1 | Suunnitteluvaihe | 21 |
| 6.2 | Materiaalihankinta | 22 |
| 6.3 | Valmistusvaihe prosessina | 22 |
| 6.3.1 | Pienoismallin pohja | 22 |
| 6.3.2 | Vaha-mallinnus..... | 23 |
| 6.3.3 | Kipsimallinnus..... | 24 |
| 6.3.4 | Laminointivaihe..... | 25 |
| 6.3.5 | Irrotus ja liittämismvaihe..... | 26 |
| 6.3.6 | Viimeistelyvaihe..... | 27 |
| 6.4 | 3D-tulostinten valikoima markkinoilla | 28 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 6.5 Perinteisen mallinnuksen ja 3D-tulostuksen vertailu..... | 29 |
| 7 POHDINTA..... | 33 |
| LÄHTEET..... | 35 |
| LIITE..... | 36 |

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee uutta 3D-tulostustekniikkaa. Tutkielmassa pyritään kertomaan mahdollisimman tarkasti 3D-tulostuksen hyödyistä ja haitoista. Saatujen tietojen perusteella verrataan näitä kohdeyrityksen nykyiseen toimintaan valmistaa pienoismalleja ja prototyyppejä teollisuuden eri aloille. Näiden pohjalta esitetään toimenpide toiminnan kehittämiseksi.

Opinnäytetyö on case-tutkimus, jossa mukana toimii AN-Design muun muassa pienoismalleja valmistava pienyrittäjä. Tutkimusmenetelmänä tullaan käyttämään laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Kvalitatiivisen tutkimuksen mukaan tullaan tekemään teemahaastatteluja aiheeseen liittyen.

Kehittämisehdotuksen laatimista varten opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää onko kohdeyrityksen kannalta kannattavaa investoida ja siirtyä 3D-tulostustekniikan käyttäjäksi. Vanha tapa tehdä pienoismalleja on haasteellista ja hidasta. 3D-tulostimien tuoma mahdollisuus saattaisi helpottaa ja nopeuttaa työtä merkittävästi, mutta onko lopputulos tarpeeksi laadukasta näillä tulostimilla ja ennen kaikkea kannattaako se taloudellisesti kaikkien materiaalikustannusten jälkeenkin. Tämän lisäksi tutkimus on hyvä tapa kartoittaa yrityksen tulevaisuuden liiketoimintariskejä, joita tämä uusi teknologia tuo kohdeyrityksen tuotantomarkkinoille.

Opinnäytetyön aihe syntyi toimeksiannon ja oman mielenkiinnon pohjalta. Tulevaisuudessa 3D-tulostusta tarjoavien yritysten määrä tulee kasvamaan suuresti alan yleistyessä ja tekniikan kehittyessä. Siksi aihe onkin mielestäni ajankohtainen, mielenkiintoinen ja myös mahdollinen liikeidea oman yrityksen perustamista haaveilevalle.

Tutkimuksen ensimmäisissä luvuissa kerron yleisesti kohde yrityksestä, pienoismalleista ja 3D-tulostuksesta. Viidennestä luvusta löytyy työn viitekehys ja samassa kerrotaan myös tutkimuksen toteuttamisesta ja sen tavoitteista. Viimeisessä luvussa käydään läpi tutkimuksen tuloksia ja sen mukaan tehdään tarvittavia johtopäätöksiä.

Aivan lopuksi pohditaan vielä toimintasuosituksia kohdeyritykselle siitä, kuinka tutkimuksen mukaan sen kuuluisi nyt toimia.

2 PIENOISMALLIEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

2.1 Mikä on pienoismalli?

Pienoismalli on esimerkiksi koneesta, rakennuksesta tai muusta tuotteesta valmistettu, yleensä huomattavasti alkuperäistä pienempi kopio. Pienoismallien tarkoituksena on nähdä tuleva tuote fyysisenä kappaleena, oikean värisenä tai muulla tavoin pinnoitettuna. Fyysinen pienoismalli antaa tuen 3D mallille joka voidaan nähdä vain tietokoneen ruudulta. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 19.03.2013)

Yleisimmin pienoismalleja tehdään rakennuksista 1:87 ja kulkuneuvoista 1:4 tai 1:5. Kulkuneuvoyhtiöt testaavat pienoismallejaan mm. tuulitunneleissa ja arkkitehdit teettävät rakennuksista pienoismalleja havainnollistamaan niiden suhteuttamista ja sijoittamista tulevaan ympäristöön. Pienoismalleja käytetään myös tuotteiden tai rakennusten markkinointiin ja asiakastestaukseen. Suurimmilla yrityksillä on yleensä omasta takaa oma muotoiluosastonsa joka tekee pienoismallit itse. Useimmat yritykset tilaavat pienoismallinsa kuitenkin tilaustyönä. Pienoismallien tekeminen on yleensä erittäin työlästä, tarkkaa ja pitkäkestoista työtä. Sen takia niiden hintakin muodostuu yleensä hyvin korkeaksi. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 19.03.2013)

2.2 Pienoismallitekniikat

Pienoismallitekniikoita on olemassa monia erilaisia. Pienoismalleja tehdään yleisimmin eri työkaluja hyväksikäyttäen eri materiaaleista kuten puusta, erilaisista muoveista, vahasta, kipsistä, erilaisista metalleista, lasikuidusta, sementistä, savesta ja valuhartseista. Kohde yrityksen kohdalla pienoismallien tekeminen tapahtuu pää-

asiassa käsityönä. Nykyisin CNC tekniikkaa voidaan myös hyödyntää kohdeyrityksessä. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 19.03.2013)



Kuva 1. Kuvassa AN-Designin tekemä pienoismalli Helsingin tulevasta raitiovaunusta. (AN-Design.fi 19.3.2013)

Kuvassa 1 on esimerkki pienoismalli Helsingin raitiovaunusta, joka on tehty kokonaan käsityönä. Pienoismallin tekemiseen kului lähes viisi viikkoa aikaa. Kuvasta voi nähdä paljon pieniä yksityiskohtia joiden tekemiseen aikaa kuluu paljon. Lisäksi maalauksenkin pitää olla täysin virheetöntä.

2.3 Pienoismallien tuotantomenetelmät

Suurimmilla yrityksillä kuten, lentokone-, auto- ja junateollisuudella on omat muotoilutiimit ja muotoiluvälineet. He tekevät pienoismallinsa ja prototyypinsä pääasiassa itse omilla tiloillaan, mutta mallien teettäminen ulkopuolisilla yrityksillä on nykyään myös yleistä. Muut yritykset, joille pienoismallien ja prototyyppien tekeminen ei ole jokapäiväistä, he ostavat ne yleensä tilaustyönä, palvelua tarjoavien yritysten kautta.

Case yrityksessä pienoismallit tehdään käsin ja useita eri koneita ja työkaluja käyttäen. Raaka-aineen valintaan vaikuttaa ensinnäkin se, että minkälainen pienoismalli on kyseessä ja kuinka suuri sen koko on. Lisäksi pienoismalliin vaadittava pinnanlaatu

ja käsittely vaikuttavat materiaalin valintaan. AN-Design käyttää pienoismalleja tehdessään monta eri materiaalia. Jokainen materiaali luo oman jakson prosessissa. Lähes jokaisessa pienoismallissa materiaaleina yritys käyttää styroksia, muotoiluvahaa, kipsiä ja lasikuitua. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 19.03.2013)

2.4 Markkinat

Markkinoilla tarkoitetaan esimerkiksi tilannetta, jossa tuotteella tai palvelulla on myyjänsä ja ostajansa. Pienoismallimarkkinat ovat suurimmat ajoneuvoteollisuudessa. Pienoismalleja ja prototyyppejä tuotetaan ja teetetään yleensä jokaista uutta tuotetta varten. Markkinoiden suuruuksista ei ole tietoa. Mallien valmistus on kuitenkin hyvin merkittävä osa Case-yrityksen toimintaa, joten menestyminen näillä markkinoilla on erittäin tärkeää.

Case-yrityksen nykyiset markkinat ovat valtaosin Suomessa, jossa suurin yksittäinen asiakas on ollut Valmet Automotive Uudessakaupungissa. Seuraavaksi eniten toimeksiantoja ja tilauksia on tullut eri yrityksiltä Etelä-Suomen suurimmista kaupungeista. Yrityksen markkinat yltyvät myös ulkomaille, jonne myynti on kuitenkin vielä hyvin maltillista. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013)

2.5 Markkinointi

”Markkinointi on tiedostettuihin ja vielä tiedostamattomiin tarpeisiin vastaamista.” Yritys syntyy aina jostain ideasta, jonka takana on ihmisiä tavoitteineen, toiveineen ja arvoineen. Tätä ideaa voidaan muovata koko ajan ja sitä voidaan pitää elossa vain luovuuden avulla. Markkinointi on viestimistä yrityksen elämänvoimasta, jota se haluaa lisätä ja se on myös huomion herättämistä ja sen suuntaamista. Markkinoinnilla pystytään manipuloida asiakkaita tai sillä voidaan myös hienotunteisemmin vastata tiedostettuihin ja vielä tiedostamattomiin tarpeisiin. (Markkinointia rakkaudella 2002, 13)

Markkinointi on yksi tärkeimmistä menestystekijöistä yrityksessä ja yksi keskeisimpiä osia sen liiketoimintaa. Kyky erottua kilpailijoista ja viestiä omista tuotteista on-

nistuu markkinoinnin avulla. Markkinointi perustuu kaikilta osin asiakastarpeiden tyydyttämiseen kilpailijoita paremmin ja asiakkaiden ostokäyttäytymisen tuntemiseen. Menestyvän markkinoijan on hallittava entistäkin nopeammin tapahtuvia muutoksia markkinointiympäristössä, verkostoissa ja asiakassuhteissa. (Bergström & Leppänen 2009, 10)

3 3D-TULOSTUS

”Näin uusi teollisuusteknologia tulee muuttamaan maailmaa.” (The Economist 2011, 11)

”3D-tulostimien yleistymisen johdattaa seuraavaan teknologiseen kultaryntäykseen.” (Hotz 2012)

3D-tulostus on monissa eri medioissa ja jopa poliittisissa lausunnoissa ylistetty teknologia. Lienee siis selvää, että tämä uusi tekniikka tulee mullistamaan tuotantomarkkinoita ja avaamaan uusia liiketoiminta mahdollisuuksia uusille ja nykyisille yrityksille. Samalla se on myös uhka nykyisille yrityksille lisääntyvän tuotekopioinnin takia.

3.1 Toimintaperiaate

Kaikessa yksinkertaisuudessaan 3D-tulostuksella eli kolmiulotteisella tulostuksella on tarkoitus tulostaa kiinteä objekti, käyttäen digitaalista tiedostoa tulostuksen pohjana. Kaikki alkaa siitä kun tietokoneen avulla aloitetaan valmistamaan sähköistä piirrosta siitä esineestä joka halutaan tulostaa. Sen jälkeen 3D-tulostin rakentaa mallin tuotteesta kun sen sähköinen tiedosto on siirretty tulostimeen. Materiaalina se mitä siihen on valittu. (HDboksi.fi 2.3.2013)

3D-tulostimia on käytetty jo vuosikymmenien ajan. Aikaisemmin ne vain olivat valtavat kokoisia koneita ja olivat kalliita. Nykyisin tulostimia, jotka käyttävät muoviraaka-aineenaan saa jo alle tuhannen euron hintaan. Kalliita tulostimia on nykyisin

ne, jotka pystyvät tulostamaan myös muilla raaka-aineilla, kuten metalleilla tai tekstiileillä. (Bird, 2012)



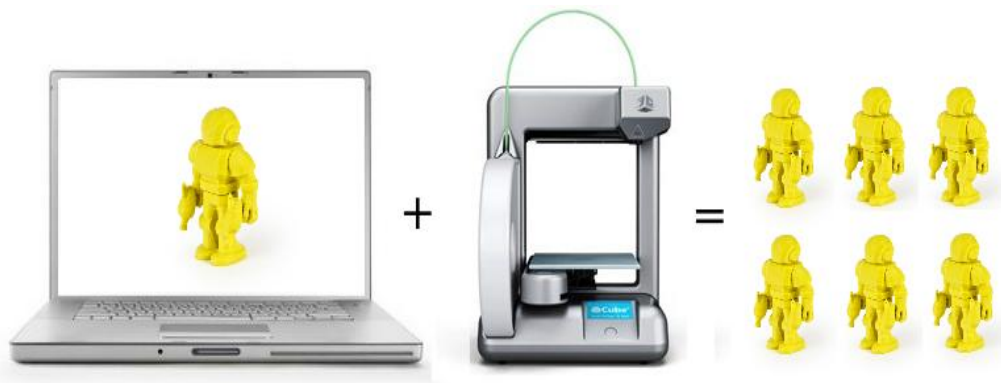
Kuva 2. Kuvassa uudella 3D-tulostekniikalla tulostettuja esineitä. (Minifactory.fi 11.5.2014)

Kuvassa 2 on esimerkkejä 3D-tulostuksen eri tulosteista. Kuten huomata saattaa niin tulostimella voi tulostaa hyvinkin pikkutarkkoja kohteita. Myös koko voi olla sormenpään kokoisesta esineestä vaikka jalkapallon kokoiseen esineeseen.

3.2 3D-tulostusprosessi

3D-tulostusprosessissa on käytännössä viisi erilaista prosessia eli tapahtumaketjua. Ensimmäiseksi pitää tietokoneen avulla suunnitella itse tuote, jonka jälkeen tietokoneohjelma purkaa tuotteen rakennepiirroksen ohuiksi siivuiksi. Seuraavaksi on printtauksen vuoro, jossa jokainen ohut siivu tulostetaan kerrallaan. Raaka-aine, olipa se sitten muovia tai metallia, on jauhemaisessa muodossa printerissä tai sen lähellä olevassa astiassa. Tästä astiasta tulostin ottaa sen käyttöönsä ja tulostaa siitä kerros kerrokselta pohjasta ylöspäin. Kerrokset voivat olla parhaimmillaan ainoastaan puolikkaan hiuksen paksuisia. Tämän jälkeen, kun tuote on tulostettu, se kovetetaan haluttuun muotoon hitsaten joko laserilla tai sähkövirralla. Seuraavassa vaiheessa peitetään ja kuorutetaan jauheella tai muulla aineella kerrosten yhdistämisen tulokset.

Viimeisessä vaiheessa tuotteeseen voidaan vielä lisätä muita irrallisia osia tai se voidaan yhdistää muihin eri tulostuksiin. Loppujen lopuksi kaiken tämän jälkeen tuote on täysin valmis tehdastuote. (Pauku 2013, 18-19)



Kuva 5. 3D-tulostus kaikessa yksinkertaisuudessaan. (hdboksi.fi 2.3.2013)

Kuvassa 5 3D-tulostusprosessi yksinkertaistettuna. Tietokoneella nähdään tuote mittoineen ja muotoineen. Tulostusohjelmalla se voidaan tulostaa oikean mittaisena fyysiseksi esineeksi. Samaa esinettä voidaan tulostaa yhdestä rajattomaan määrään asti kappaleita.

3.3 Käyttökohteet

Tällä hetkellä 3D-tulostimilla voidaan tulostaa jo esimerkiksi putkia, koruja, leukaluita, verisuonia, betoniseiniä, etärokotteita, rintaliivejä tai vaikka suklaata. Tulevaisuudessa lähes kaikilla on mahdollisuus tulostaa esineitä omilla tulostimillaan ja vieläpä kotioloissaan. 3D-tekniikan kehittyessä voidaan tulostimilla tulostaa, jopa vaatteita ja entistä monimutkaisempia esineitä. Tulevaisuudessa tämä voi mullistaa tavaroitten tuotantoa. Tekniikan tuoreudesta kertoo esimerkiksi se, että vasta syyskuussa 2012 avattiin maailman ensimmäinen 3D-tulostinkauppa New Yorkiin. (Pauku 2013, 17,22)

3D-tulostus tulee mullistamaan myös nykyistä lääketiedettämme. Tekniikka antaa mahdollisuuden tehdä kaikista tuotteista todella yksilöllisiä ja kustomoituja. Esimerkiksi proteeseista saadaan paljon istuvampia ja urheilukengistä yksilöllisempiä, kun

ne voidaan tehdä urheilijan painon ja jalanmuodon mukaan. 3D-istutteen ovat yleistyessä kovaa vauhtia, jolla tarkoitetaan sitä, että voidaan tulostaa bioproteeseja. Bioproteesit istutetaan ihmisen sisälle milloin mistäkin syystä ja loppujen lopuksi bioproteesit hajoavat kehossa itsestään ajan myötä, joten poistoleikkauksiakaan ei tarvitse tehdä. ”Raskaana oleva äiti voi halutessaan tehdä muiston ensimmäisestä ultraäänestä. Lääkäri editoi ultraääniä kuvaa ja 3D-tulostaa tarkan, hyvin yksityiskohtaisen kopion sikiöstä.” (Lipson & Kurman 2013, 7)

3.4 Laitteet

3D-tulostimia Suomessa maahantuo jo useat yritykset. Laitteita on jo satoja erilaisia ja ne tulevat pääosin Yhdysvalloista tai Kiinasta. Lisäksi Suomen markkinoille on jo tullut myyntiin aito kotimainen 3D-tulostin. Tulostin on nimeltään MiniFactory ja se on alkujaan erään suomalaisen opiskelijan kehittänyt. Sitä on alettu jo myymään kuluttajille alle tuhannen euron kappalehintaan. Näin ollen se sijoittuu tulostimissa edullisempaan hintaluokkaan.



Kuva 3. MiniFactory on suomalainen 3D-tulostimien laitevalmistaja. (Minifactory.fi 19.3.2013)

Kuvassa 3 kuluttajahinnaltaan ystävällinen tulostin, hintaa n. tuhat euroa. Muiden laitteiden hinnat riippuvat aivan niiden toimintamahdollisuuksista ja ominaisuuksista. Halvimpia laitteita saa jo alle tuhannen euron hintaan, kun taas kalliimmista tulostimista saa maksaa jopa kymmeniä tuhansia. Suurempia ja tehokkaampiakin tulostimia toki löytyy, mutta niiden tarkoituksena onkin jo sitten tulostaa kokonaisia talon osia tai autoja, joten niitä ei tähän tutkimukseen oteta mukaan. (XXX. Henkilökohtainen tiedoksianto 26.8.2013)

3.4.1 Ala- ja keskihintaluokan tulostimet

Halpojen 3D-tulostinlaitteiden toimintamahdollisuudet ovat jokseenkin rajoituneemmat mitä kalleimmissa versioissa. Niiden koko on muun muassa pienempi, jolloin niillä pystyy tulostamaan vain pienempiä esineitä. Lisäksi raaka-aineena toimii yleensä vain muovi, koska metallitulostus vaatii tehokkaampia ominaisuuksia laitteelta. Näiden edullisimpien laitteiden työnjälki on myös silmännähdessä heikompaa. 3D-tulostinten yksi merkittävistä laadunmittareista on niiden kerrospaksuus eli sen yhden koneen tekemän kierroksen aikana syötetyn raaka-aineen paksuus. Mitä ohuempi paksuus on, sen tarkempaa tulosta saadaan aikaiseksi. Tätä voisi verrata esimerkiksi tietokone- ja televisionäyttöjen tarkkuudesta kertoviin pikseleihin. Niissä tilanne on vain päinvastainen eli mitä suuremmat pikselimäärät sen parempi tarkkuus. (XXX. Henkilökohtainen tiedoksianto 26.8.2013)

3.4.2 Ylähintaluokan tulostimet

Kalliimpien 3D-tulostinten hinnat liikkuvat tuhansista euroista aina kymmeneen tuhansiin. Niiden toimintatarkkuus on paljon tarkempi kuin edullisimmissa malleissa, joten niillä pystyy tuottamaan erittäin pikkutarkkaa jälkeä. Hyviin ominaisuuksiin voidaan sisällyttää myös niiden suurempi koko, jolloin tulostettavasta esineestä voi saada monta kertaa suuremman kuin mitä edullisimmalla tulostimella saadut suurimmat mahdolliset tulosteet. Yksi suurimmista eduista näillä hinnakkaimmilla tulostimilla on se, että ne pystyvät käyttämään raaka-aineenaan myös muitakin raaka-ainemateriaaleja kuin vain muovia. Parhaimmissa 3D-tulostimissa tulostuksessa voi käyttää myös metalleja, tekstiilejä tai jopa elintarvikkeita kuten esimerkiksi suklaata.

Metallitulostus tuo koneen omistajalle mahdollisuuden tulostaa myös kestävämpiä esineitä. (XXX. Henkilökohtainen tiedoksianto 26.8.2013)



Kuva 4. 3D-Systemsin huipputulostin. (Mastergraphics.com 11.5.2014)

Kuvassa 4 on 3D-Systemsin tulostin, joka on yksi suosituimmista yritysten keskuudessa. Tulostin on maailman tunnetuimman 3D-tulostimia valmistavan yrityksen kehittänyt.

4 TUTKIMUSTAVOITE

4.1 Toimeksianto

Opinnäytetyö on nimeltään 3D-tulostustekniikan vaikutus pienoismallimarkkinoihin. Toimeksianto opinnäytetyölle tuli keväällä 2013 varsinainen opinnäytetyötutkimuksen tekeminen alkoi välittömästi tämän jälkeen.

Toimeksiantaja haluaa selvittää, että kuinka paljon uusi 3D-tulostustekniikka on nopeampi, taloudellisempi, laadukkaampi ja tarkempi kuin nykyinen tapa tehdä yrityk-

sen liiketoimintaan kuuluvia tuotteita eli pienoismalleja ja prototyypppejä. Yritys on Suomen mittakaavassa hyvin pienikokoinen ja siksi tämä tutkimus onkin erittäin tärkeä toteuttaa jo hyvissä ajoin ennen 3D-alan yleistymistä, sillä pienimpienkin tilausten menetykset vaikuttavat yrittäjän arkeen ja tulevaisuuteen. Panostamalla 3D-tekniikkaan ja sen osaamiseen mahdollisimman nopeasti parantaa myös yrityksen näkymiä kasvattaa liikevaihtoa alan kasvun myötä. 3D-tulostuksen markkinoille on povattu hurjaa kasvua lähivuosien aikana.

4.2 Tutkimuksen taustatiedot ja sen tavoite

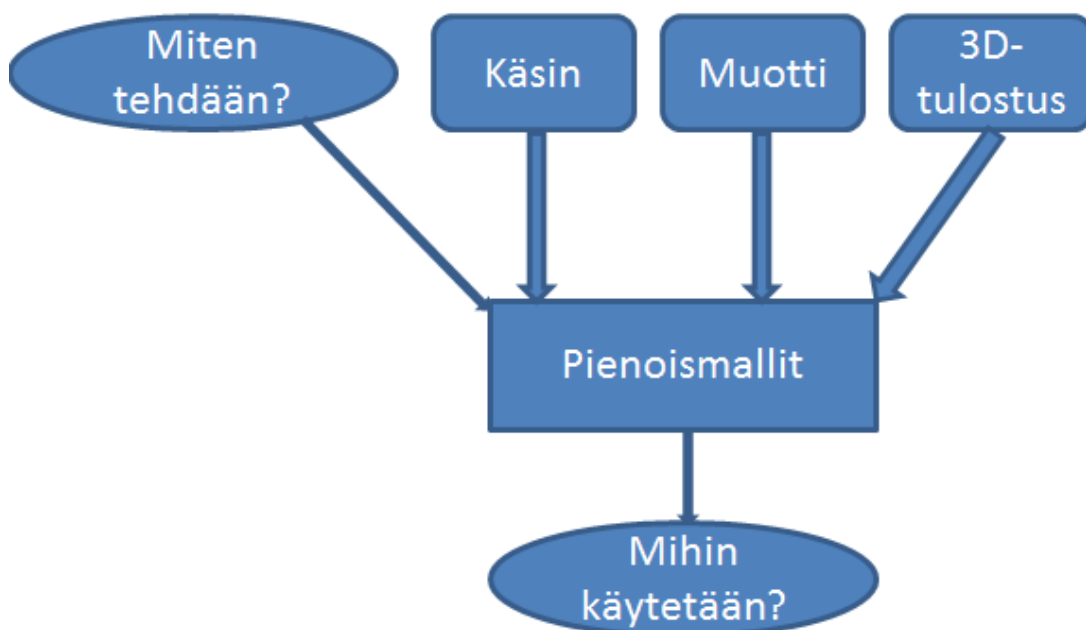
Tämän työn tarkoituksena on selvittää kuinka paljon 3D-tulostustekniikka tulee muuttamaan Case-yrityksen pienoismallimarkkinoita. Kuinka paljon taloudellisemmin, tarkemmin, laadukkaammin ja nopeammin pystyy pienoismalleja tekemään uuden tekniikan avulla verrattuna nykyiseen toimintatapaan. Tutkimus voi parhaimmassa tapauksessa johtaa 3D-tulostimen hankintaan, joka taas voi auttaa yritystä pysymään pienoismallivalmistajana.

Case-yritys haluaa selvittää etenkin eroja keskihintaisten ja kalliimpien pienoismallikäyttöön tarkoitettujen tulostimien välillä. Tavoitteena yrityksellä on se, että se hankkii hinta-laatusuhteeltaan parhaan mahdollisen laitteen. Keskihintaisen laitteen hankinta voisi kuitenkin tuoda merkittäviä investointisäästöjä, jos kalliimmasta tulostimesta ei löydy erittäin merkittäviä eroja ominaisuuksista. Ominaisuuksiltaan parhaimman laitteen ostaminen toisi maksimaalisen hyödyn niin työnteossa nyt kuin tulevaisuudessakin. Kalleimmat tulostimet eivät vanhene ominaisuuksiltaan heti ensimmäisen tai kahden vuoden sisällä, kun taas halvempien laitteiden käyttöominaisuudet voivat jo vuoden päästä olla vanhentuneita. Tämän takia ne ovat niin yrityksen kuin asiakkaidenkin tarpeiden tyydyttämiseen riittämättömiä.

Tutkimuksen avulla saadaan myös selville riskit siitä, jos joku Case-yrityksen kilpailijoista investoi tähän uuteen teknologiaan ja alkaa myydä 3D-tulostuspalveluita. Tutkimuksen avulla voidaan myös ennustaa nykyisten asiakkaiden toimintaa tulevien tilausten osalta. Tutkimuksen valmistuttua pitäisi olla tiedossa hieman osviittaa siitä miten kilpailukykyiseen hintaan kilpailijat voivat pienoismalleja valmistaa.

Työn tavoitteena on saada mahdollisimman tarkka tutkimustulos, jonka perusteella Case-yritys voi tehdä päätöksensä uuden koneen hankinnasta. Tutkimus on siis eräänlainen panostus vain yhteen Case-yrityksen liiketoiminnan osa-alueeseen.

4.3 Viitekehys



Kuvio 1. Viitekehys

Kuviossa 1 on tutkimuksen viitekehys. Viitekehys kertoo miten nykyään on mahdollista tehdä pienoismalleja. Pienoismalleja siis tehdään käsin, muotein ja 3D-tulostuksin. Näin saadaan pienoismalleja tai kenties prototyyppejä tuotteista, joita sitten käytetään niille tarkoitettuihin tarkoituksiin.

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tutkimus toteutetaan tutustumalla uuteen 3D-tekniikkaan aluksi teoriaosuudella niin kirjallisuuden kuin internetin avulla. Kirjallisuuden ja internetin kautta saatavat tie-

dot ovat perustietoja yleisesti 3D-tekniikasta, laitteista ja niiden ominaisuuksista, jotka selventävät ja helpottavat tutkimuksen jatkotoimenpiteitä.

Tutkimuksessa tullaan myös haastattelemaan alan osajia ja niiden palvelujen tarjoajia. Aikaisemmat yhteistyön tuloksia Case-yritys ja 3D-palveluyritysten kanssa otetaan myös tutkimukseen mukaan esimerkiksi laskujen ja hintatarjousten kautta selville saatavat hintatiedot, työtunnit ja toimitusajat.

3D-tulostimia vertaillessa tullaan valitsemaan vain yksi laite eri hintaluokan vaihtoehtoista, yhden valmistajan tarjonnasta. Tutkimukseen valitaan mukaan joko keskihintaluokan tai ylähintaluokan tulostin. Kyseiset tulostimet ovat 3D-Systemsin laitteita. 3D-Systems on maailman johtava 3D-tulostinvalmistaja ja siksi sen laitteet ovatkin markkinoiden tarkimmat ja monipuolisimmat. 3D-Systems laitteita maahan tuo XXX Oy ja siksi tutkimusosiossa pyritäänkin saamaan kaikki mahdollinen apu heiltä niin haastattelun kuin tulostin näytteiden muodossa.

Tutkimuksen toteuttamisajankohta on tuleva kevät ja kesä. Tutkimuksen pitäisi olla valmis kesän 2014 mennessä, jolloin kesän kiireiden jälkeen yritys voi paneutua tutkimustuloksiin paremmalla ajalla. 3D-tulostin on tarkoitus hankkia mahdollisimman pian tutkimuksen jälkeen, jos se osoittautuu yrityksen mielestä tarpeelliseksi.

5.1 AN-Design yritys esittely

AN-Design on vuonna 2007 toimintansa aloittanut toiminimi, jonka toimialana on tehdä muotteja ja malleja teollisuuden eri yrityksille. Malleihin lukeutuu muun muassa sekä täysikokoiset mallit, että pienoismallit. Malleja valmistetaan monista eri materiaaleista. Muotteja valmistetaan pääasiassa epoksista, polyuretaani (PUR) tuotteille. Yrityksessä työskentelee vain yksi henkilö ja se toimii Uudenkaupungin Pyhämaassa. Toimialaan kuuluu muottien, mallien ja pienoismallien ohella myös erikois-, uniikki- ja mittatilaustuotteiden valmistus ja myynti yrityksille sekä yksityisille asiakkaille. Pääsääntöisesti asiakkaat ovat kuitenkin kotimaiset osa- ja ajoneuvovalmistajat, muotoilutoimistot sekä autotehtaiden muotoiluosastot niin Suomessa kuin ulkomailla.

AN-Designin perustajalla on yli kahdenkymmenen vuoden kokemus muotoilun alalta. Yrittäjä on toiminut mallinvalmistajana Uudessakaupungissa Valmet Automotive Oy:n tuotekehitysosastolla 10 vuotta. Lisäksi hän on ollut muotoilutyössä Ruotsissa, SAAB:in muotoiluosastolla Trollhättanissa kaksi vuotta jonka jälkeen mallinvalmistajana Malli Design Oy:ssä noin kahdeksan vuotta. Edellä mainitun yrityksen ajaututtua konkurssiin 2009, on hän sen jälkeen toiminut kokopäiväisenä yrittäjänä. AN-Designin yrittäjä on myös yksi Suomen harvoista vahamallinnuksen osaajista. Auto-tehtaiden kautta saatu osaaminen vahamallinnuksesta on nyt hyödynnetty omassa yrityksessä ja entinen työntekijä on nykyinen asiakas.

Pienoismallit liiketoiminta-alueena vastaa n. 30% koko Case-yrityksen liikevaihdosta, joka vuonna 2012 oli noin XXXXX euroa. Pienoismallien kauppa on euromääräisesti kasvanut joka vuosi yrityksessä ja tavoite on saada kasvatettua sitä jatkossakin. Yrityksen tarkoitus on saada tuotua omaa nimeään ja taitoaan paremmin esille ja uusien asiakkaiden tietoisuuteen varsinkin jo tehtyjen pienoismallien kautta ja uudelleenlaisen markkinoinnin avustuksella. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 22.02.2013)

5.1.1 Case-yrityksen markkinointi

Case-yritys on panostanut markkinointiin vain melko vähän, sillä nykyiset asiakkaat on saatu toiminimen omistajan aiempien töiden ja tunnettavuuden kautta. Yleisen taloustilanteen takia työt ovat kuitenkin alkaneet vähentyä Case-yrityksessä. Yritys aikoo panostaa markkinointiin jatkossa enemmän. Yrityksen näkyvyys alan messuilla on lisääntynyt ja tuonut uusia asiakkaitakin. Lisäksi yritys harkitsee siirtyvänsä myös Facebookiin ja Twitteriin, jossa useat yritykset nykyään mainostavat ja hakevat näkyvyyttä itselleen ilmaiseksi. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 22.02.2013)

3D-tulostimen mahdollisen hankinnan jälkeen sitä voisi mainostaa sekä nykyisille asiakkaille ja uusille asiakkaille etenkin messujen ja sosiaalisen median kautta. Face-

book ja Twitter on oiva tapa luoda yhteyksiä ja verkostoitua niin asiakkaiden kuin yhteistyökumppaneiden kanssa. Case-yritys voisi markkinoida uusia laitteitaan ja niiden avulla saatuja tuotteitaan laittamalla niistä kuvia esimerkiksi sosiaalisiin medioihin. Näin näkyvyys parantuisi ja mahdollisen uuden investoinnin markkinoiminen olisi tehokasta.

Nykyisin on vaikea erottua kilpailluilla markkinoilla, mutta 3D-teknologia on vasta hyvin tuore ja siksi siinä erottuminen on vielä mahdollista ja siinä kannattaa olla edelläkävijänä. Kuvien markkinoiminen tulostetuista tuotteista antaa selkeän kuvan niin nykyisille kuin uusillekin asiakkaille siitä, että mitä kaikkea Case-yritys voi tehdä uudella teknologialla. Samalla asiakkaille käynee ilmi 3D-tekniikan tuomat etuudet kuten sen nopeus ja edullisuus. Näihin asioihin yrityksen olisi panostettava merkittävästi markkinoinnissaan, jos se päätyy 3D-tulostimen hankintaan tämän tutkimuksen myötä. (Nurmikko A. henkilökohtainen tiedonanto 22.02.2013)

5.2 Valittu tutkimusmenetelmä

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus sisältyy opinnäytetyöhön. Tutkimuskohteen ymmärtäminen on laadullisen tutkimuksen tavoitteena. Laadullisessa tutkimusmenetelmässä aineiston määrä ei ole tärkein vaan sen laatu. Tutkimus aineisto toimii apuvälineen laadullisen tutkimuksen asian tai ilmiön ymmärtämisessä. (Vilka 2005, 126.)

Kvalitatiiviseen tutkimukseen liittyy ainakin tässä työssä teemahaastattelu, joka tulaaan tekemään 3D-tekniikkaa edustavalle yritykselle. Teemahaastatteluun liittyvät kysymykset löytyvät liitteenä tutkimuksessa.

5.3 Tutkimuksen eteneminen

Tutkimus vaiheessa on tarkoitus haastatella Case-yrityksen toimitusjohtajaa, koskien käsityönä tehtävien pienoismallien prosessia. Teemahaastattelu tehdään XXX Oy:ssä. XXX toimii yrityksen toimitusjohtajana ja on yksi sen suurimmista omistajista. Henkilökohtaisten tiedonantojen eli haastattelujen jälkeen on kasassa tutkimus-

tulokset, joista kootaan sitten lopuksi yhteenveto ja vertailu. Vertailun kautta saadaan todelliset tulokset ja vastaukset tutkimuksen loppuunsaattamiseksi.

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tämän osion tarkoituksena on selvittää Case-yrityksen toimitusjohtajan haastattelun avulla nykyisen valmistustavan eri prosessit, ajankäyttö ja resurssien käyttö pienoismallia tehdessä. Hyväksi pienoismalli esimerkiksi tutkimukseen valittiin yritykselle toimeksiantona juuri tulleen veneen pienoismalli. Näin saadaan nykyisen toimintatapaan käytettävien resurssien tarkat määrät, jolloin niitä on helppo verrata 3D-tulostukseen. Toimeksiantajan mukaan kyseinen malli olisi täydellinen vertauskohde tutkimukselle, sillä se on kooltaan ja haasteellisuudeltaan juuri keskiverto pienoismallin mukainen. Juuri tällaisia toimeksiantoja varten 3D-tulostimen hankinnan tuomat edut on hyvä kartoittaa.

Seuraavat tutkimuksen kappaleet on jaettu pääprosessien mukaan pienoismallin valmistuksen etenemisjärjestyksessä. Käytetty prosessi on nopein, yksinkertaisin ja oikeastaan paras tapa yritykselle tehdä pienoismalleja tällä hetkellä.

6.1 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaihe alkaa käytännössä jo silloin, kun Case-yritys saa ostajalta tarjouspyynnön. Yrittäjän pitää laskea tai arvioida mahdollisimman tarkkaan pienoismalliin kuluva aika, materiaali- ja muut mahdolliset työhön liittyvät kustannukset. Ajan käyttöön vaikuttaa se kuinka yksityiskohtainen mallista pitää tulla ja siihen vaikuttaa myös se, että mitä raaka-ainetta siinä tullaan käyttämään. Nämä pitää selvittää, jotta voidaan laskea täsmällisen tarkka ja totta kai yritykselle tuottava tarjous. Voi myös olla, että joskus pienoismallilta vaaditaan liian tarkkoja yksityiskohtia, jolloin toimeksiantoa ei välttämättä voida edes ottaa vastaan tai yksityiskohdat joudutaan tilaamaan ulkopuolisilta tekijöiltä. Tällöin työtehtävän hintaan tulee liikaa ylimääräisiä

kustannuksia, jolloin pienoismallin hinnoittelemisesta ei välttämättä saada tarpeeksi kilpailukykyistä.

6.2 Materiaalihankinta

Tarjouspyynnön hyväksymisen jälkeen on hankittava tarpeelliset materiaalit työn tekoon. Ajan ja työkalujen lisäksi tarvitaan raaka-aineet, jolla malli saadaan kasattua. Pienoismallin tekoon tarvitaan styroksia, teollista muotoiluvahaa, irrotusainetta, kipsiä, lasikuitua, lakkaa ja maalia.

Suurin osa materiaaleista hankitaan läheisistä paikallisista rakennus- ja sisustustarvikeliikkeistä. Teollista muotoiluvahaa on Suomesta saatavilla hyvin vähän. Yritys hankkii sitä kuitenkin erään suomalaisen verkkokaupan kautta tai ostamalla sitä Uudenkaupungin autotehtaan kautta. Lasikuitu hankitaan sen sijaan Turusta asti, josta yritys ostaa sitä aina suurin erin halvempaan hintaan.

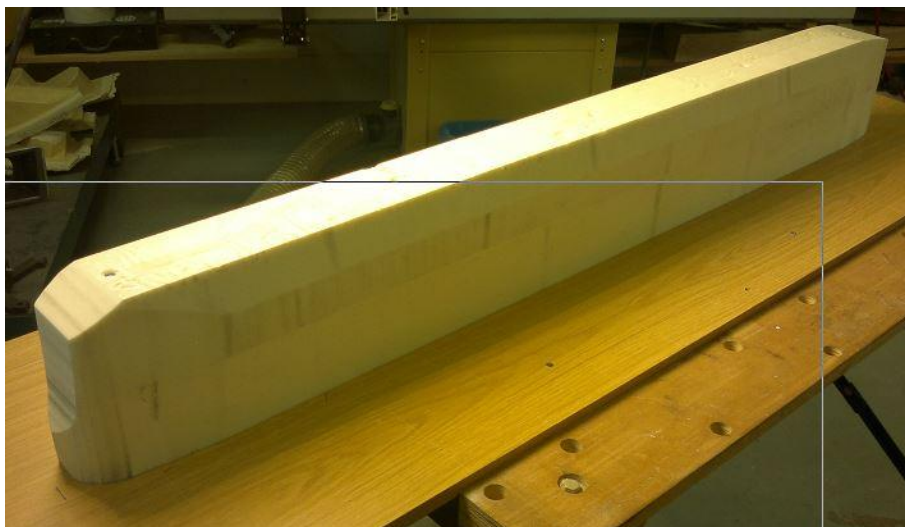
6.3 Valmistusvaihe prosessina

Kun suunnitelma on tehty, tarjouspyyntö hyväksytty ja materiaalit on hankittu alkaa itse valmistusvaihe välittömästi. Pienoismallista on saatu toimeksiantajalta sähköinen 3D-mallinnus tietokoneelle, josta näkee veneen pituuden, leveyden, korkeuden ja syvyyden. Seuraavissa osioissa on kerrottu kukin prosessivaihe kerrallaan mahdollisimman tarkasti.

6.3.1 Pienoismallin pohja

Pienoismallin teko aloitetaan tekemällä sille ensin pohja eli runko. Rungolla tuodaan jo alustavia muotoja mallista. Materiaalina tässä käytetään halpaa styroksia. Se on kevyttä ja helppoa työstettävää. Styrokseksi rungolla luodaan pienoismallille ensimmäiset muodot ja ontto sisusta jonka päälle aletaan myöhemmin rakentamaan vahakerrosta. Tämän vuoksi styrokseksi rungosta on tehtävä noin kaksi senttimetriä ohuempi kuin oikeat mittasuhteet, sillä vahakerros styroksin päällä vaatii sen paksuuden, jotta

se kestää käsittelyä. Runko on jaettava kahteen osaan; veneen alaosaan eli aihioon ja yläosaan eli hyttiin.



Kuva 5. Valmis styroksista tehty pohja pienoismallille.

Kuvassa 5 olevan styrokso pohjan pääsääntöisenä tarkoituksena on säästää myöhemmin käytettävää muotoiluvahaa ja siitä aiheutuvia kustannuksia merkittävästi. Kustannuksia styroksista syntyy korkeintaan viisi euroa. Pienoismallin pohjan tekemiseen kuluu aikaa noin neljä tuntia.

6.3.2 Vaha-mallinnus

Kun veneestä on tehty styrokso rungot, on seuraavaksi vuorossa vahamallin tekeminen runkojen päälle. Styroksirungot päällystetään kahden senttimetrin paksuisella vahakerroksella. Raaka-aineena toimii autoteollisuudessa käytettyä muotoiluvahaa. Vaha on ominaisuuksiltaan laadukasta, sitä pystyy lisäämään ja poistamaan, jolloin mahdolliset virheet on helppo korjata. Lisäksi muotoiluvaha on erittäin mittatarkkaa, josta kertoo se, ettei vaha kutistu eikä laajene tavallisessa huoneenlämmössä. Vahaa lämmitetään uunissa noin 60:ssä asteessa, jolloin siitä tulee helposti muotoiltavaa ja sitä voi helposti levittää styroksin päälle tasaisesti. Vahaa lisätään sopivin paloin rungon pinnalle. Lämpimässä uunissa on koko ajan muotoiluvahaa valmiina odottamassa, jos sitä tarvitsee lisätä tai sillä pitää korjata sattuneita virheitä. Vahan jäähtyessä se jähmettyy kovaksi, jolloin sitä voi muokata ainoastaan työkaluilla. Vahaa li-

sätään jäähtyneeseen malliin ensin kuumailmapuhaltimella lämmittämällä sen pintaa, jolloin uunista otettavaa lämmin vaha tarttuu siihen.



Kuva 6. Työstettävänä oleva ja valmis vahamallinnus raitiovaunu pienoismallista.

Kuvassa 6 oikealla on pienoismalli joka on juuri valmistunut vahamallinnusvaiheesta. Tämä on ajan käytössä selvästi pitkäkestoisin vaihe prosessissa. Aikaa muotoiluun kuluu jopa viikko. Vahamuotoilu on tarkkaa ja yksityiskohdat pitää tehdä hyvin huolellisesti. Tämä kaikki on tehtävä kokonaan käsin, mutta totta kai työkaluja apunaan käyttäen. Muotoiluvahan hinta on noin 15-20 euroa kilolta ja tähän malliin sitä kuluu arviolta hieman yli neljän kilon verran.

6.3.3 Kipsimallinnus

Vahamallinnuksen jälkeen on vuorossa muotinteko kipsistä. Kipsimuotti saadaan kun valmis vahamalli käsitellään ensin irrotusaineella, jonka jälkeen ne voidaan päällystää kipsillä. Kipsimuotin teko on myös hyvin tarkkaa työtä sillä vahamallin ja kipsin väliin ei saa jäädä ilmataskuja ja sen pitää tasoittua vahan pintaa vasten täydellisesti, jotta jokainen muoto pysyy oikean mittaisena. Tässä tapauksessa kun kyseessä on veneen pienoismalli, siihen sisältyy muutamia niin sanottuja negatiivisia päästöjä, joiden takia kipsimuottia ei saada vahamallin päältä pois yhtenäisenä kappaleena. Tämäkin veneen muotti pitää valmistaa kolmessa eri osassa. Yksi osa on veneen runko ja kaksi muuta osaa ovat veneen puoliksi jaettu hytti. Kipsin annetaan kovettua n. parin tunnin ajan, jonka jälkeen se irrotetaan vahamallista.



Kuva 7. Kipsivaiheessa olevat mallit. Kuvissa käytetty Helsingin raitiovaunun pienoismallia.

Kuvassa 7 kipsi osat ovat nyt kolmena kappaleena ja sen jälkeen kipsiosat pitää yhdistää toisiinsa pulttiliitoksin. On tärkeää että liitoskohdat on erityisen tarkasti tehty, jotta kappaleet yhdistyvät toisiinsa lähes saumattomasti. Liittämisen jälkeen kipsit laitetaan uuniin loppukuivaukseen, noin 50-60 asteeseen muutamaksi tunniksi. Kun kipsimuotti otetaan uunista pois, annetaan sen jäähtyä. Mikäli kipsissä esiintyy ilmakuplia tai muita virheitä, niin silloin ne paikataan tasaisiksi. Tämän jälkeen kipsimuotti vahataan irrotusvahalla 4-5 kertaa ja sitten se kiillotetaan. Sitten muotti onkin valmis laminoitavaksi. Kipsin materiaalihinnaksi tuli 11,5€ ja muotinvalmistukseen sitä kului seitsemän kilon verran.

6.3.4 Laminointivaihe

Tässä vaiheessa muottiin lisätään Gelcoat eli pintageeli. Geeli sivellään muotin pintaan ja annetaan kovettua kahdesta kuuteen tuntiin, jonka jälkeen toimenpide uusitaan ja annetaan taas kovettua. Geeli on kovettunut tarpeeksi kun se ei enää tartu sormiin. Sitten on aika laminoida eli tehdä ensimmäinen lasikuitukerros.



Kuva 8. Lasikuitukerros asetetaan kipsimuotin sisäpinnalle.

Kuvassa 8 on tehty jo ensimmäinen lasikuitukerros kipsimuottiin. Kerros syntyy kun hartsia laitetaan pienen telan kanssa muotin pinnalle ja sitten lasikuitumatto asetellaan siihen päälle tasaisesti. Ensimmäisen kerroksen annetaan kovettua "yön yli". Seuraavat kaksi kerrosta laminoidaan yhtäjaksoisesti ja niiden annetaan kovettua vain muutaman tunnin ajan. Kerroksia veneeseen tulee siis kolme, joiden yhteenlaskettu paksuus on 2,5mm. Lasikuidun kustannukset työhön on 1,60€ ja siihen lisättävä hartsin kustannukset 7 euroa. Aiemmin mainitun pintageelin kustannukset 300g:n määrästä on kolme euroa.

6.3.5 Irrotus ja liittämisvaihe

Laminointivaiheen jälkeen on aika irrottaa lasikuitumalli kipsistä. Mallissa on lasikuitua on aina sen verran, että ne ylittävät veneen rajat, jotta kerrosten paksuus on sama joka kohdassa mallia. Irrotuksen jälkeen ylimenevät lasikuidut sahataan tai leikataan pois. Malli on siis kolmessa osassa, joiden liittämiskohdat hiotaan, jotta ne voidaan liittää toisiinsa. Mallin osat yhdistetään esimerkiksi polyesterikitillä ja annetaan kovettua tunnin verran. Sen jälkeen alkaa liitoskohtien loppuhionta ja viimeistely jatkokäsittelyä varten. Tähän koko vaiheeseen kului työskentelyaikaa n. kolme tuntia.



Kuva 9. Pienoismalli osittain ja kokonaan koottu. Kuvan vene ei liity tutkimuksen esimerkki pienoismalli veneeseen.

Kuvassa 9 on esimerkkiä siitä millaisissa osissa pienoismallit voidaan tehdä. Lopuksi kun osat on saatu koottua kokonaisuudeksi niin on pienoismalli valmis viimeistelyä varten.

6.3.6 Viimeistelyvaihe

Kun pienoismalli on kokonaisena kappaleena, sen pinta hiotaan sileäksi ja mahdolliset epätasaisuudet tasoitetaan kitillä. Hionta tapahtuu vesihionnalla, eli pintaa hiottaessa hiekkapaperilla joukossa on myös vettä. Hionnan jälkeen poistetaan siihen jäänyt hiontapöly tai muut epäpuhtaudet. Puhdistamiseen käytetään erillistä pyyhintäainetta, joka poistaa myös esimerkiksi sormista jääneet rasvajäämät.

Mallin pinta on oltava puhdas ja tasainen, jotta maalaaminen voidaan aloittaa. Pienoismalli maalataan ns. pastaväreillä ja värit ikkunoihin ja muualle veneeseen on määrätty toimeksiantajan toimesta. Eriväriset alueet on suojattava ja rajattava esimerkiksi maalarinteipin kanssa, jotta maalirajat ovat mahdollisimman täydelliset. Maalin annetaan kuivua noin yksi päivä. Pienoismallissa käytetyt maalit antaa sille mattapinnan.



Kuva 10. Maalattut ja lakatut lasikuituiset pienoismallit.

Kuvassa 10 on ylemmässä kuvassa valmiiksi maalattu pienoismalli ja alemmassa kuvassa on maalaamisen jälkeen lakatut pienoismallit. Lakkapinta tarttuu mattapintaan tiukasti ja antaa pienoismallille hienosti kiiltävän pinnan. Toimenpide kestää neljä tuntia. Tämän jälkeen pienoismalli on valmis ja se voidaan asettaa sille tarkoitetulle alustalle kiinni, joka sitten toimitetaan tilaajalleen. Viimeistelyvaihe kestää noin viisi päivää ja materiaalikustannuksiin menee n. 50-100 euroa.

6.4 3D-tulostinten valikoima markkinoilla

Tutkimuksen osalta on tehty myös yritysvierailu Helsingissä sijaitsevassa XXX Oy:ssä. Yhtiön toimitusjohtaja esitteli ensiksi yrityksen tiloja ja historiaa. Yritys on maahantuonti ja agentuuriyritys, joka on perustettu vuonna 1989. He toimittavat päätoimenkuvanaan pakkauskoneita asiakkailleen etenkin elintarviketeollisuudelle. Yritys suunnittelee ja tekee myös pakkauksia asiakkailleen 3D-tulostuksen avulla. Yritys tekee tulostamalla prototyyppi pakkauksia esimerkiksi shampoo, maito ja ketsuppi purkeista. Lisäksi heiltä voi tilata lähes mitä tahansa esineitä mittatilaustöinä. (XXX henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013)

Yrityksen 3D-tulostin oli 3D-Systemsin tulostin, jota sai seurata hyvinkin läheltä. Tulostin oli jääkaapinkokoinen ja hyvin teknisen näköinen laite. Oli hämmästyttävää nähdä tulostimen tuloksia, ne olivat todella laadukkaita ja yksityiskohtaisia. Kyseisen tulostimen hinta liikkuu n. 75 000 euroa. Toimitusjohtaja kertoi, että vanhemmat tulostimet kärsivät jos niitä seisotti tyhjillään päiviä. Uudet koneet ovat kuitenkin niin kehittyneet, ettei niitä tarvitse pitää päällä päivittäin. Toimitusjohtajan mukaan kannattaa välttämää halvempia tulostimia. (XXX henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013)

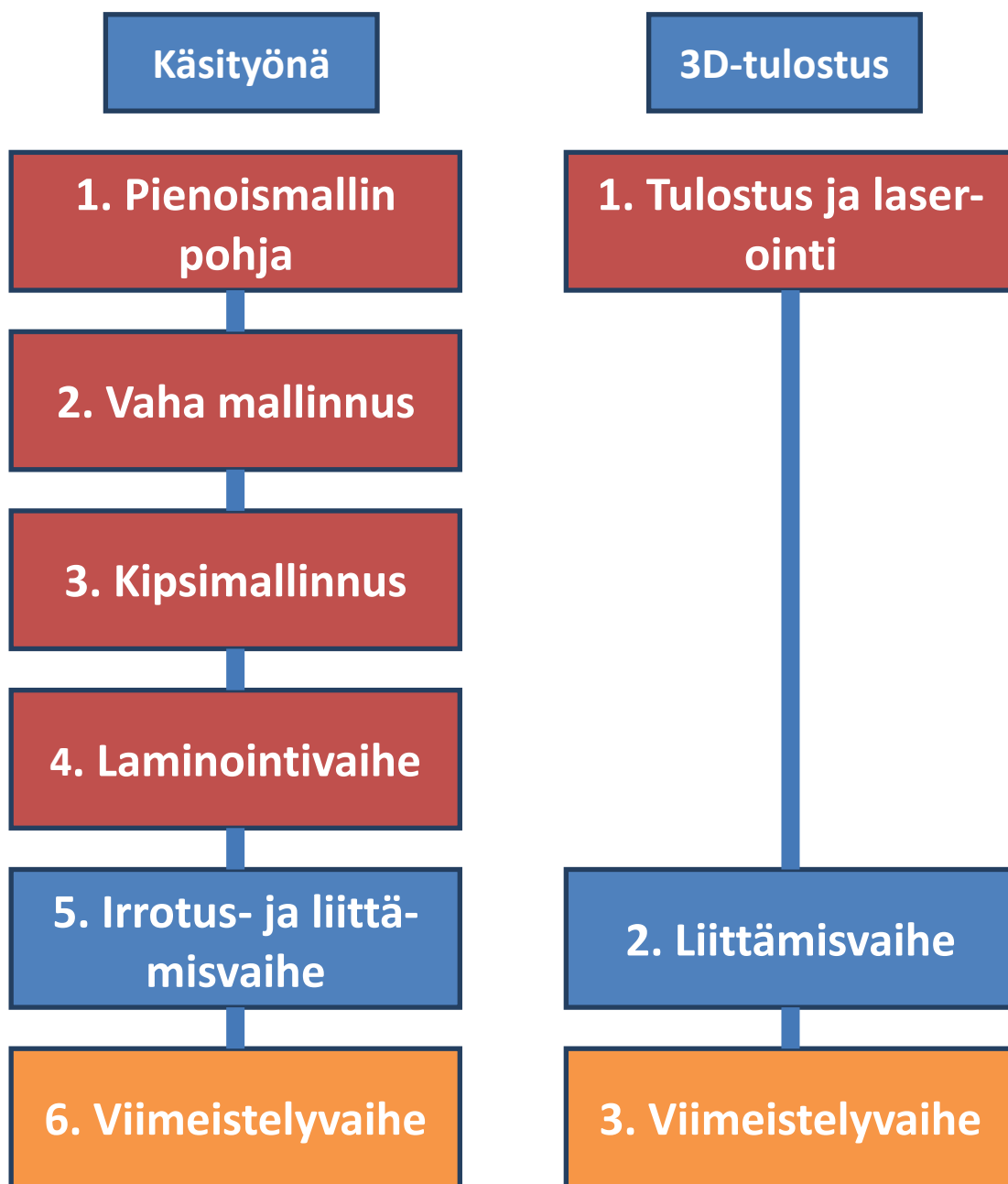
Huoltotoimenpiteet koneisiin ovat vähäisiä, eniten huoltoa tarvitsee tulostimen suuttimen pään vaihtaminen. Tulostusaineen lisääminen on miltei jokapäiväistä, riippuen kuitenkin tulostusten määrästä. Tulostusaineena käytetään tai suositellaan käytettävän Sveitsiläistä muovijauhetta tai tulostusmuovia lankakerän muodossa. Se on laadukasta eikä aiheuta koneelle tukkeutumisen vaaraa. Kiinalaiset tulostusaineet ovat kuitenkin kehittyneet myös, mutta eivät ole vielä tarpeeksi laadukkaita. Laadukkuudella tulostinjauheessa tai -langassa tarkoitetaan sitä, että tulosteista tulee paremmin kestäviä. XXX Oy:ssä käytettävän tulostusaineen hinta on noin 100 euroa kilolta. Sen hinta on normaalia suurempi, koska he haluavat panostaa Sveitsiläiseen laatuun. Nykyään muovia saa lähes mistä vain verkkokauppojen kautta ostettua ja niiden kilohinnatkin ovat pudonneet tulostusjauheissa ja tulostuslangoissa n. 40-50€ kilohintaan. (XXX henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013)

XXX oy:ssä he suunnittelevat itse ja 3D-mallintavat tietokoneella saatuja tilauksia, mutta tulostavat myös jo valmiita 3D-mallinnuksia. Tarkemmat tiedot 3D-tulostuksen prosessikuvauksesta on kerrottu seuraavassa osiossa. (XXX henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013)

6.5 Perinteisen mallinnuksen ja 3D-tulostuksen vertailu

Tutkimuksen yksi merkittävin vaihe on vertailla saatuja tietoja toisiinsa. Näin saadaan selville ajallisesti ja taloudellisesti suurimmat erot nykyisen ja 3D-tulostuksen tavoista.

Seuraavassa prosessikaaviossa on esitetty nykyisen tavan prosessikaavio verrattuna 3D-tulostuksen prosessikaavioon. Prosessikaaviot alkaa siitä kun toimeksianto ja tarjouspyyntö on hyväksytty ja työt on määrää aloittaa. Kaaviossa on näytetty työn eri vaiheet. Kaaviossa ei ole esitetty 3D-mallinnus vaihetta, koska ne tulevat käytännössä aina tuotteen tilaajalta valmiina. Mallinnuksien tekemiseen tietokoneohjelmalla kuluisi huomattavan paljon aikaa, jos case-yrityksen pitäisi tehdä se aina alusta asti itse. Siinä on kuitenkin tilaisuus laajentaa liiketoimintaa tulostuksesta myös 3D-mallinnuksen puolelle.



Kaavio 2. Prosessikaaviot

Kaaviosta 2 näkee, että nykyisessä tavassa on yhteensä kuusi eri prosessia ja 3D-tulostuksessa vain kolme. Huomattavin ero näkyy tulostusvaiheessa, joka korvaa jopa neljä eri prosessia käsityönä tehtynä. Tulostin tulostaa koko kappaleen yhtenä osana ja samasta materiaalista, kun 3D-mallinnus on ensin syötetty tietokoneelle ja 3D-ohjelma on jakanut pienoismallin pieniin siivuihin.

Lisäksi laserointi tapahtuu tulostuksen aikana, jonka tarkoituksena on kovettaa tulostus kestäväksi. Mikä parasta niin kone tekee tämän kaiken aivan itse, jolloin yrittäjällä on aikaa tehdä jotain muuta silläkin hetkellä. Tulostusprosessissa eniten aikaa vie itse tulostus, sillä tulosteen valmistaminen kestää useita, ehkä jopa kymmeniä tunteja. Lähes yhtä kauan aikaa kuluu myös tulostettavan tuotteen suunnitteluun ja rakentamiseen tietokoneohjelmalla. Tämä kaikki toki riippuu aivan tulostettavan tuotteen ominaisuuksista kuten sen suuruudesta, tarkkuudesta ja monimutkaisuudesta. Ajan myötä lisääntyvä käyttökokemus nopeuttaa kuitenkin huomattavasti taitoja uusien tulostuskaavojen suunnitteluun ja kehittelyyn.

Käsityönä tehtäessä pienoismallin työvaiheet vievät aikaa n. 15 päivää ja kustannuksia yhteensä 180 euroa. 3D-tulostuksen tulostus malliesimerkissä veisi aikaa arviolta noin 15 tuntia, mutta viimeistelyvaihe tässäkin voisi viedä samat viisi päivää. Siltikin ajallista säästöä kertyisi kymmenen päivän verran. Tulostusjauheeseen kustannuksia kuluisi n. 400euroa, koska painoa veneelle tulisi noin neljä kilogrammaa ja kilohinta on 100 euroa.

Irrotus ja liittämisvaiheet ovat käytännössä molemmissa samat, mutta tässä tapauksessa tulostuksessa ei olisi tätäkään vaihetta sillä pienoismallin koko on juuri sopiva tulostettavaksi kerrallaan kokonaisena. Tämäkin säästäisi huomattavasti aikaa. Mikäli molemmissa tapauksissa olisi mukana liittämisvaihe, veisi se lähes yhtä paljon aikaa kummassakin prosessissa. Ajallisesti mitattuna aikaa kuluisi vain muutama tunti, mutta irrotusvaihe lisää käsityönä tehtyyn prosessiin hieman lisää aikaa, sillä se pitää tehdä varovasti.

Viimeistelyvaihe on oikeastaan myös samanlaiset molemmissa tavoissa. Pienoismallien pinta viimeistellään ja sitten ne lopuksi vielä maalataan haluttuihin väreihin.

Saman suuruinen työ tässäkin vie aikaa ja kustannuksia kutakuinkin saman verran. Aikaa viimeistelyvaiheeseen voi kulua jopa viisi päivää, sillä maalaamiseen liittyy se, että jossain vaiheessa maalin on annettava kuivua kunnolla, jotta se voidaan maalata uudestaan.

| Veneen pienoismalli esi-merkki | | |
|--------------------------------|-----------|----------|
| | Aika | Kulut |
| Käsityö | 15 päivää | 181,50 € |
| 3D | 5 päivää | 400 € |
| ero % | 200,0 % | 120 % |

Kaavio 3. Käsityön ja 3D-tekniikan numeraalisia eroja pienoismallia tehtäessä.

Kaaviossa 3 voi nähdä kahden eri tekniikan luvut numeroina. Käsityönä tehtynä aikaa kuluu 200 prosenttia enemmän aikaa kuin tulostaen. Kuluista taas huomataan, että tulostettaessa menee materiaalikustannuksiin 120 prosenttia enemmän kuin käsityössä tarvittaviin materiaaleihin.

Kaiken kaikkiaan käsityönä tehtynä pienoismalliin kuluvat materiaalikustannukset ovat noin 120 euroa alhaisemmat, vaikka tulostettaessa käytetäänkin vain yhtä raaka-ainetta. 3D-tulostimen raaka-aineena käytettävä ABS-muovi on vielä kuitenkin hieinan arvokasta. Hinnat voivat kuitenkin tulevaisuudessa laskea kun kyseisen tekniikan käyttö maailmalla yleistyy. Sitten kun vertailemme ajan käyttöä niin 3D-tulostin on ylivoimaisesti parempi ja tehokkaampi. Siinä syntyy jo sivutuotteena arvokkaita lisäpäiviä yrittäjälle. Kun saman pienoismallin tekemisessä puhutaan n. 10 päivän erosta niin voidaan jo puhua murskavoiton mukaisista lukemista 3D-tulostuksen eduksi.

Yritykselle järjestyisi siis paljon lisätyöpäiviä 3D-tulostuksen myötä. Kun puhutaan jo yli kymmenen työpäivän säästöistä niin sen ajan voi käyttää myös hyödyksi. Toki uusien työtehtävien vastaanottaminen, mutta myös itse voi vaikuttaa työmäärään. 3D-tekniikka kehittyy koko ajan ja sillä on valtavat kasvupotentiaalit maailmalla. Tekniikan hallitseminen ja osaaminen tulee olemaan erittäin arvokasta tietoa taitoa jokaiselle kuka sen vain opettelee. Tässä olisi Case-yritykselle mahdollisuus laajentaa liiketoimintaa pelkästä pienoismallien teosta niiden suunnittelu ja kehitys työhön.

Seuraavassa kaaviossa on kuvailtu kuvioilla ja numeroilla 3D-tulostimen etuudet käsityöhön nähden.

7 POHDINTA

Lähdin tekemään tutkimusta Case-yritykselle, etsien vastauksia siihen, olisiko 3D-tulostus jo tällä hetkellä korvaava vaihtoehto käsityönä tehtäville pienoismalleille. Opinnäytetyön tekemiseen kului reilu yksi vuosi ja jo sen aikana 3D-tulostus on kehittynyt valtavasti ja se on saanut paljon media näkyvyyttä. Voi siis päätellä, että 3D-tekniikka yleistyy hirmu vauhtia ja siitä on kasvamassa valtava bisnes maailmalla.

Tutkielmaa tehdessä oli mielenkiintoista päästä näkemään itse tulostusta. Sen tekniikan hallitseminen ei vaikuttanut lainkaan raketitieteeltä vaan oli itse asiassa melko helpon näköistä työtä. Ehdottomasti vaikeinta 3D-tulostuksessa on osata käyttää 3D-mallinnus ohjelmaa. Sen kun oppii ja hallitsee hyvin niin jo pelkästään taitona se voi tarjota tulevaisuudessa työmahdollisuuksia, joko oman yrityksen nimissä tai toiselle työskennellen.

Kohdeyrityksessä 3D-tulostinta käytettäisiin niin pienoismallien kuin tavallisten mallienkin valmistukseen. Tämä poistaisi useita eri prosesseja, joita yritys nykyisin joutuu käymään läpi malleja tehdessään. Prosessiketjun lyheneminen tarkoittaa merkittävää ajansäästöä työnteossa. Tämä taas on taloudellisesti kannattavampaa, samalla materiaalien käyttö helpottuisi ja materiaalin käyttö vähenisi myös huomattavan paljon.

Kaikki vastaukset kysymyksiini sain ja on epäilemättäkin selvää mikä on tutkimuksen loppupäätelmä siitä, kuinka 3D-tulostustekniikka vaikuttaa Case-yritykselle tärkeään pienoismallimarkkinoihin. Nykyinen tapa tehdä pienoismalleja on reilusti liian paljon pidempikestoisempi ja työläämpi tapa tehdä pienoismalleja kuin 3D-tulostus. Täytyy kuitenkin muistaa, että 3D-tulostimella voi tulostaa vasta suurimmillaan 30cm pitkän pienoismallin. Tulostaminen kun säästäisi yrittäjän kolmelta haastavalta

prosessivaiheelta ja toisi lisäpäiviä yrittäjän arkeen. Tulostuksen avulla yrittäjä säästäisi 10 työpäivää siinä kun kone tulostaisi pienoismallin aivan yksin. Materiaali kustannusten erot ovat käytännössä mitättömät, koska suurin hyöty yritykselle tulisi ajansäästöstä. Säästetyt kymmenen päivää tuovat lisää mahdollisuuksia tehdä enemmän töitä. Yksityisyrittäjän elämässä näinkin monta lisäpäivää ovat hyvin tärkeitä.

Yrityksen tulisi ehdottomasti harkita 3D-tulostuksen hankintaa. Se on suuri investointi, mutta tulevaisuutta ajatellen se voi olla jopa välttämätön keino pysyä pienoismallituotantomarkkinoilla. Tulostimen avulla yritys saa reilusti kilpailukykyisemmät hinnat pienoismalleilleen ja lisäksi se toisi myös uusia liiketoiminta mahdollisuuksia, jotka voisivat olla hyvinkin arvokkaita tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- AN-Design:in www-sivut. Viitattu 19.3.2013 <http://www.an-design.fi/>.
- Bergström, S & Leppänen, A. 2009. Yrityksen asiakasmarkkinointi. Helsinki: Edita
- Bird, J. 2012. Exploring the 3D printing opportunity. The Financial Times 8.8.2012. Viitattu 22.3.2013. <http://search.proquest.com/abiglobal/docview/1032784370/13CF7B8D6B87B9A2744/1?accountid=13708>
- Evans, B. 2012. Practical 3D Printers. New York. Paul Manning.
- XXX Oy:n www-sivut. Viitattu 5.5.2013. XXX.
- HDboksin www-sivut. Viitattu 11.5.2014 <http://www.hdboksi.fi/tietoa-3d-tulostuksesta/>
- Hotz, A. 2012. 3D printers shape up to lead the next technology gold rush. Viitattu 22.3.2013. <http://www.guardian.co.uk/technology/2012/oct/05/3d-printers-technology-gold-rush>.
- Kulovesi A. (2002) Markkinointia rakkaudella. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Leaders. 2011. Print me a Stradivarius. The Economist, 11.
- Lipson, H. & Kurman, M. 2013. Fabricated. Indianapolis. John Wiley & Sons, Inc.
- Mastergraphics www-sivut. Viitattu 11.5.2014 <http://www.mastergraphics.com/hardware/3d-printers/projet-6000>
- MiniFactory:n www-sivut. Viitattu 19.3.2013 <http://www.minifactory.fi/>.
- XXX. 2013. Toimitusjohtaja. XXX Oy. Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2013.
- Nurmikko. A. 2013. Toimitusjohtaja. AN-Design Tmi. Uusikaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 19.3.2013.
- Nurmikko. A. 2014. Toimitusjohtaja. AN-Design. Uusikaupunki. Haastattelu 22.02.2014. Haastattelijana Joni Nurmikko. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.
- Paukku, T. 2013. Kymmenen uutta ihmettä. Tampere: Gaudeamus.
- Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.

LIITE

Liite 1 Teemahaastattelun kysymykset 26.8.2013

1. Mitä tarkoittaa 3D-tulostus?
2. Mistä kaikesta 3D-tulostusprosessi käytännössä koostuu?
3. Mitä raaka-ainetta 3D-tulostin käyttää?
4. Kuinka paljon raaka-aine tulostimiin maksaa?
5. Mistä sitä ostetaan?
6. Kuinka kauan tulostus kestää?
7. Kuinka kauan 3D-mallin tekeminen tietokoneella kestää?
8. Minkälaisia eroja on halvempien ja kalliiden tulostimien välillä?
9. Minkälainen tulostin teillä on?
10. Minkälaista tulostinta suosittelisitte?
11. Kuinka paljon tulostin maksaa tai paljonko siitä kannattaisi olla valmis maksamaan?
12. Mitkä on tulostuksen hyvät ja huonot puolet?
13. Mikä on haastavinta tulostuksessa?
14. Mitä muita asioita pitäisi ottaa huomioon tulostinta hankittaessa?