

**PIENYRITTÄJÄN MAHDOLLISUUDET 3D-TULOSTUSPALVELUN
TARJOAJANA KANTA-HÄMEEN MAASEUTUALUEELLA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Kevät, 2018

Mandi Blomqvist

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Mustiala

Tekijä	Mandi Blomqvist	Vuosi 2018
Työn nimi	Pienyrittäjän mahdollisuudet 3D-tulostuspalvelun tarjoajana Kanta-Hämeen maaseutualueella	
Työn ohjaaja/t	Jaana Nuuttila, Marko Rantanen	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa Kanta-Hämeen maaseutualueella toimivien yhdistysten, yrittäjien sekä yksityisten toimijoiden kiinnostuksesta ja asenteista 3D-tulostusmenetelmällä valmistettuihin tuotteisiin. Tilannekartoituksen pohjalta tehdään päätelmä kantahämäläisen yrityksen realistisista yritystoimintamahdollisuuksista 3D-tulostuspalvelutuottajana kohdealueella.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kyselytutkimuksen keinoin vallitsevia asenteita ja 3D-tulostuspalvelun tarvetta alueella. Lisäksi tavoitteena oli kartoittaa valmistustapaan soveltuva tuoteryhmä, joka alueella herättää kiinnostusta. Näiden selvitysten kautta tilaajayrityksen toiminnalle tavoiteltiin jatkuvuutta mahdollisen uuden palvelun tarjoajana. Lisäksi työn toiminnallisessa osuudessa tehtiin kyselyvastausten pohjalta ideoidun tarvikkeen prototyypin mallinnus ja koetulostus.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi 3D-tulostuksen historiaa, nykyisin laajimmin käytössä olevat tulostustekniikat, erilaiset tulostusmateriaalit ja tuotekehityksen perusteet sekä luodaan katsaus Suomen lain asettamiin rajoituksiin ja tuotesuojaukseen koskien kaupallista valmistusta.

Kyselyyn saadun vähäisen vastausmäärän sekä muiden tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että kehityksen tässä vaiheessa pienelle kantahämäläiselle yritykselle on melko haastavaa päästä kohdealueella markkinoille 3D-tulostuspalvelun tarjoajana, ellei yrittäjän tietotaito, tekninen osaaminen ja laitteistoresurssit sekä valmius laajaan markkinointiin ole erittäin hyvällä tasolla.

Avainsanat 3D-tulostus, maaseutualue, mallinoikeus, tuotekehitys

Sivut 43 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries
Mustiala

Author	Mandi Blomqvist	Year 2018
Subject	Micro-entrepreneur's possibilities as a 3D-print service provider in Tavastia Proper's rural area	
Supervisors	Jaana Nuuttila, Marko Rantanen	

ABSTRACT

The aim of this thesis is to provide information on the interest and attitudes of various associations, entrepreneurs and private persons operating in the Tavastia Proper's rural area about 3D printing. The thesis will draw a conclusion of the realistic business opportunities for a micro-enterprise to start as a 3D-printing service provider in the target area.

The aim of the thesis was to find out the prevailing attitudes, service needs and type of the products that could be prepared if the subscriber of the thesis started as a new service provider. Additionally, based on the questionnaire responses, the aim was to build a model for some type of utility article and test print a prototype of that.

The theoretical part of the thesis examines the history of 3D-printing, the most widely used printing techniques for the time being, various printing materials and the basics of product development. It also provides a review of the restrictions that the Finnish law imposes to fabrication of products and how the product protection for commercial fabrication is regulated.

As the result of the research, based on the low number of received responses and the review of the other facts, it is concluded that it would be quite challenging for a micro-enterprise from Tavastia Proper, in the current stage of development, to become a 3D-printing service provider in the target area. The entrepreneur's knowledge, technical know-how and hardware resources as well as readiness for broad marketing should be improved to a higher and more professional level.

Keywords 3D-printing, design rights, product development, rural area

Pages 43 pages including appendices 3 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	3D-TULOSTUS	1
2.1	Historia	2
2.2	Yleisimmät tulostustekniikat	3
2.2.1	SLA (Stereolithography).....	3
2.2.2	FDM (Fused Deposition Modeling).....	4
2.2.3	SLS (Selective Laser Sintering)	4
2.2.4	DMP (Direct Metal Printing).....	5
2.3	Materiaalit.....	6
2.3.1	Muovi.....	6
2.3.2	Metalli.....	7
2.3.3	Puupohjainen polymeeri	8
2.3.4	Keramiikat.....	8
2.3.5	Biomateriaalit	9
2.3.6	Elintarvikkeet.....	9
2.4	Suojausten asettamat rajoitukset valmistuksessa	10
2.4.1	Suomen lainsäädännön asettamat yleiset säädökset tuotevastuusta..	10
2.4.2	Mallinoikeuslaki muutostilassa	11
2.5	Tulevaisuuden näkymät	11
2.6	Pohdinta	12
3	YRITYS, KÄYTÖSSÄ OLEVA LAITE JA TEKNIikka	14
3.1	Yritysesittely.....	14
3.2	MiniFactory 3 Dual Extruder	15
3.2.1	Tekniset tiedot.....	15
3.2.2	Käytetyt ohjelmat	16
3.2.3	Mahdolliset materiaalit	16
3.3	Rajoitukset.....	17
4	KVANTITATIIVINEN KYSELY 3D-TULOSTUKSEN TARPEESTA ALUEELLA	17
4.1	Toteutus	17
4.2	Kysymykset.....	18
5	TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	18
5.1	Tulokset.....	18
5.2	Yhteenvedo palvelun potentiaalista kohdealueella	22
6	TUOTEKEHITYS.....	23
6.1	Tuotekehitysprosessi.....	23
6.2	Tuotteen suojaaminen	24
6.3	Tuotekehitys kyselyn pohjalta.....	25
7	KOETULOSTUS	27

7.1	Mallinnus.....	27
7.2	Viipalointi	29
7.3	Tulostus	29
7.4	Jälkikäsittely	30
7.5	Koetulostuksen haasteet.....	32
7.6	Koetulostetun kappaleen valmistuskustannus	32
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
	LÄHDELUETTELO	36

Liitteet

Liite 1	Selvitys 3D-tulostuspalvelun tarpeesta Kanta-Hämeessä - kyselyn kysymykset
---------	--

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää pienen kantahämäläisen yrityksen realistisia yritystoimintamahdollisuuksia 3D-tulostuspalvelutuottajana Kanta-Hämeen maaseutualueella. 3D-tulostus on valmistustekniikka, joka on viime vuosina vallannut alaa ja joka tulee tulevaisuudessa mullistamaan monien alojen toiminnan ja menetelmät. Jatkuvasti kehittyvät tulostustekniikat sekä materiaalikirjon laajeneminen luovat suuren joukon uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa niin suurille palveluntarjoajille ja valmistajille kuin yksityisille toimijoille.

Opinnäytetyön tutkimustavoite on kartoittaa kohdealueen yleistä tietotasa ja asenteita 3D-valmistustekniikkaa kohtaan, selvittää potentiaalinen asiakasryhmä sekä tutkia minkä tyyppisillä tuotteilla voisi alueella olla kysyntää ja onko näitä mahdollista valmistaa yrityksen nykyisillä laitteistoresursseilla.

Työ on tutkimuspainotteinen opinnäytetyö. Opinnäytetyössä pyritään kyselytutkimuksen keinoin etsimään yrityksen toiminnalle jatkuvuutta mahdollisesti uuden palvelun tarjoajana. Opinnäytetyön käytännön tutkimusosuus muodostuu kvantitatiivisesta tutkimuksesta, joka kohdistetaan sähköpostitse ja sosiaalisen median kautta Kanta-Hämeen maaseutualueella toimijoille. Työn toiminnallisessa osuudessa tehdään kyselyvastausten pohjalta ideoidun kappaleen tai tarvikkeen prototyypin mallinnus ja koe-tulostus.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi 3D-tulostustekniikan historia, tämän hetken käytetyimmät tulostustekniikat, materiaalikirjo, tuotekehityksen perusteet sekä luodaan katsaus Suomen lain asettamiin rajoituksiin ja tuotesuojaukseen koskien kaupallista valmistusta.

Työn tilaajana on yritys, joka on perustettu vuonna 1999 Päijät-Hämeessä, ja sittemmin toiminta on siirretty Kanta-Hämeeseen Ypäjän kuntaan. Toimiala elinkeinoharjoittajalla on muut liike-elämän palvelut ja toiminta työllistää yhden henkilön.

2 3D-TULOSTUS

3D-tulostaminen on valmistustekniikka, jolla rakennetaan kolmiulotteisia kappaleita kerros kerrokselta valitusta materiaalista. 3D-tulostus kuuluu AM-tekniikoihin (Additive Manufacturing) eli materiaalia lisääviin valmistusmenetelmiin. Tulostusprosessia hallinnoidaan tietokoneelta, varsinaisen tulostuksen aikana tietokone syöttää tulostusohjeita tulostimelle 3D-

mallinnusohjelmalle luodun tiedon mukaisesti. (Additive manufacturing n.d.)

2.1 Historia

3D-tulostuksen historia alkaa 1970-luvun lopulla. Vuonna 1976 keksittiin mustesuihkutulostin, jonka käyttötekniikan kehittämiseen ensimmäiset 3D-tulostustekniikat perustuivat. (T. Rowe Price Connection 2012.)

Vuonna 1984 3D-tulostustekniikan isähahmona tunnettu Charles Hull kehitti ja rakensi ensimmäisen 3D-tulostimen, jonka valmistusmenetelmä perustui stereolitografiaan (SLA) eli muovin kerroksittaiseen kovetukseen UV-valon avulla. Hän keksi myös, että laitteella voisi tulostaa tietokoneella suunniteltuja malleja, kun muovia kovettava laser kytkettäisiin tietokoneeseen ja sen toimintaa ohjattaisiin sitä kautta. Vuonna 1986 Hull patentoi keksintönsä ja perusti 3D Systems nimisen yrityksen. (Hickey 2014; Mims 2013; 3D Systems n.d.)

Vuonna 1992 3D Systemsiltä lanseerattiin markkinoille ensimmäinen SLA-tekniikkaan perustuva 3D-tulostin. Vuonna 2000 tulostettiin keinotekoisesta solukudoksesta munuainen, joka istutettiin onnistuneesti elävään eläimeen. Vuonna 2008 valmistui ensimmäinen 3D-tulostin, joka pystyi tulostamaan itsestään kopion, ja samana vuonna valmistettiin ensimmäinen proteesi ihmiskäyttöön, joka oli kokonaisuudessaan 3D-tulostettu. Southamptonin yliopistossa tulostettiin osissa kokonainen lentokone vuonna 2010. (Daly 2013.)

Vaate- ja kenkäteollisuus ovat hyödyntäneet 3D-tulostuksen mahdollisuuksia jo vuosien ajan. Näkyvin harppaus alalla on ollut vuonna 2012 muotimaailmalle esitelty täysin 3D-tulostettu iltapuku. (Michael Schmidt Studios 2016.)

Tiettävästi ensimmäinen elintarvikkeita tulostamaan kykenevä 3D-printteri on valmistettu Cornellin yliopistossa Yhdysvalloissa vuonna 2005. Elintarvikkeiden tulostus ei saavuttanut alkuun juurikaan kiinnostusta, vaan on noussut suosioon vasta 2010-luvun puolivälin jälkeen. (Universite de Geneve 2017.) Kiinnostuksen herättyä tekniikka on ottanut valtavia harppauksia eteenpäin, sillä sokeripohjaisten tuotteiden ja suklaan lisäksi nykyään kyetään tulostamaan kokonaisia elintarvikkeita.

Viimeisimpiä läpimurtoja 3D-tulostuksen parissa julkaistiin marraskuussa 2017 Nasan toimesta, kun kokeet osoittivat, että 3D-tulostus toimii samalla tavalla avaruuden olosuhteissa kuin maassa. Tekniikkaa voidaan hyödyntää avaruuskomennuksilla tarvikkeiden korjaamiseen ja paikan päällä osien valmistamiseen, mistä on valtavasti hyötyä pitkäaikaisissa tehtävissä, joissa rajoitetaan lastin painoa ja määrää. (Nasa 2017.)

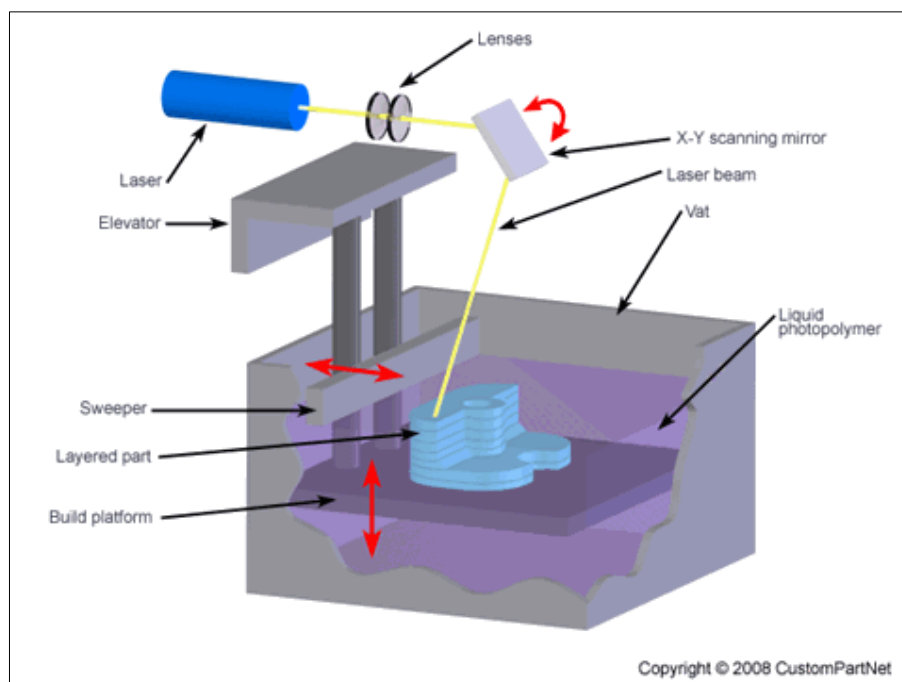
2.2 Yleisimmät tulostustekniikat

Nykyisin markkinoilla on saatavilla useita erilaisia 3D-tulostustekniikoita. Eri tulostinmallien toiminta perustuu eri tekniikoihin. Tulostustekniikan valinta perustuu tulostettavien kappaleiden tulevaan käyttötarkoitukseen. Tässä työssä käsitellään yleisimpiä käytössä olevia tulostustekniikoita.

2.2.1 SLA (Stereolithography)

SLA-tekniikka eli stereolitografiaa käytetään valmistettaessa tarkkoja kolmiulotteisia kappaleita. Stereolitografiassa valmistetaan nestemäisistä elementeistä kiinteitä kappaleita 3D CAD (Computer-Aided Design) -mallinsohjelman välittämällä datalla. SLA-tekniikan vahvuudet ovat tarkkuus, nopeus, tasainen pintaviimeistely sekä laajat jälkikäsittely- ja materiaalivaihtoehdot. (Canorama n.d.)

Valmistusprosessissa kappale tulostetaan kerroksittain nestemäistä fotopolymeeriä eli hartsia UV-laserilla kovettamalla. UV-säde suunnataan hartsin pinnalle, jossa se seuraa kappaleen kaksikulotteisen poikkileikkauksen rajapintoja kovettaen hartsin niiden sisäpuolelta. Kerrosten välissä tulostettava malli upotetaan asteittain nestemäiseen hartsiin. Valmis tuloste laitetaan kovettumaan UV-uuniin. (Canorama n.d.)

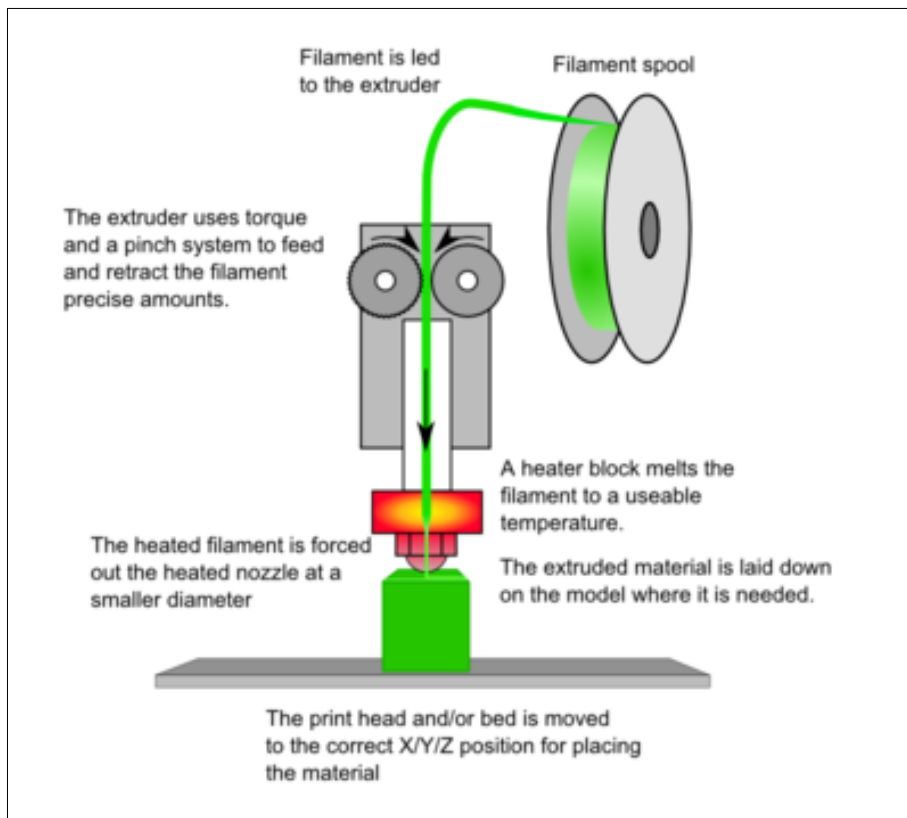


Kuva 1. SLA-tekniikan toimintaperiaate (CustomPart.Net 2018).

2.2.2 FDM (Fused Deposition Modeling)

FDM-tulostustekniikka eli sulatetun materiaalin pursotus perustuu kesto-
muovilangan muokkaamiseen lämpötilojen avulla. Kestomuovilanka sula-
tetaan tulostuspäässä ja levitetään kerros kerrokselta 3D-mallinnusohjel-
man lähettämän ohjeen mukaisesti. Materiaali kovettuu jäähtyessään. Tu-
lostuskammion, -päiden sekä -alustan lämpötila säädetään kulloinkin tu-
lostettavan materiaalin mukaan. (Grano 2016.)

FDM-tekniikka on käyttöominaisuuksiltaan edullinen ja parhaimmillaan
suurilinjaisten kappaleiden tulostuksessa. Tekniikan puutteita ovat hitaus,
pintarakenteen laatu sekä kiderakenteen eriarvoisuus eri suunnissa, eli
kappaleiden anisotropia. (Grano 2016.) Kappaleen anisotrooppisuus ker-
too, että kappaleen ominaisuudet kuten venymänkesto tai lyöntikovuus
ovat erilaisia, kun voima kohdistetaan kappaleeseen eri puolilta.



Kuva 2. FDM-tekniikan toimintaperiaate (Reprap 2016).

2.2.3 SLS (Selective Laser Sintering)

SLS-tekniikka tunnetaan myös nimellä lasersintraus. Tekniikka perustuu laserin kykyyn kovettaa ja sitoa tiettyjen materiaalien pienikokoisia rakeita toisiinsa kiinni. SLS-tekniikkaa hyödynnetään niin muovi-, keramiikka- kuin lasikappaleidenkin tulostamisessa. Kolmiulotteinen objekti muodostuu,

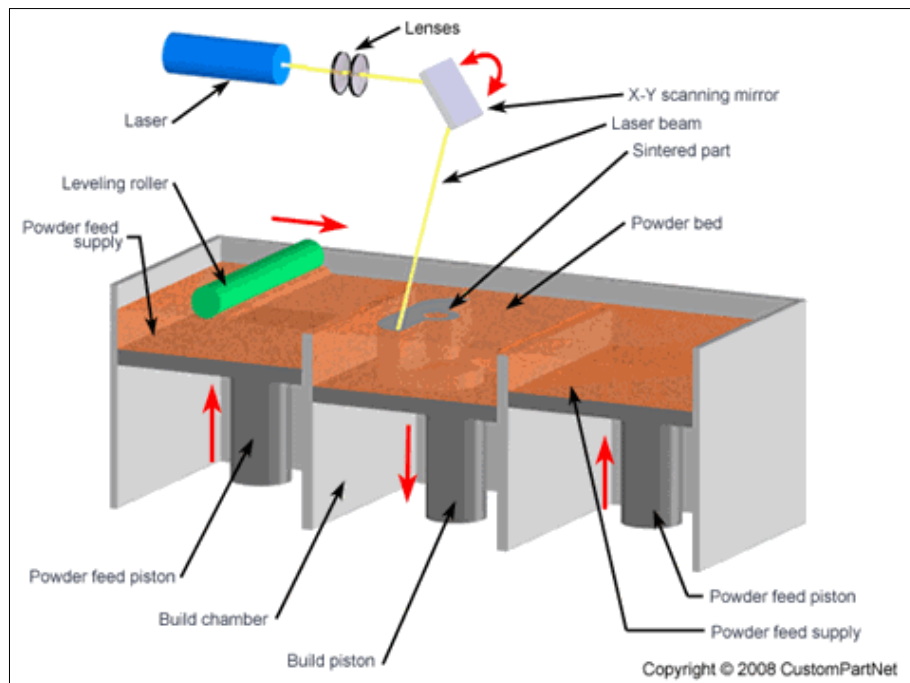
kun lasersäde ohjataan kulkemaan materiaalijauheen pinnalla digitaalisen mallikappaleen poikkileikkauksen mukaisesti. (Canorama n.d.)

Lasersintrauksen suurimpia etuja on, ettei valmistusprosessin aikana tarvitse käyttää tukirakenteita valmistuvan kappaleen levätessä jauhepedillä. Muita SLS-tekniikan hyötyjä ovat kestävien ja monimutkaisten osien valmistuskapasiteetti, kyky tuottaa korkeaa lämmönsietoa ja kemiallista vastustuskykyä kappaleisiin, mahdollisuus mekaanisten liitosten valmistukseen, lyhyet läpimenoajat sekä laajat jälkikäsittely- ja materiaalivaihtoehdot. (Canorama n.d.)

2.2.4 DMP (Direct Metal Printing)

DMP-tekniikka tunnetaan myös nimillä DMS (Direct Metal Sintering) -tekniikka ja metallin lasersintraus. Menetelmässä kerros kerrokselta levitetty metallijauhe sintrataan voimakkaalla suoraan kerrokseen kohdistetulla lasersäteellä kiinteäksi. Valmiista kappaleesta irrotetaan mekaanisesti tukimateriaalit ja useasti viimeistellään koneistamalla. (Canorama n.d.)

DMS-tekniikkaa hyödynnetään hankalissa geometrioissa. Menetelmän etuja ovat tarkkuus kaikilla akseleilla, sarjatuotantomahdollisuudet sekä monimutkaisten kappaleiden yksinkertainen ja edullinen valmistusmahdollisuus. (Canorama n.d.)



Kuva 3. Sintraus-tekniikan toimintaperiaate (SLS ja DMP) (Custom-Part.Net 2018).

2.3 Materiaalit

3D-tulostusmateriaaleja on tänä päivänä käytössä lähes rajattomasti. Useimmiten materiaalit ovat olomuodoltaan jauhemaisia, nestemäisiä, rakeita, pellettejä tai kiinteää ainetta, joka sulatetaan ennen tulosteen valmistusta. Nykyään on olemassa myös spesifisiä materiaaleja erityisaloille, kuten hammashuoltosektorille. Tulostukseen löytyy tällä hetkellä myös muun muassa sähköä johtavia, magneettisia, pimeässä hohtavia, väriä vaihtavia sekä erittäin joustavia materiaaleja. Tässä työssä käsitellään yleisimpiä käytössä olevia materiaalityyppejä.



Kuva 4. Sama mallikappale tulostettuna eri materiaaleista (i.materialise 2018).

2.3.1 Muovi

Nailon eli polyamidi on sintrausmenetelmissä jauheena tai FDM-tekniikassa filamenttimuodossa käytettävä muovimateriaali. Nailon on vahva, joustava ja kestävä materiaali, joka käyttäytyy erinomaisesti 3D-tulostusprosessissa. Omalta väriltään nailon on valkoista, mutta se on värjätävissä sekä ennen että jälkeen tulostuskäsittelyn. Jauhemaista nailonia voidaan yhdistää jauhettuun alumiiniin, jolloin ne muodostavat yhdessä sintrausmenetelmään sopivan alumide-nimisen 3D-tulostusmateriaalin. (3D printing industry 2017.)

ABS-muovi on yleisesti 3D-tulostuksessa käytössä oleva muovimateriaali. Sitä käytetään FDM-tekniikalla toimivissa tulostimissa filamenttimuodossa. Ominaisuuksiltaan ABS on vahva muovi ja sitä on saatavilla monissa eri väreissä. ABS on suosittu tulostusmateriaali, joka on helposti käyttäjän saatavilla. (3D printing industry 2017.)

PLA on biologisesti hajoava muovitulostusmateriaali. Biologisesti hajoava kestopuovi valmistetaan maissin, kassavan, sokeriruohon, viljojen tai soke-rijuurikkaan kasvitärkistä. (Mynewsdesk2018.) PLA:ta on saatavilla hartsi-muodossa hieman harvinaisempien 3D-tulostustekniikoiden, kuten DLP (Digital Light Processing) ja SL (Sharp Layer), käyttöön sekä filamenttimuo-dossa FDM-menetelmälle. (3D Printing Industry 2017.)

Taulukko 1. Yleisimpien muovitulostusmateriaalien keskeisimmät tekni-set tiedot (Ultimaker 2017; Minifactory 2018).

	NAILON	ABS	PLA
Kemiallinen nimi	Polyamidi	Akryylinitriilibutadiee-nistyreeni	Polylaktidi
Murtolujuus (3D)	34,4 MPa	33,9 MPa	45,6 MPa
Taivutuslujuus (3D)	24,0 MPa	70,5 MPa	103,0 MPa
Sulamispiste	185–195 °C	225–245 °C	145-160 °C
Myötövenymä	-	4,8 %	3,3 %
Murtovenymä	-	34 %	5,2 %
Tulostuslämpö-tila	250-280 °C	210-225 °C	180-220 °C
Tulostusalustan lämpötila	85 °C (tarvitsee erityis-alustan)	90-120 °C	40-60 °C
Elintarvike-käyttö	OK	OK	OK

2.3.2 Metallit

Metallien tulostus kehittyy jatkuvasti. Tällä hetkellä käytetyimmät metallit tulostusmateriaaleina ovat alumiini ja erilaiset kobolttijohdannaiset seokset. Jauhemuotoinen ruostumaton teräs on erityisen käytetty tulostusmateriaali sen kesto-ominaisuuksien vuoksi. Ruostumaton teräs on väriltään hopeista, mutta voidaan pinnoittaa kullalla tai pronssin väriseksi. Pinnoitus-käytäntö on vähenemään päin sen pääasiallisella käyttösektorilla koruteollisuudessa, sillä muutamia vuosia sitten arvometalleista kulta ja hopea

saatiin lisättyä käytettäviin tulostusmateriaaleihin. Titaani on kaiken kaikkiaan yksi kovimpia olemassa olevia metalleja ja sen käyttö 3D-tulostusmateriaalina on mahdollistanut erityisen kestävien ja mekaanista kulutusta kestävien kappaleiden tulostamisen. (3D printing industry 2017.)

2.3.3 Puupohjainen polymeeri

Puupohjainen polymeerifilamentti (wood polymer composite) eli WPC muodostuu noin 40 %:sti kierrätetystä puuaineksesta ja 60 %:sti jostakin polymeerisidosaineesta. WPC:n sisältämä polymeerisidosaine mahdollistaa filamentin pursottamisen suuttimen läpi ja sen myötä käytön FDM-tekniikassa. WPC-tulosteet näyttävät todellisilta puuesineiltä ja niitä voi työstää samalla tavalla kuin aitopuutakin. (Jones 2016.)



Kuva 5. Laywood on yksi käytettävistä puupohjaisista polymeeri filamentteista (3D Printing for Beginners 2016).

2.3.4 Keramiikat

Keramiikasta voidaan tulostaa ruoka-alustaksi soveltuvia esineitä kuten lautasia ja kuppeja. Keramiikka on yksi maailman kovimmista materiaaleista, ja sen kuumuuden sekä usein myös mekaanisen rasituksen, kuten naarmuttamisen, kestävyys on hyvä. Toisin kuin perinteisin menetelmin valmistetussa keramiikassa, tulostetuissa keraamisissa esineissä voidaan toteuttaa monimutkaisiakin muotoja. (Jones 2016.) Keramiikkatulosteita valmistetaan kahdella tekniikalla; paste extrusion deposition (PED) -tekniikalla, jonka toimintaperiaate on sama kuin FDM-tekniikan, sekä binder jetting-tekniikalla, jossa jauhehiukkaset liimataan sidosaineella viipaloidun

mallin mukaan (Locker 2018). Tulostettu keramiikka tulee lasittaa jälkikäsittelynä samalla tavalla kuin perinteisillä keramiikan valmistustekniikoilla tuotetut esineet (Jones 2016).

2.3.5 Biomateriaalit

Lääketieteessä käytettäviä 3D-tulostusmateriaaleja kutsutaan biomateriaaleiksi. Biomateriaalit käsittävät sekä synteettiset että luonnollisesti johdetut aineet. (Kakko & Mäkinen 2016, 6-7.) Yleisimmin käytössä olevat 3D-valmistustekniikat biomateriaalien tulostuksessa ovat FDM-tekniikka, SLS-tekniikka, SLA-tekniikka sekä suoratulostus/bioprinting (Chia & Wu 2015).

Synteettiset aineet ovat kestäviä materiaaleja, joita käytetään pääasiassa luonnollisten biomateriaalien tukirakenteina. Synteettisten biomateriaalien tulostus vaatii joko myrkyllisiä liuottimia tai huomattavan korkeita lämpötiloja, jonka vuoksi niiden kanssa ei voi yhtä aikaa tulostaa eläviä soluja. Yhdistäminen suoritetaan jälkikäsittelyn omaisesti tulostusprosessin jälkeen. (Kakko & Mäkinen 2016, 6-7.)

Luonnollisesti johdetut biomateriaalit ovat tyypillisimmin solua tukevia, vesipitoisia ja tarjoavat otollisen elinympäristön soluille. Solua tukevat hydrogeelit olivat ensimmäinen onnistunut kohde solujen tulostuksessa. Näitä käytetäänkin pääasiassa soluterapian ja kudosteknologian puolella eli uudistavan lääketieteen piirissä. (Kakko & Mäkinen 2016, 6-7.)

2.3.6 Elintarvikkeet

Elintarvikkeiden 3D-tulostus on kehittynyt räjähdysmäisesti viime vuosien aikana, sillä raaka-aineiden monimuotoisuus on valtava ja mahdollisuudet elintarvikkeiden tulostamiseen ovat lähes rajattomat tekniikan kehittyessä. Raaka-aineena voidaan käyttää perinteisiä elintarvikkeita jauhattuna tai taikinamuodossa. Elintarviketta raaka-aineena käytettävien tulostusmateriaalien määrä kasvaa jatkuvasti, kun tulostimilla saadaan tulostettua elintarvikkeiden yhdistelmiä. Elintarviketulostukseen soveltuvan raaka-aineen vaatimukset vaihtelevat suuresti riippuen tulostettavasta elintarvikkeesta sekä käytettävästä menetelmästä. (Teva 2015.)

Tämän hetken elintarviketulostuksessa laajimmin käytössä ovat FDM-tekniikkaan perustuvat deposition pursotinprintterit. Tulevaisuus elintarviketuolen tulostuksessa tulee olemaan binding-tekniikan printtereissä, jotka yhdistävät raaka-aineita toisiinsa ravinnoksi soveltuvilla sidosaineilla. Jo tällä hetkellä on käytössä binding-tekniikan printtereitä, joissa on yhdistetty suuttimia, jauhämateriaaleja, laseria ja robottivarsia. (Wiggers 2017.)

2.4 Suojausten asettamat rajoitukset valmistuksessa

Olemassa olevan mallin aineettomat eli immateriaalioikeudet tulee huomioida suunniteltaessa kaupallista valmistusta. Yleisesti julkaistuja teoksia ja malleja voi halutessaan valmistaa muutaman kappaleen yksityiseen käyttöön. Yksityiseen käyttöön valmistettuja kappaleita saa olla vain omassa tai perhepiirin käytössä. Digitaalisten tietokantojen tai tiedostojen kopiointi ei ole sallittua edes yksityiskäyttöön. (Kopioisto 2013.)

2.4.1 Suomen lainsäädännön asettamat yleiset säädökset tuotevastuusta

Suomen laissa yleisiä turvallisuuteen ja tuotteiden kestävyyskriteereihin kohdistuvia rajoituksia ja säädöksiä valmistettaville kappaleille ja osille määrittävät: tuotevastuulaki, kuluttajansuojalaki – ja etenkin sen luku 5, jossa käsitellään tuotteen virhevastuuta ja takuuta.

Tuotevastuulain perusteella yritys on vastuussa siitä, etteivät sen valmistamat, maahantuomat tai myymät tuotteet aiheuta vahinkoa ulkopuoliselle. Tuotevastuulain 1§:ssä määritellään lain kattavan henkilölle tai omaisuudelle aiheutuvat vahingot. Tuotteeksi katsotaan irtain esine, joka ei ole toisen maalla sijaitseva rakennus. Osatuote kattaa tuotteen valmistukseen käytetyn raaka-aineen sekä tuotteen valmistusprosessissa käytetyt aineet. Tuotevastuulain 3§:ssä määrätään vahingonkorvattavaksi vahingot, jotka johtuvat siitä, ettei tuotteen turvallisuus täytä aiheellisia odotuksia. Turvallisuusarvioon vaikuttaa markkinoille laskuaika, käytön ennakoitiodote, tuotteen markkinointi sekä olemassa olevat laaditut käyttöohjeet. 4§ määrittää, että osatuotteen puutteellisesta turvallisuudesta johtunut vahinko katsotaan aiheutuneen sekä tuotteesta että osatuotteesta. (Tuotevastuulaki 694/1990.)

Kuluttajansuojalaki koskee elinkeinonharjoittajan kuluttajille tarjoamia palveluita, tavaroita sekä muita hyödykkeitä ja etuuksia. Kuluttajaksi käsitellään luonnollinen henkilö, joka hankkii kulutushyödykkeen pääasiassa yksityiseen käyttöön. (Kuluttajansuojalaki 38/1978.) Kuluttaja-asiamiehen linjaus virhevastuusta ja tuotteen takuusta perustuu kuluttajansuojalain lukuun 5. Tuotteen myyjä, valmistaja tai maahantuojasta vastaa aina sen virheittömyydestä minimissään kuluttajansuojalain luvun 5 mukaan. Virhevastuun kestolle ei ole laissa säädetty aikarajaa, vaan virhevastuuaika määrittyy tavaran oletettavissa olevan kestoajan perusteella. Takuu sen sijaan on myyjän, valmistajan tai maahantuojan ostajalle antama vapaaehtoinen lisäetu, jossa takuunantaja vastaa, että tuote toimii määräjän. Tuotteelle määritellyn takuun tulee olla joko virhevastuuta vastaava tai antaa kuluttajalle parempi suoja kuin lain puitteissa määritelty virhevastuu. Tavarassa katsotaan olevan virhe, jos se ei sovi sen tavanomaiseen käyttötarkoitukseen, se ei vastaa myyjän antamaa kuvausta, näytettä tai mallia, se ei vastaa viranomais- tai turvallisuusvaatimuksia tai se ei vastaa kestävyydeltään perustellusti odotettua. (KKV 2011.)

2.4.2 Mallinoikeuslaki muutostilassa

Kaupallisessa tarkoituksessa valmistettujen ja tuotettujen 3D-tulostaen valmistettujen varaosien suurin este on tällä hetkellä voimassa oleva mallinoikeuslaki. Mallinoikeus suojaa konkreettisen kaksi- tai kolmiulotteisen tavaran nähtävissä olevan spesifisen ulkomuodon ja muotoilun. Suurin osa markkinoilla olevista varaosista ja tarviketuotteista on mallioikeussuojattuja. Yhdysvalloissa varaosien kaupallinen kopiointi ja tuottaminen on sallittu ja avattu koko sisämarkkinoiden käyttöön.

Vuonna 2002 Suomen hallitus on tehnyt ehdotuksen eduskunnalle laiksi, joka muuttaisi nykyistä mallinoikeuslakia. Lakiehdotus perustuu mallien oikeudellisesta suojasta annettuun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin. Muutoksia ehdotuksella pyritään saamaan mallioikeuslain käsitteisiin, rekisteröinnin edellytyksiin, mallisuojan sisältöön ja laajuuteen sekä rekisteröinnin voimassaoloaikaan. Direktiivi pyrkii yhdenmukaistamaan käsitteitä, mallisuojan saamisen edellytyksiä sekä mallisuojan sisällön yhtenäistämistä EU:n jäsenvaltioissa. Lakiehdotuksessa esitetään myös, että sisämarkkinoiden mahdollisuudet tulisivat vastaaviksi kaikissa jäsenmaissa ja tämä tarkoittaisi muutosta siihen suuntaan, että myös Suomessa varaosien kaupallinen kopiointi ja tuottaminen tulisi sallitaksi. (Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi mallioikeuslain muuttamisesta HE 6/2002.) Esityksen käsittely on toistaiseksi keskeytetty, ja sen etenemisestä ei ole tällä hetkellä tietoa.

2.5 Tulevaisuuden näkymät

3D-tulostus on elänyt murrosvaihetta viime vuodet. Vastaavanlainen murrosvaihe on hyvin tyypillinen teknologia-alan muutoksissa ja seuraa yleistä läpimurtoprosessin kaavaa, jonka seurauksena se suurella todennäköisyydellä tulee vakiinnuttamaan asemansa liikemaailmassa. AM-teknologian, eli ainetta lisäävien tekniikoiden, lyödessä täydellä teholla läpi, se tulee mullistamaan monen alan käytäntöjä. Esimerkiksi varastointi ja logistiikka tulee muuttumaan radikaalisti, kun tuotanto muuttuu spesifisten tilauksen mukaisten kappaleiden valmistukseen, sen sijaan, että kappaleita varastoitaisiin suurissa halleissa odottamassa tilaajia. Logistiikassa kuljetetaan jatkossa valmiiden esineiden sijasta esineiden valmistusraaka-aineita. Tuotevalmistuksen kustannusrakenne ja immateriaalioikeuskohteet tulevat muuttumaan. Kelho arvioi radikaalin muutoksen tapahtuvan 5 – 10 vuoden aikana. (Kelho 2017.)

Tulevaisuuden haasteina tulevat olemaan tulostusmateriaalien kartuttaminen ja valjastaminen käyttöön, AM-tekniikoiden sekä suunnittelutoiminnan kehittäminen. Materiaalikattavuus tulee saada samalle tasolle kuin se on yhteensä muissa yleisissä valmistusmuodoissa, ja tekniikoiden tulee kehittyä sekä vakiintua teollisuuden käyttöön. Mallien suunnittelu-puoli tulee kokemaan muutoksia, jotka vaativat ajantasaista suunnitteluosaamista, sillä geometrioiden hallinta ja käyttö tulee olemaan entistä

enemmän keskiössä tulevaisuuden mallisuunnittelussa. 3D-tulostus tullaan arvioiden mukaan lähitulevaisuudessa yhdistämään älykkääseen suunnitteluautomaatioon, jolloin hyödynnettäväksi saadaan tekniikan koko potentiaali. Älykästä suunnitteluautomaatioideologiaa hyödyntäen saadaan käyttöön merkittävästi tehokkaampi suunnitteluprosessi, ja kappaleen valmistusvaiheessa optimoidaan materiaalimenekki huomioiden tarkasti kappaleen geometria ja rakenne. (Kelho 2017.)

Amerikkalainen internetpohjaisia 3D-sovelluksia tarjoava ja alan huippuyhtiöihin kuuluva Onshape listasi sivustollaan vuonna 2017 muutamia 3D-tulostusmaailmaan liittyviä trendejä, joiden se katsoi olevan merkittävässä asemassa lähitulevaisuudessa. Ensimmäisenä tälläkin sivustolla mainitaan lisämateriaalien valjastaminen tekniikan käyttöön. Materiaalipuolella tullaan ennusteen mukaan näkemään täysin uudenlaisiakin rakennemateriaaleja, jotka kestävät paremmin kuumuutta ja ovat entistä joustavampia. Toisena ennusteessa on mainittu metallien 3D-tulostuksen yleistyminen, koska kustannusten odotetaan laskevan uusien, apuaineiden (kuten esimerkiksi vahan) yhdistämiseen perustuvien teknikoiden tullessa päivittäiseen käyttöön teollisuudessa. Tällä hetkellä parhaat metallitulostukseen saatavissa olevat 3D-tekniikat ovat olleet liian kalliita prototyyppien valmistukseen ja massatuotantoon. Apuohjelmien ja -järjestelmien määrän ja laadun odotetaan myös kasvavan huomattavasti lähitulevaisuudessa, kun 3D-tulostus yleistyy yhä useammilla ei-teknisillä aloilla. (McEleney 2017.)

Suunnittelijoiden osaamisen tulee kehittyä muun muassa siksi, että tulostukseen tullaan tulevaisuudessa liittämään älykästä suunnitteluautomaatiota, joka vaatii käytännön suunnittelijoilta uusia taitoja. Suunnittelutyökalujen välttämättömän kehityksen odotetaan kuitenkin helpottavan suunnittelijoiden työtä jatkossa, jolloin keskivertosuunnittelijakin pystyy toteuttamaan moniulotteisempia tulosteita. On hyvin mahdollista, että valtaosa suunnittelijoista päätyy pilvipohjaisten CAD-ohjelmien käyttäjiksi pysyäkseen alan kehityksessä mukana. (Kelho 2017.)

2.6 Pohdinta

Aiheen selvittämisen taustalla käytettyjen lähdemateriaalien perusteella 3D-tulostus näyttää yleisesti muodostuvan tekniikaksi, joka tulee mullistamaan monien alojen toiminnan ja menetelmät. Joillekin aloille, etenkin teknisille, se tulee aiheuttamaan suuria kehitysaskelaita ja lisäämään työpaikkoja sekä valmistusmahdollisuuksia. Toisille aloille se tulee hyvin suurella todennäköisyydellä aiheuttamaan suuria rakennemuutoksia. On huomattavaa, että esimerkiksi logistiikka- ja varastointiala tulee muuttamaan rakenteellisesti huomattavasti, kun valmiiden tuotteiden kuljetukset tulevat vaihtumaan materiaalikuljetuksiin pienemmille yksiköille ja valmiiden tuotteiden massavarastoinnille ei ole enää tarvetta.

Tuotanto tulee muuttumaan suuntaan, jossa paikallisesti valmistetaan spesifisiä piensarjoja suoraan tarpeeseen. Samalla tuotantoketjut monella alalla lyhenevät, kun pienet yksiköt ja yksittäiset toimijat kykenevät valmistamaan monimutkaisiakin tarve-esineitä helposti ja edullisesti. Tulevaisuudessa nähdään varmasti muutamia suuria 3D-tulostamoja, joilta voi tilata tarpeeseen sopivia tuotteita, kuitenkin suurin työllistyvyyden lisäys tulee oletettavasti olemaan mallisuunnittelun, tekniikka- ja materiaalikehityksen puolella. Suunnittelijoiden ammattitaito ja sen ajantasaisuus tulee varmasti olemaan jatkossa yhä enemmän ja enemmän tapetilla.

Elintarvikeala tulee olemaan varmasti yksi 3D-tulostustekniikasta mullistavista aloista. Elintarvikkeiden valmistus 3D-menetelmällä on vasta viime vuosia nostanut päätään ja kehitys sekä mahdollisuudet tällä puolella ovat lähes rajattomat, kun tulostustekniikan kehitys etenee.

Elintarvikealalla on jo sivuttu näyttävien jälkiruokien, pikaruokien ja terveellisesti rakennettujen kokonaisten aterioiden tulostamista. Parinkymmenen vuoden päästä voi hyvin todennäköisesti tilata haluamansa aterian sähköpostiin ja tulostaa sen itselleen kotona ja ravinto on täysin yksilötarpeisiin räätälöityä yksilön aineenvaihduntaa tukevia kokonaisia aterioita. Todennäköistä on tekniikan kehittyessä hurjaa vauhtia eteenpäin, että muutaman sukupolven kuluttua tavallinen kuluttaja pitää todella outona ajatuksena oikean eläimen lihan syömistä. Ravinnon valmistuksen ja tuoton etiikka tulee olemaan entistä suuremmassa roolissa tulevaisuudessa.

Ympäristönäkökulmasta 3D-tulostusta ajatellaan tällä hetkellä yhtenä pelastavista tekijöistä. AM-tekniikat kuluttavat jo nykytekniikoilla tarkan määrän tarvitsemaansa raaka-ainetta, jolloin materiaalin ylimenekki on häviävän pientä ja jätteen määrä erittäin pieni. Korjaus- ja huoltosektorilla kyetään valmistamaan uusia pieniä tarvikeosia hajonneiden tilalle sen sijaan, että valmistettaisiin uusi kokonainen varaosa kaikkine monimutkaisine komponentteineen ja vanha muuten moitteeton osa joutuisi jätteeksi. Materiaalivaihtoehtojen kasvaessa ja metallitulosteiden vallatessa alaa myös uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen odotetaan laskevan ja ympäristöystävällisempien valmistustapojen valtaavan alaa.

Suurimpia kysymysmerkkejä ja uhkia 3D-tulostustekniikan leviäminen aiheuttaa, samalla tavalla kuin alojen automatisointi, työllisyyteen ja työpaikkojen rakenteeseen. Valmistusmenetelmän levitessä laajalti pienille erilaisille toimijoille tulevat vastaan laadunvalvonnan ja hallinnan haasteet sekä vastuukysymykset. Ainakin tällä hetkellä vaaditaan ammattimaista osaamista ja tekniikan ymmärrystä, jotta kykenee laskemaan ja lupaamaan lujuuslaskelmiltaan, kestävyydeltään ja toimivuudeltaan sen tasoisia esineitä, että niitä on kokemattoman 3D-valmisteiden käyttäjän turvallista käyttää.

Maataloussektorilla kehittyvä tekniikka tulee aiheuttamaan valtavia muutoksia saadessaan jalansijaa. Usein maatilat sijaitsevat kaukana hankintapaikoista ja niissä käytetään paljon teknisiä koneita sekä laitteita, joissa on erilaisia hajoavia osia, joiden varaosien saanti voi kestää useita päiviä tai viikkoja. 3D-tulostuksen yleistymisen ja tekniikan kehittyminen mahdollistavat todennäköisesti tulevaisuudessa työnkulun muuttumisen joustavammaksi ja työseisokkien lyhentymisen, kun tarvittava hajonnut tai toimintaa parantava osa saataisiin valmistettua välittömästi paikan päällä. Uskoisin, että tulevaisuudessa maataloilla käytetään myös paljon väliaikaisia osia, jotka on tilalla valmistettu tulostamalla paikan päällä, ettei työtä jouduta pysäyttämään varsinaisen varaosan odottamisen ajaksi. Tulevaisuudessa siintää myös tilallisten mahdollisuus parantaa itse laitteiden ja koneiden toimintaa, itse kehittämillään helposti valmistettavilla lisäosilla.

Varsinaisen ravinnontuotannon puolella ollaan mielenkiintoisten aikojen edessä. Todennäköisesti varsinainen tuotantoeläinten jalostus ja kasvatus tulee vähenemään elintarvikeketjussa. Jonkinlainen mahdollisuus eläintiloilla voisi olla tuotannon suuntaaminen tulostusmuotoisten proteiinien valmistukseen. Myös kehitysmaiden maatalouteen tullaan todennäköisesti saamaan puhtia ja uusia pitävämpiä ratkaisuja, kun edullisella 3D-tulostus valmistusmenetelmällä voidaan alkaa valmistaa tarvittavat tarveesineet ja työkalut paikalliseen käyttöön.

3 YRITYS, KÄYTÖSSÄ OLEVA LAITE JA TEKNIikka

3.1 Yritysesittely

Opinnäytetyön tilaaja on vuonna 1999 Päijät-Hämeessä perustettu toimintayritys. Toiminta on siirtynyt Kanta-Hämeeseen Ypäjän kuntaan vuonna 2006. Liikevaihto toimintavuonna on vuonna 2016 ollut 85 000 euroa. Toimialana on muut liike-elämän palvelut ja toiminta työllistää yhden henkilön.

Alun perin yksityinen elinkeinonharjoittaja on tarjonnut tulostus-, toimisto- ja käännöspalveluita yrityksille. Pääasiallisena toimena on kuitenkin ollut jo pitkään teknisten käännöspalveluiden tuottaminen yrityssectorille, ja tänä päivänä käännökset kattavat 100 % toiminnasta. Nykyajan automatisoituvan trendin mukaan myös käännöspalvelut ovat koneellistumaan päin. Näitä palveluja tarjoavan yrittäjän työtoimenkuva sekä toimeksiantot yksinkertaistuvat ja muuttuvat hiljalleen lähinnä oikoluviiksi. Opinnäytetyön selvityksen kautta etsitään kyseiselle yksityisen elinkeinonharjoittajan toimelle jatkuvuutta mahdollisesti uuden palvelun tarjoajana.

3.2 MiniFactory 3 Dual Extruder

3.2.1 Tekniset tiedot

Yrityksen käytössä oleva laite on MiniFactory 3 Dual Extruder. Laite on Suomessa suunniteltu ja valmistettu (MiniFactory Oy Ltd 2013). Laite käyttää FFF (Fused Filament Fabrication) -tulostustekniikkaa, joka vastaa täysin FDM-tekniikkaa. Termi Fused Deposition Modeling ja sen lyhenne FDM ovat yleisesti käytössä, mutta ovat itseasiassa Stratasysin suojattuja tavaramerkkejä. (Reprap 2016.) MiniFactory Oy Ltd ei ole yhteistyössä Stratasysin kanssa, joten he puhuvat tuottamissaan teksteissä FFF-tekniikasta.

Taulukko 2. Käytössä olevan laitteen tekniikka (MiniFactory Oy Ltd 2013).

TEKNISET OMINAISUUDET	
Kappalekoko max.	150 * 150 * 150 mm
Suositteltu kerrospaksuus	0,1 – 0,3 mm
Kerrospaksuus min-max	0,02 – 0,64 mm
Suuttimen halkaisija (perusvarusteilla)	0,4 mm
Tulostusnauhan paksuus (perusvarusteilla)	1,75 mm
Verkkovirta	100 – 240 V, 2,5 A
Tulostettavan kappaleen jäähdytys	Kyllä
Kelateline	Kyllä, tupla
Suuttimet	kaksi kappaletta
Tulostuskammio	Ei
Tulostusnopeus	max 80 mm/s
Takuu	2 vuotta
CE-hyväksyntä	Kyllä
Liitäntä	USB. SD card
Paino	11,6 kg
Mitat (ilman telineitä)	P 44 * L 29,5 * K 34 cm
Säilytyslämpötila	0 – 32 °C
Käyttötilan lämpötila	15 – 32 °C
Käyttöjärjestelmät	Windows (7+), MAC OS X (10,6+), Linux (Ubuntu 12,04+)

3.2.2 Käytetyt ohjelmat

Käytössä olevaan laitteeseen on tehtaalla asennettu Repetier Host tulostimen ohjausohjelma. Ohjelmalle tuodaan valmis STL-muotoinen 3D-mallitiedosto tulostamista varten. Tulostimen ohjausohjelman tehtävänä on mahdollistaa tulostettavan kappaleen sijoittelu tulostusalustalle, tulostimen säätäminen oikeaan lämpötilaan käytössä olevan materiaalin mukaan sekä kappaleen skaalaaminen haluttuun kokoon. (Musawi 2017.)

Repetier Host -ohjelma sisältää Slic3r-viipalointiohjelman, joten erillistä ohjelmaa ei tätä työtä varten tarvittu. Viipalointiohjelman tehtävänä on muuttaa valmiin STL-muotoisen 3D-mallin tiedosto tulostimelle ymmärrettäväksi komentojonoksi. Komentojonosta tulostin lukee kerros kerrokselta ohjeen, mihin kohtaan tulostuspää tulee siirtää ja milloin pursuttaa tulostusmateriaalia. Viipalointi ja sen onnistuminen vaikuttavat tulostettavan kappaleen valmistusnopeuteen sekä materiaalin kulutukseen. (Virolainen 2015.)

Tulostusta varten tarvitaan malli, joka luodaan kolmiulotteisena kuvana jollakin CAD-ohjelmalla. CAD-ohjelmana päätettiin tässä työssä käyttää Trimblen SketchUp Make -mallinnusohjelmaa, täydennettynä laajennusosalla STL IMPORT&EXPORT.

SketchUp Make on alun perin @Last Softwaren ohjelma, jonka omistajuus on tänä päivänä Trimble Inc.:llä. Nykypäivänä käytössä olevista ohjelmista se on yksinkertaisimpia ja helpoimpia käyttää, mutta se on myös ominaisuuksiltaan suhteellisen suppea. Ohjelmasta on tarjolla ominaisuuksiltaan melko rajallinen ilmaisversio, jota voi täydentää jonkin verran lisäosilla, sekä maksullinen täysiversio. SketchUp Make -mallinnusohjelmalla piirretään ensin viivatyökalulla yhteen tasoon haluttu kuvio, joka saadaan kolmiulotteiseksi venyttämällä kuviota haluttuun suuntaan, jolloin se nousee tasosta. Aukkoja kuvioon saadaan käänteisesti. Leikkauskuvio piirretään jo tehtyyn kolmiulotteiseen malliin ja sitä vedetään kuvion sisäpuolelle, jolloin muodostuu toivotun syvyinen aukko. (Hakala 2017.)

3.2.3 Mahdolliset materiaalit

Käytössä olevalle laitteelle soveltuvat testatusti muovimateriaaleista PLA, nailon ja ABS sekä muovisekoitteista Laywood, joka on puupohjainen polymeeri. Teknisten ominaisuuksien puolesta lämpötila-alue antaisi mahdollisuudet myös Laybrickin, Polycarbonaten, HIPS:n, PETT:n, PEN ja PVA:n käyttöön tulostusmateriaaleina. (MiniFactory Oy Ltd 2013). Käytännössä siis laitteella on mahdollista käyttää FFF-tulostustekniikkaan soveltuvia muovipohjaisia materiaaleja, joiden tulostus ei vaadi tulostuskammiota.

3.3 Rajoitukset

3D-tulostustekniikan rajoitukset muodostuvat käytettävissä olevan laitteen fyysisistä ja teknisistä ominaisuuksista. Fyysisistä ominaisuuksista eniten vaikuttaa tulostusalustan antamat maksimit tulostettavalle kappaleelle, eli maksimikoko, jota käytössä olevalla laitteella voidaan valmistaa. Teknisiin ominaisuuksiin vaikuttaa käytössä olevan laitteen tulostustekniikka ja sen rajoitukset.

Muoviyhdistys (2016) luettelee sivuillaan FFF(FDM)-tekniikan rajoitukseen materiaalien vuoksi puutteellisen pinnan laadun, joka tulisi useimmiten käsitellä jälkikäteen, sekä tarkkojen yksityiskohtien haasteellisen toteutuksen. Teknisesti FFF(FDM)-tulostusmenetelmän rajoituksia ovat valmistusprosessin hitaus ja usein tarvittavien tukirakenteiden tuomat rajoitukset. Käyttöön valitun laitteen tulostustekniikka soveltuu muovien ja tietyn tyyppisten muovisekoitusten tulostukseen, eli tuotannosta rajautuvat pois metallit ja monet muut materiaalityypit.

Yrityksen laite on malliltaan avoin, eli tulostusalusta on avoimessa tilassa eikä tulostuskammiota ole. Avoin tulostusalusta tuottaa haasteita lämpötilaherkkien materiaalien käyttöön valmistusprosessissa, kuten ABS-muovimateriaalin kanssa, sillä ABS-materiaalilla on kutistumistaipumusta ≤ 50 C° lämpötiloissa (Knaapi 2017). Käytössä olevalla MiniFactory 3 Dual Extruder-laitteella on mahdollista tulostaa kooltaan 150 * 150 * 150 mm kappaleita, eli suurten esineiden valmistukseen se ei sovellu.

4 KVANTITATIIVINEN KYSELY 3D-TULOUSTUKSEN TARPEESTA ALUEELLA

Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus vastaa kysymyksiin; mikä, paljonko, missä, miksi ja kuinka usein. Tutkimustuloksen luotettavuus perustuu riittävän suureen vastausotantaan. Kvantitatiivisen tutkimuksen tuloksia voidaan kuvata prosentein, keskinäisten riippuvuuksien suhteen tai numeeristen suureiden avulla. Määrällinen tutkimus pyrkii selvittämään tutkittavan asian olemassa olevan tilanteen, mutta ei kykene selvittämään tilanteeseen johtaneita syitä. (Heikkilä 2014.)

4.1 Toteutus

Kysely toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena, ja sen tarkoituksena oli kartoittaa pienen yrityksen mahdollisuuksia Kanta-Hämeen maaseutualueen markkinoilla toimimiseen. Pohjana käytettiin Google Forms -palvelun tarjoamaa pohjaa. Kysymykset laadittiin yhteistyössä työn tilaajan kanssa. Kysely luotiin niin, että vastaaminen ei vie kovinkaan kauaa aikaa, mutta vastauksista saataisiin tarvittava tieto.

3D-tulostuspalvelun tarpeen ja sen kiinnostavuuden sekä mahdollisuuksien selvittämiseksi Kanta-Hämeen alueella laadittiin kysely, joka kohdistettiin kolmelle sektorille; yksittäisille maaseudun toimijoille, yrityksille ja yhdistyksille. Kysely lähetettiin Hämeen Yrittäjien paikallisyhdistyksille, MTK Hämeelle, LounaPlussa Ry:lle, Etelä-Suomen maa- ja kotitalousnaisille jäsenistölle jaettavaksi, sekä yksittäisille kantahämäläisille yrittäjille. Lisäksi kyselyä jaettiin kuudessa aihepiiriin sopivassa Facebook-ryhmässä, jotka olivat: Vanhojen koneiden ja ajoneuvojen harrastajat, Maatalouskoneiden & auto kirppis, Autojen ja koneiden huoltovinkit, Autojen ja koneiden, sekä varaosien osto / myynti, Metsäkoneenkuljettajat ja Rakennus- ja remonttitarvikkeet kiertoon.

4.2 Kysymykset

Kyselyssä haluttiin selvittää 3D-tulostuksen tunnettuutta, yritysten ja yhdistysten kuluttamien pientarvikkeiden määriä, hankintatiheyttä sekä hankintakriteerejä. Samalla selvitettiin yleisiä asenteita ja kiinnostusta 3D-tulostimella tuotettuja tarvikkeita ja palveluita kohtaan. Kartoitettiin, minkä kanavan kautta vastaajat haluaisivat kuulla tarkemmin tekniikan luomista mahdollisuuksista, tulevista palvelusta tai ylipäättänsä 3D-tulostuksesta valmistusmenetelmänä. Taustatietojen keräyksen tarkoituksena oli saada käsitys niiden vaikutteista mahdolliseen olemassa olevaan tietotasoon ja kiinnostukseen menetelmällä tuotettuja tarvikkeita kohtaan.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1 Tulokset

Kyselyyn saatiin suhteellisen laajasta levityksestä huolimatta hyvin vähän vastauksia, yhteensä 16 kappaletta. Kvantitatiivisen tutkimuksen tulosten luotettavuus perustuu riittävään vastausotantaan, joten saadun vastausmäärän perusteella työntuloksia ei voi pitää varmuudella todellisuutta vastaavina. Toisaalta taas vastausprosentin pienuus voi kertoa siitä, että 3D-tulostus menetelmänä ja mahdollisuuksineen ei ole kiinnostava tai sitä ei nähdä vielä todellisena vaihtoehtona tarkastelualueella.

Kuudestatoista vastaajasta neljätoista oli miehiä ja kaksi naisia. Iältään vastaajista yksi oli 18 - 25-vuotias, kuusi heistä oli 26 - 40-vuotiaita, neljä 41 - 55-vuotiaita ja viisi yli 55-vuotiaita.



Kuva 6. Kyselyyn vastanneiden ikäjakauma.

Viisi vastaajista kertoi yhdistyksensä tai yrityksensä kotipaikan olevan Hämeenlinnassa, kaksi Janakkalassa, yksi Lopella, yksi Riihimäellä, yksi Tammelassa, kolme Ypäjällä, yksi Forssassa, yksi Hausjärvellä ja yksi jossakin muussa erittelemättömässä kunnassa.



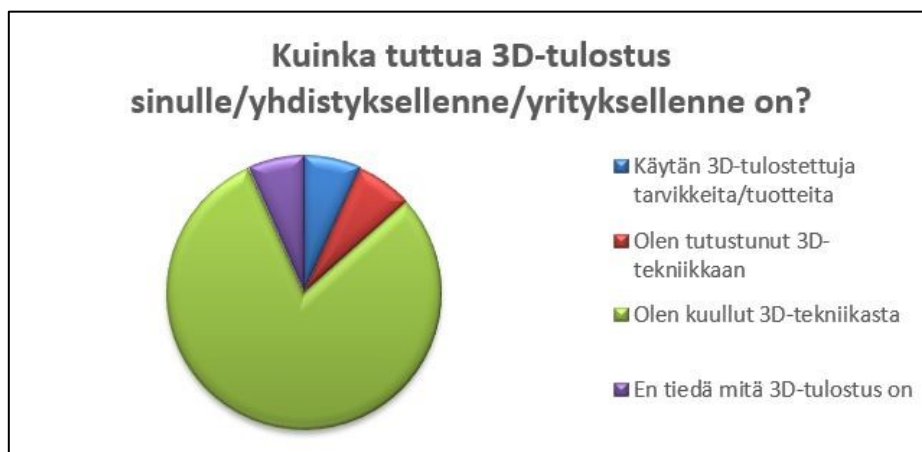
Kuva 7. Vastaajien sijaintikunnat.

Yhdeksän vastaajista olisi kiinnostunut kuulemaan lisää 3D-tulostuksen muodostamista mahdollisuuksista sähköpostilla, kuusi haluaisi tutustua asiaan lähemmin yleisötapauhtumassa tai messuilla ja yksi haluaisi keskustella mahdollisuuksista puhelimitse.



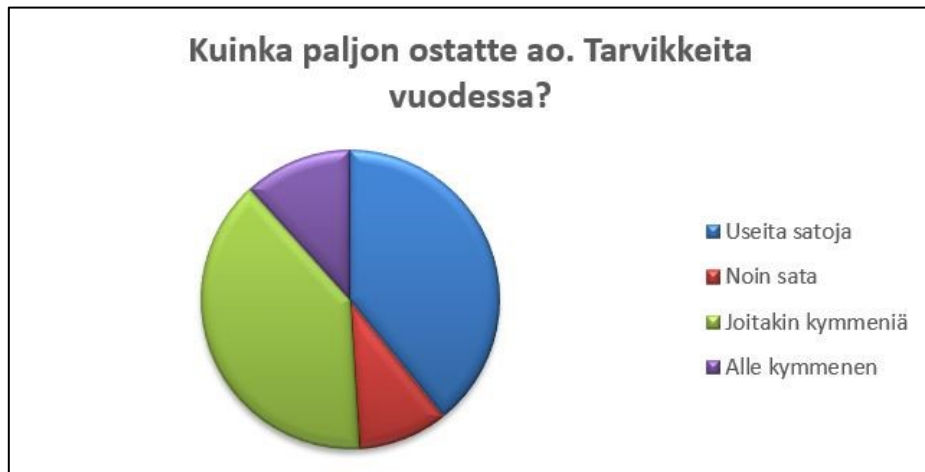
Kuva 8. Vastaajat haluaisivat lisätietoa mahdollisuuksista pääasiassa sähköpostilla tai yleisötapahtumassa.

Kyselyssä haluttiin selvittää Kanta-Hämeen maaseutualueella entuudestaan olevaa tietotasoa 3D-tulostuksesta ja sen luomista mahdollisuuksista. Kyselyyn vastanneista kuudestatoista henkilöstä kaksitoista oli kuullut 3D-tulostustekniikasta, kaksi oli tutustunut tekniikkaan, yksi oli käyttänyt tai käyttää toiminnassaan 3D-tulostusmenetelmällä valmistettuja tarvikkeita tai tuotteita ja yksi ei tiennyt mitä 3D-tulostus on.



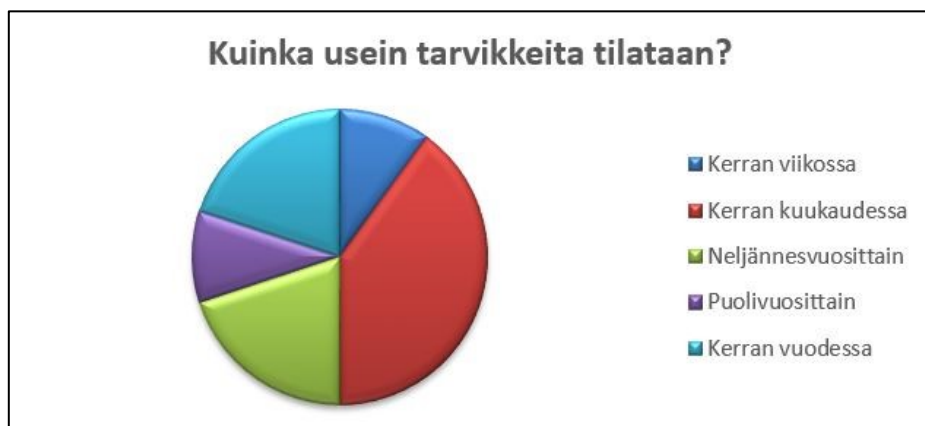
Kuva 9. Olemassa oleva tietämys 3D-tulostuksesta Kanta-Hämeen maaseutualueen toimijoilla.

Yhdeksän vastaajista kertoi käyttävänsä toiminnassaan usein hankittavia pientarvikkeita, joiden koko on maksimissaan 15 cm * 15 cm * 15 cm. Neljä vastaajista hankkii tarvitsemiaan pientarvikkeita useita satoja kappaleita vuodessa, yksi noin sata, neljä joitakin kymmeniä kappaleita ja yksi alle kymmenen kappaletta.



Kuva 10. Pientarvikkeiden hankintamäärät vastaajien keskuudessa.

Vastaajista neljä tekee tarviketilauksen noin kerran kuukaudessa, kaksi kerran vuodessa, kaksi neljännesvuosittain, yksi kerran puolessa vuodessa ja yksi viikoittain.



Kuva 11. Pientarvikkeiden hankintatiheys vastaajien keskuudessa.

Erikseen mainittuja hankittavia pienosia ja tarvikkeita olivat komposiittien osat, hydraulikkalaitteiden tiivisteet, erilaiset lukot, sokat, lypsyrobotin muoviosat, ruuvit, mutterit, pienet suojalevyt, koukut ja ripustimet. Kahdeksan vastaajista oli mahdollisesti kiinnostuneita ja kaksi oli kiinnostuneita mahdollisuudesta hankkia tarvitsemiaan pientarvikkeita ja -osia paikallisesti tuotettuina 3D-tulostettuina versioina. Paikallisuutta enemmän hankintapaikkaan ja sen valintaan vaikuttivat hinta, saatavuus ja toimitusnopeus.



Kuva 12. Hankintapaikan valintaan vaikuttavat tekijät.

Kysyttäessä suoranaista tarvetta jollekin kappaleelle tai tarvikkeelle, jota vastaajan mielestä voisi tuottaa 3D-tulostustekniikalla, saatiin ehdotus yhdeltä vastaajalta. Vastaajan kommentti oli ”*Erikoisemmat yksittäisosat, koneiden ja muiden varaosat. Vaikea löytää kaupoista tai netistäkään.*” Suoraa yksittäistä ideaa tai tarviketta ei kyselyssä tullut ilmi.

5.2 Yhteenveto palvelun potentiaalista kohdealueella

Kaksi vastaajista kertoi olevansa suoraan kiinnostuneita hankkimaan 3D-tulostustekniikalla valmistettuja tarvikkeita toimintaansa. Toinen heistä oli 18 - 25-vuotias nainen Tammelasta ja toinen 26 - 40-vuotias mies Hämeenlinnasta. He toimivat maa- ja metsätalouden sekä autohuollon toimialoilla. Molemmat kiinnostuneet painottivat hankintakohdistuksessa toimitusnopeutta, sen lisäksi toinen hintaa ja toinen saatavuutta. He toivoivat lisätietoja joko sähköpostilla tai yleisötahtumassa.

Kahdeksan vastaajaa kertoi kyselyssä olevansa mahdollisesti kiinnostuneita hankkimaan tarvitsemiaan pientarvikkeita, jotka ovat 3D-tulostustekniikalla valmistettuja, seitsemän heistä oli miehiä ja yksi nainen. Heidän toimintansa sijaitsivat Hausjärven, Hämeenlinnan, Lopen, Riihimäen ja Ypäjän alueilla. Iältään he olivat 26-vuotiaasta yli 55-vuotiaaseen. He toimivat hyvinvointisektorilla, maa- ja metsätalouden, konekorjauksen, liikelämpänpalveluiden, rakentamisen sekä automaalauksen toimialoilla. Yksi heistä vastasi yksityishenkilönä. Viisi heistä toivoi saavansa lisää tietoa aiheesta koskevista mahdollisuuksista ja tulevista palveluista sähköpostitse, kaksi oli kiinnostunut tutustumaan laitteistoon yleisötahtumassa ja yksi haluaisi lisätietoja puhelimitse. Vastaajista kuusi piti hintaa merkittävänä perusteena hankintapaikan valinnalle, viisi painotti myös saatavuutta ja

toimitusnopeutta. Yhdelle vastaajista tuotteen tunnettuus, merkki ja paikallisuus painoivat myös hankintaa tehdessä.

Yhteenvetona tähän kyselyyn vastanneiden kesken voidaan linjata, että potentiaalisimmat asiakkaat 3D-tulostuksella valmistetuille tarvikkeosille Kanta-Hämeen maaseutualueella olisivat 26 vuotta vanhemmat miespuoliset yrittäjät, jotka toimivat maa- ja metsätalouden, liike-elämänpalveluiden, rakentamisen sekä konekorjauksen ja -huollon parissa. Heihin kannattaisi olla yhteydessä sähköpostitse ja laitteistoa sekä sen luomia mahdollisuuksia tulisi esitellä messuilla ja yleisötapahtumissa. Valmistusprosessin tulisi olla joustava ja nopea sekä valmiin tuotteen hinnan kilpailukykyinen, jotta palvelu menestyisi markkinoilla kohdealueella.

6 TUOTEKEHITYS

Tuotekehitys tähtää uusien tuotteiden tai palveluiden kehittämiseen tai jo olemassa olevien parantamiseen. Tyypillisimmin tuotekehitystä tekee yritys, jonka pyrkii tyydyttämään asiakkaiden tarpeet havaitun kysynnän pohjalta. Tuotekehitysprosessi kertoo syntyneen tuoteidean teknisestä ja kaupallisesta toteuttamiskelpoisuudesta. Prosessin aikana idea muuntuu markkinoitavaksi tuotteeksi. (Harjula & Koskinen 2007.)

6.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessi lähtee käyntiin ideoinnista. Alkuvaiheessa hankitaan ideoita asiakaspalautteesta, kilpailijoiden toiminnasta ja kyselyiden kautta. Esille tulleet ideat arvioidaan ja niistä valitaan kehitettäväksi soveltuvat. (Harjula & Koskinen 2007.)

Prosessin toinen vaihe on tuotekonseptin luominen, josta alkaa varsinainen tuotekehitys. Tuotteen kehitystavoitteet täsmennetään, jolloin kokonaisprosessille luodaan aikataulu, rajataan resurssit, selvitetään käytettävät tekniikat ja hahmotellaan tulevat markkinat. (Harjula & Koskinen 2007.)

Seuraavaksi tuoteideasta tehdään yksityiskohtainen ja tarkka toteutus-suunnitelma, jonka perusteella tehdään päätös tuotteen soveltuvuudesta yrityksen konseptiin. Toteutussuunnitelman hyväksynnän jälkeen projektin lopullinen aikataulu ja budjetti muotoutuvat. (Harjula & Koskinen 2007.)

Kun on tehty päätös tuoteidean toteutuksesta, valmistetaan prototyyppi ja testataan sitä. Testitulokset analysoidaan ja niiden perusteella tehdään tarvittavat muutokset. Prototyyppien valmistuksen myötä saadaan faktista

tietoa valmistusprosessin kustannuksista, henkilöstötarpeista ja hinnoittelukysymyksistä markkinointisuunnittelua varten. Viimeinen vaihe on päätös tuotteen markkinoille laskusta. Ennen tuotteen markkinoille vientiä punnitaan realistiset tuotto-odotukset ja markkinatilanne. (Harjula & Koskinen 2007.)

6.2 Tuotteen suojaaminen

Aineettomat oikeudet tulee innovaation haltijan suojata itse, sillä laki suojaa ideoita ja niiden yksinoikeuksia vain nimellisesti. Aineettomien oikeuksien eli immateriaalioikeuksien suojana käytetään yleisimmin patenttia, hyödyllisyysmallia, mallisuoja, tavaramerkkiä tai tekijänoikeuksia, joista tekijänoikeus on ainoa, joka ei perustu yksinoikeudellisiin teollisoikeuksiin. Immateriaalioikeutta suojaava valinta on tehtävä huolellisesti, sillä suojan taso ja kustannukset eriävät toisistaan. (Harjula & Koskinen 2007.)

Patentointia voi hakea tuotteelle, laitteelle tai menetelmälle, joka on uusi ja eroaa olennaisesti aiemmin tunnetuista tuotteista, laitteista tai menetelmistä ja sen on oltava teollisesti käyttökelpoinen. Patentoitava keksintö on useimmiten konkreettinen ratkaisu spesifiseen tekniseen ongelmaan. Patenttia ylläpidetään vuosimaksulla ja se voi olla voimassa enintään 20 vuotta hakemispäivästä. (Patentti- ja rekisterihallitus 2002.)

Hyödyllisyysmalli on patentin kaltainen muutoin, mutta menetelmäkeksintöä sillä ei voi suojata. Hyödyllisyysmalli on voimassa neljä vuotta, ellei jokin taho onnistu mitätöimään sitä tuona aikana. Hyödyllisyysmallin rekisteröinnin voi uusida kaksi kertaa, ensin toiseksi neljän vuoden kaudeksi, jonka jälkeen vielä kahdeksi vuodeksi. (Patentti- ja rekisterihallitus 2002.)

Muotoilumallin voi suojata mallioikeudella, joka on tarkoitettu huomiota herättävän ja tunnistettavan muotoilun suojaksi. Mallisuojaus voi saada jopa 25 vuodeksi kansallisella mallirekisteröinnillä tai rekisteröitynä yhteisömallina, joka kattaa koko Euroopan alueen. (Patentti- ja rekisterihallitus 2002.)

Tavaramerkin avulla yritys erottuu markkinoilla loppukuluttajalle. Tavaramerkki voi olla yrityksen nimi tai jokin graafisesti esitetty sana, kuvio, luku, kirjainyhdistelmä tai muu vastaava. Tavaramerkin suojaus on ainoa yksinoikeudensuojaus, jota on mahdollista ylläpitää loputtomasti. Kerrallaan suojaus on voimassa 10 vuotta, mutta se voidaan uusida rajattomasti. (Patentti- ja rekisterihallitus 2002.)

Tekijänoikeudella suojataan kirjalliset ja taiteelliset teokset kopioinnin ja jäljittelyn varalta. Tekijänoikeus suojaa suoraa konkreettista esitystapaa, se ei suojaa ideaa. Tekijänoikeus kattaa muista teollisista oikeuksista poiketen myös moraaliset oikeudet – isyysoikeuden ja respektioikeuden – teokseensa. Isyysoikeuden mukaan tekijä pitää mainita teosta käytettäessä.

Respektioikeus tarkoittaa sitä, ettei teosta saa muuttaa, muutoin kuin tekijän arvovaltaa kunnioittaen. Tekijänoikeudet ovat voimassa koko tekijän eliniän ja 70 vuotta hänen kuolemansa jälkeen. (Patentti- ja rekisterihallitus 2002.)

6.3 Tuotekehitys kyselyn pohjalta

Kyselyssä kartoitettiin Kanta-Hämeen alueella toimivien maa- ja metsätaloustoimijoiden sekä huolto- ja korjausalan yrittäjien tarpeita sekä kiinnostusta 3D-tulostettujen tarvikeosien hankintaan. Vastaajien keskuudessa esiintyi kiinnostusta tutustua lisää tällaiseen mahdollisuuteen, mutta tämän hetkinen olemassa oleva tietoisuus ja kiinnostus hankintaan oli varsin suppea.

Kyselyssä ei tullut esille yksittäistä spesifistä tarviketta, jota olisi voitu kehittää eteenpäin ja muokata kehityksen pohjalta koetulostettavaksi kappaleeksi. Varsinaisten varaosien tulostuksessa vastaan tulee vastuukysymykset sekä immateriaalioikeuksien suojat, joten tämän tyyppistä koetulostusta ei ollut ideaalia toteuttaa. Spesifisiä varaosia tulostettaessa tulisi myös olla alkuperäiset tekniset vaatimukset sekä tarkat mitat ja malli tiedossa, joten tämänkään puolesta ei edes koemielessä ollut tarkoituksenmukaista valita tämän tyyppistä kappaletta koetulostettavaksi.

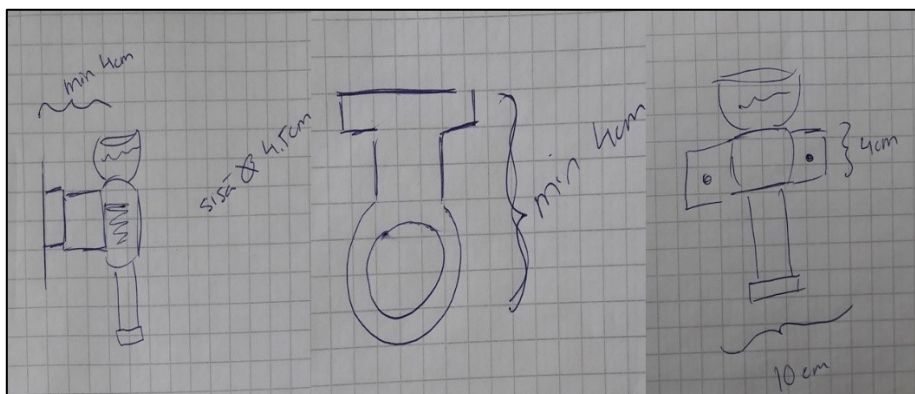
Selvityskyselyssä kartoitettaessa ehdotuksia 3D-tulostettaviksi osiksi esiin tulivat muun muassa yksittäiset tai erikoisemmat, vaikeasti hankittavissa olevat tuotteet. Vastausten perusteella tilaajan kanssa yhdessä päätettiin valmistaa jollekin jatkuvasti käytössä olevalle työkalulle/tarvikkeelle seinään kiinnitettävä pidike. Prototyypitulosteeksi valikoitui seinäpidike taskulampulle.

Pidike suunniteltiin suuren valotehon valaisimelle, jonka kantama, tehokkuus sekä käytettävyys soveltuvat pimeissä ja haastavissa olosuhteissa suoritettavaan työhön. Tämän tyyppisiä lamppeja on arkikäytössä maataloilla sekä tuotantotyöpiirissä.

Taulukko 3. Työlampun tekniset tiedot.

TYÖTASKULAMPUN TEKNISET TIEDOT	
Materiaali	Alumiini
Valoteho	600 lm (erittäin suuri)
Käyttökohde	Ulko- ja sisätilat
Vedenkestävyys	Kyllä
Kantama	300 m
Valaisuvaihtoehdot	kirjas, normaali, himmeä, vilkkuva ja hätävilkunta
Koko	Ø 55 x 240 mm
Paino	320 g (ilman paristoja)
Tiiviysluokka	IPX4

Ennen varsinaista mallinnuksen aloittamista luonnosteltiin pidikkeen kaava paperille ja suunniteltiin sen mittasuhteet. Seinään kiinnitettävä taustalevy on paksuudeltaan 7,0 mm ja sen pinnan ala on 100,0 mm * 40 mm. Varsi on malliltaan kuutio ja sen mitat ovat 40 mm * 40 mm * 40 mm. Pidikerengkaan sisähalkaisija on 45 mm ja renkaan paksuus 7,0 mm. Pidikkeen korkeus kokonaisuudessaan on 106 mm. Valmistusmateriaaliksi valittiin PLA- filamentti.



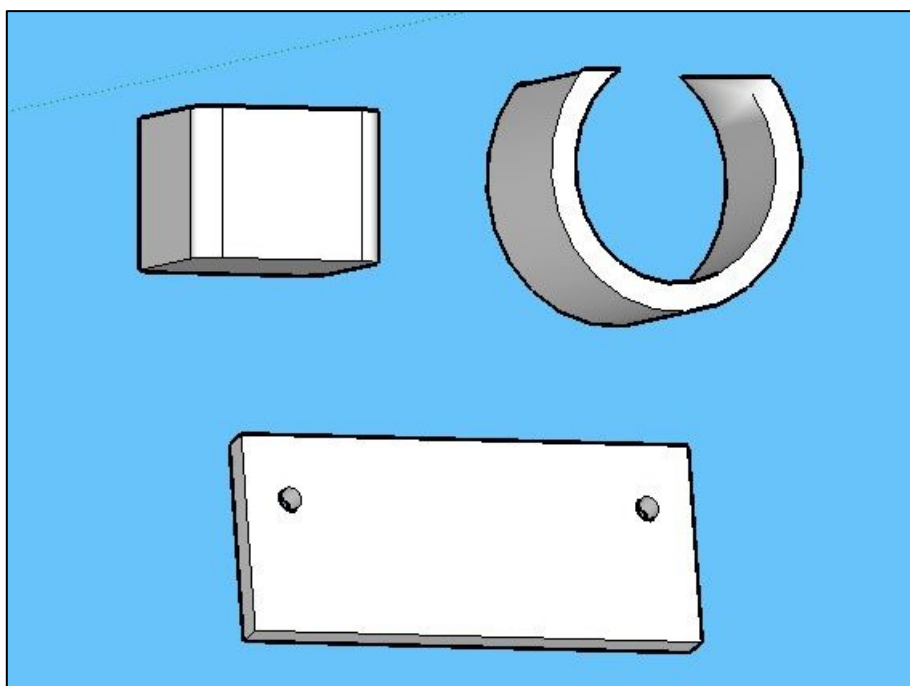
Kuva 13. Pidikkeen alkuluonnos paperilla.

7 KOETULOSTUS

7.1 Mallinnus

Mallinnus aloitettiin hahmottelemalla ruutupaperille käsin (kuva 13) tulos-tettavan taskulampunpidikkeen malli ja mittasuhteet.

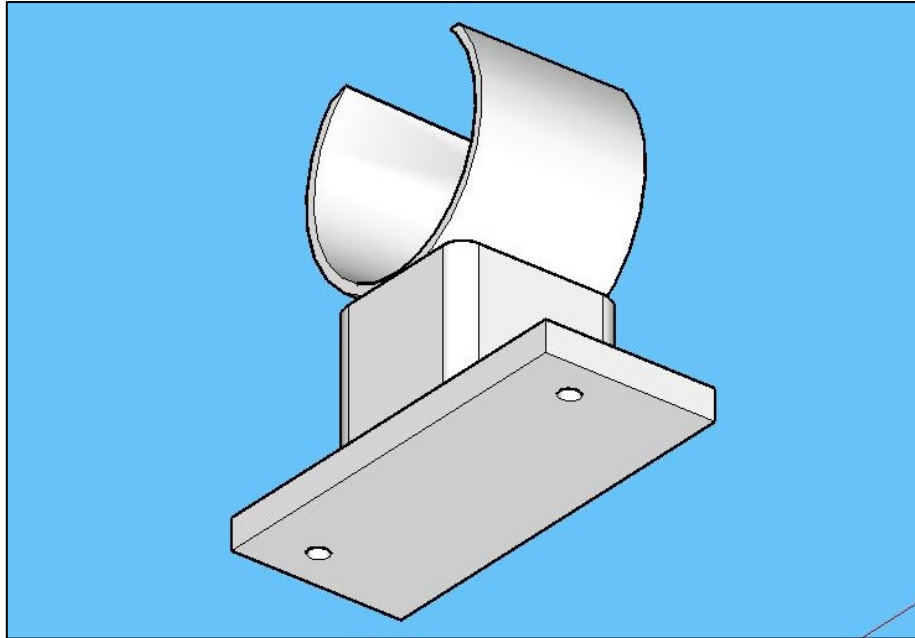
Taskulampunpidike koostuu kolmesta osasta: taustalevystä, jolla pidike kiinnitetään seinään, varresta sekä pidikerenkaasta. Varsinainen kappaleen kolmiulotteiseksi luonti ja mallinnus aloitettiin SketchUp-ohjelmalla luomalla pidikkeen kolme osaa erillisinä kappaleina. Jokaisesta kappaleesta piirrettiin kaksiulotteiset ääriviivat, jotka muutettiin halutun paksuiseksi kolmiulotteisiksi malleiksi push/pull-työkalun avulla. Taustalevyn paksuudeksi määriteltiin 7,0 mm, varren pituudeksi 40 mm ja pidikerenkaan reunojen paksuudeksi 7,0 mm. Pidikerenkaan sisähalkaisijaksi määriteltiin ennen kolmiulotteiseksi muuttamista 45 mm.



Kuva 14. Pidikkeen erilliset osat valmiina mallinoksina.

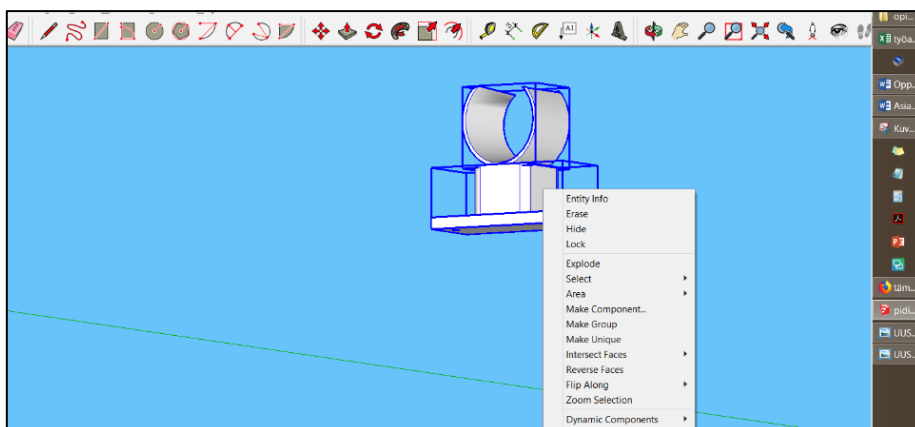
Kun kaikki kolme osaa olivat valmiit ja skaalattu oikean kokoisiksi, koottiin pidike SketchUp-ohjelmassa mallin mukaiseksi kappaleeksi. Kappale koottiin move-työkalun avulla, siirtämällä yksittäiset osat mallin mukaisesti päällekkäin. Asettelu tulee tehdä tarkasti erillisten osien yhteisten reunojen kohdistuksessa, ettei kappaleeseen jää mallinnusvaiheessa ylimääräisiä reunoja tai kulmia.

Asettelyn jälkeen ohjelma käsittelee kappaletta edelleen kolmena eri osana. Saadaksemme esineen tulostettua yhtenäisenä täytyi siitä muodostaa komponentti tai vaihtoehtoisesti ryhmä. Päätimme tehdä kappaleesta yhtenäisen komponentin. Komponentiksi eli yhtenäiseksi kappale muutettiin make component -komennolla kaikkien kolmen osan ollessa valittuja.



Kuva 15. Pidike luotuna yhtenäiseksi komponentiksi.

Tähän saakka mallinnuksessa pärjättiin SketchUp Make -ohjelman ilmaisversion perustoiminnoilla. Mallinnettava komponentti tallentuu SketchUp -ohjelmasta joko .skb- tai .dae-muodossa. Tulostusta varten malli on saatava tallennettua .stl-tiedostona, jotta 3D-tulostin tunnistaa datan. Tätä varten jouduimme lataamaan SketchUp:iin laajennusosan STL Import & Export, joka tallentaa datan oikeassa muodossa.



Kuva 16. Valmiin mallin tallentaminen STL Import & Export-laajennusosalla .stl- muotoon.

7.2 Viipalointi

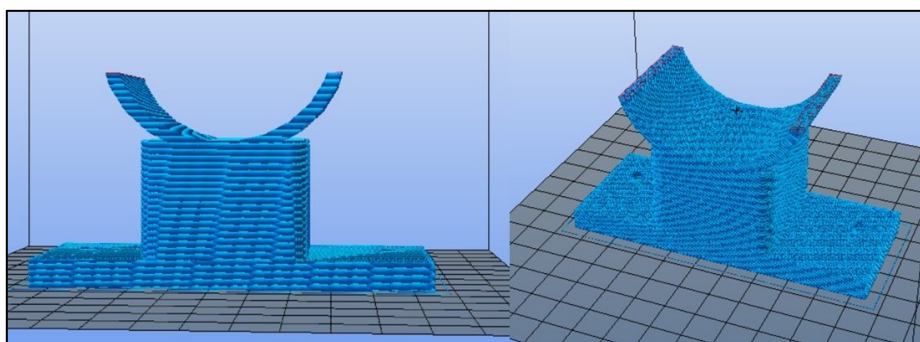
Viipalointi tapahtuu Repetier Host -ohjelmassa slicer-välilehdellä olevalla Cura Engine -viipalointisovelluksella. Sovellus viipaloi valmiin 3D-mallin automaattisesti, saatuaan käyttäjältä aloituskomennon. Koetulostettavaan seinäkiinnitteiseen taskulampun pidikkeen prototyyppiin automaattiviipalointi laski käytettävän 200 tulostettavaa kerrosta, kerrosten sisäisiä yksittäisiä viivapursotuksia 78 472 kappaletta, filamentinmenekiksi 16 449 mm ja tulostusajaksi 3 tuntia 57 minuuttia ja 42 sekuntia.

7.3 Tulostus

Ennen tulostusta tulostusalustalle levitetään vesiliukoista puuliimaa ohuehko kerros, jonka annetaan kuivua ennen alustan lämmitystä. Vesiohenteisen liiman tehtävänä on helpottaa valmiin tulosteen irrottamista tulostusalustasta, sillä sulatettu muovifilamentti voi tarttua tiukasti lasiseen tulostusalustaan.

Tulostusprosessin varsinainen ensimmäinen vaihe on tulostimen suuttimien ja tulostusalustan lämmittäminen oikeaan, materiaalikohtaiseen lämpötilaan. Tämän työn koetulostuksessa käytettiin PLA-filamenttia, suuttimen lämpötilaksi asetettiin manual control -välilehdellä 210 °C ja tulostusalustan lämpötilaksi 60 °C.

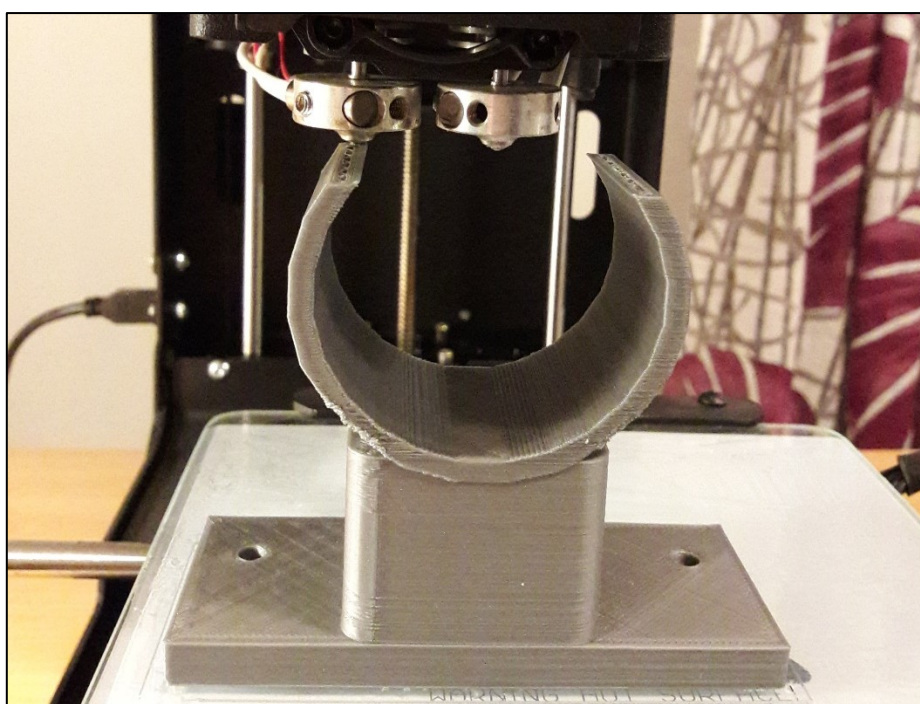
Tulostusmateriaalin eli filamenttilangan alku syötetään suuttimeen langanohjaimen läpi, kunnes suutin saa otteen langasta ja pursottaa sulanutta filamenttia ulos. Tulostusvalmiille laitteelle välitetään tulostettava komentojono start printing -komennolla. Tulostuksen etenemistä numeerisesti ja teknisesti voidaan seurata Repetier Host -ohjelman preview-välilehdellä.



Kuva 17. Tulostuksen etenemisen seuraaminen tietokoneella.



Kuva 18. Pidikkeen varren tulostumista.



Kuva 19. Työ on kuvassa edennyt pidikerengon loppuvaiheen tulostukseen.

7.4 Jälkikäsittely

Käytössä olevan laitteen käyttämä FFF(FDM)- tulostustekniikka on parhaimmillaan suurlinjaisten ja yksinkertaisten muotojen valmistuksessa. Tekniikan tulostusjälki on laadullisesti osittain hieman kömpelöä ja karkeaa, joten kuluttajille myytävissä tuotteissa tulisi pintakäsittelyyn kiinnit-

tää huomiota. Koetulostetun prototyypin jälkikäsittelyssä keskityimme tulostetun kappaleen siistimiseen. Jälkikäsittelynä poistimme suuttimen siirtymisestä johtuneita muovisäikeiden jäämiä käsiviilan avulla. Mekaanisessa käsiviilauksessa on oltava huolellinen, sillä viilasta jää herkästi jälkiä valmiiseen muovipintaan.



Kuva 20. Valmis pidikerengaan prototyyppi kiinnitettynä seinään.

Markkinoilla on saatavilla 3D- tulosteiden jälkikäsittelyyn kemiallisia pintäkäsittelyaineita, jotka tasoittavat tulosteen pintaa ja tekevät niistä kestävämpiä. Muovimateriaalien maalaukseen ja koristeluun on myös olemassa erilaisia maaleja ja lakkoja. Prototyypin kohdalla ei kuitenkaan katsottu tarpeelliseksi käyttää kemiallisia jälkikäsittely- tai koristeluaineita.



Kuva 21. Valmis prototyyppi käyttökokeilussa.

7.5 Koetulostuksen haasteet

Suurimmaksi rajoitteeksi koetulostuksessa tuli käyttäjien tekninen osaaminen. Kappaleen mallintaminen ja suunnittelu CAD-pohjaisella ohjelmalla vie huomattavan paljon aikaa, vaikka samantyyppisten ohjelmien peruskäyttö olisi hyvin hallinnassa. Rajoituksia valmistettavalle kappaleelle loi myös käytössä olevan tekniikan aiheuttama kappaleiden anisotropisuus, johon on haastavaa vaikuttaa edes mallinnusvaiheen huolellisella yhtenäisyysuunnittelulla. Vaikutusmahdollisuudet rajautuvat käyttökokemuksen mukaan kappaleen tulostussuunnan muuttamiseen vertikaalisesta horisontaaliksi, sillä kerrostenväli ei ole yhtä lujasti kiinnittynyt toisiinsa kuin yhtenäisesti pursotettu kerros.

7.6 Koetulostetun kappaleen valmistuskustannus

Koetulostetun seinään kiinnitettävän taskulampunpidikkeen prototyypin varsinaiset valmistuskustannukset muodostuivat valmistukseen käytetyn sähkön hinnasta ja materiaalikuluista. Valmistuskustannuksissa ei otettu huomioon käytettyjen työtuntien hintaa. Käytössä olevalle 3D-tulostimelle on maksimi käyttötehoksi ilmoitettu 150W (Minifactory 2014). Tulostuspaikan sähkön sopimushinta on 0,115 €/kWh, joka koostuu yhdistetystä sähkönsiirtohinnoista ja sähköverosta 0,071 €/kWh ja sähkömyyntihinnasta 0,044 €/kWh. Valmistusaika tulostettavalle prototyypille oli 3 tuntia 57 minuuttia ja 42 sekuntia, joka pyöristettiin laskukaavaa varten 3 tuntiin ja 58 minuuttiin. 3 tuntia 58 minuuttia on desimaaliluvuksi muutettuna 3,97 tuntia. PLA-filamenttia valmistukseen kului 16,45 metriä. Tulostetun prototyypin verolliseksi valmistushinnaksi tuli ilman työkustannuksia laskettuna 1,05 euroa.

<p>Laiteen sähkönkulutus $0,15 \text{ kW} * 3,97 \text{ h} = 0,596 \text{ kWh}$</p> <p>Laitteen kuluttaman sähkönkokonaishinta tulostusaikana $0,596 \text{ kWh} * 0,115 \text{ €/kWh} = 0,068 \text{ €}$</p> <p>Kappaleen materiaalikulu $16,45 \text{ m} * 0,06 \text{ €/m} = 0,987 \text{ €}$</p> <p>Materiaalikulu + sähkönkokonaishinta = kokonaisvalmistuskustannus $0,987 \text{ €} + 0,068 \text{ €} = 1,054 \text{ €} \sim 1,05 \text{ €}$</p>

Kuva 22. Prototyypin kokonaiskustannuksen muodostuminen.

Käytössä olevan laitteen verollinen hankintahinta oli 1947 euroa. Työssä suoritettun kappaleen mallinnuksessa ja toteutuksessa käytettiin ilmaisohjelmia ja koneen mukana toimitettua ohjelmapakettia. Mikäli yritys päätyy aloittamaan toiminnan 3D-tulostuspalvelutarjoajana, tulee sen hankkia yrityksille ja ammattikäyttöön suunnattu laajempi ohjelmistopaketti. Halutessaan jatkaa työskentelyä SketchUp -ohjelmalla on pienelle toimijalle hyvä vaihtoehto hankkia SketchUp Pro 2018, ja täydentää sitä mahdollisilla lisä- ja laajennusosilla tarpeen mukaan. Yhdelle laitteelle SketchUp Pro 2018 -lisenssin verollinen hinta vuoden ylläpidolla on 788,64 €, lisälaitelisanssin verollinen hinta per laite on 1528,92 € (M.A.D. 2018).

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Materiaalia lisäävän valmistustekniikan ensimmäinen läpimurto tapahtui 1980-luvun puolivälissä Charles Hullin keksiessä SLA -tekniikkaa käyttävän 3D -tulostimen, josta saatiin ensimmäinen yleisille markkinoille soveltuva malli vuonna 1992. 2000-luku on ollut tekniikan kehityksen valtakautta tekstiilivalmistuksen, tekniikan ja lääketieteen aloilla. 2010-luvulla elintarviketulostus lähti huimaan kehitykseen, ja 3D-tulostustekniikalle povataan suurta roolia eettisen ravinnon valmistuksen, kehitysmaiden ongelmankohtien sekä ympäristöongelmien ratkaisuisissa.

Tulostustekniikoita on olemassa jo huomattava määrä, mutta selkeästi yleisimmin käytössä tällä hetkellä ovat SLA-, SLS-, FDM- ja DMP- tulostustekniikat. Materiaalikirjo on jo hyvin laaja ja uusia raaka-aineita valjastetaan jatkuvasti alan käyttöön. Haasteena on saada materiaalikirjo tulevaisuudessa kattamaan kaikki samat raaka-aineet, joita muilla tekniikoilla valmistettujen tuotteiden valmistuksessa käytetään. Materiaalimäärän noustessa samalle tasolle muiden tekniikoiden kanssa, tulee 3D- tulostuksesta todellinen kilpaileva valmistustekniikka alalle kuin alalle. Erilaisia AM-tekniikoita kehitetään jatkuvasti eteenpäin ja tulevaisuudessa odotetaan yleisimpien tekniikoiden olevan nykyisistä tekniikoista kehitettyjä versioita, joilla voidaan valmistaa monimutkaisempia kappaleita yhdistellen automatiikkaa ja erilaisia vanhoja sekä uusia materiaaleja lähes rajattomasti.

Yrittäjien toimintaa ja tarjottavien palveluiden kehitystä rajaa vahvasti Suomen lainsäädännössä määritellyt immateriaalioikeudet, jotka suojaavat jo olemassa olevia malleja ja käyttö- sekä muotoilutuotteiden valmistusta. Haluttaessa valmistaa tarkkoja varaosia tai jonkin olemassa olevan kappaleen kaltaisia tuotteita mallinsuoja ja tekijänoikeudet rajaavat toimintamahdollisuudet yritystoiminnassa hyvin suppeiksi. Mallinoikeuslait halutaan muuttaa yhteneväisiksi kaikissa EU-jäsenmaissa. Eduskunta on tehnyt mallien oikeudellisesta suojasta annettuun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin perustuvan esityksen mallinoikeuksien muuttamiseksi Suomessa. Lakiehdotuksella haetaan muutoksia mallioikeuslain käsitteisiin, rekisteröinnin edellytyksiin, mallisuojan sisältöön ja laajuuteen

sekä rekisteröinnin voimassaoloaikaan. Muutosesitys on ollut hold-tilassa vuodesta 2002 ja sen etenemisestä ei ole tällä hetkellä tietoa. 3D-tulostettujen tuotteiden kaupallisessa valmistuksessa on toimittava myös kuluttajasuojalain, tuotevastuulain sekä kuluttaja-asiamiehen linjausten mukaan.

Tilaaajaryityksellä on käytössään kammioton FDM-valmistustekniikkaa hyödyntävä 3D-tulostin ja Repetier Host -tulostimenohjausohjelma sekä Trimblen SketchUp Make -mallinnusohjelma Stl Import&Export -laajennussovelluksella. Koetulostuksessa käytettiin materiaalina PLA-kestomuovifilamenttia. Koetulostuksen seurauksena todettiin käytössä olevan laitteen ja ohjelmien rajoitteiksi muodostuvan hitaus, kömpelyys, valmistettavan kappaleen maksimikoko sekä materiaalien rajausten muovi-pohjaisiin, ja hieman halvan oloisiin, raaka-aineisiin.

Toteutetussa kvantitatiivisessa tutkimuksessa 3D-tulostuspalvelun tarpeellisuudesta Kanta-Hämeen maaseutualueella todettiin, että kohdealue ei välttämättä ole vielä valmis tämän tyyppisen palvelun mahdollisuuksille ja sitä pidetään mielenkiintoisena, mutta melko kaukaisena vielä. Kaiken kaikkiaan kyselyn yhteenvedona voidaan sanoa potentiaalisimpien asiakkaiden Kanta-Hämeen maaseutualueella olevan yli 26-vuotiaat miesyrittäjät, jotka toimivat maa- ja metsätalouden, liike-elämän palveluiden, rakentamisen sekä konekorjauksen ja -huollon aloilla. He olisivat kiinnostuneita 3D-tekniikalla valmistetuista tuotteista, mikäli valmistusprosessi olisi joustava, hinta kilpailukykyinen, toimitus nopea ja he saisivat ajantasaisia tietoja tarjottavasta palvelusta sähköisesti. Tutkimus selvityksen levikki kattoi Hämeen yrittäjien paikallisyhdistykset, Hämeen MTK:n, LounaPlussa Ry:n, Etelä-Suomen maa- ja kotitalousnaiset jäsenistöineen, 49 yksittäistä kohdealoilla toimivaa kantahämäläistä yrittäjää, joiden lisäksi kyselyä jaettiin kuudessa aihepiiriin sopivassa facebook-ryhmässä. Laajasta levikistä huolimatta kyselyyn saatiin vain 16 vastausta. Tutkimustuloksia ei voida pitää täysin valideina, kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden perustuessa riittävän suureen vastausotantaan.

Tutkimuksessa ei käynyt ilmi spesifistä tarve-esinettä, joka olisi voitu ottaa valmistuskokeen kohteeksi työhön. Kyselyssä kävi kuitenkin ilmi, että tarve tulostetuille tuotteille on pääasiallisesti erilaisilla yksityiskohtaisilla tarveesineillä, kuten räätälöidyillä pidikkeillä. Päätettiin valmistaa työtaskulam-pulle seinään kiinnitettävän pidikkeen prototyyppi.

Kyselytutkimuksen vastausprosentin pienuus kertoo todennäköisesti osittain, että 3D-tulostus ja sen tarjoamat mahdollisuudet eivät ole kantahämäläisistä toimijoista tällä hetkellä kovin kiinnostavia tai niitä ei nähdä todellisina tarkastelualueella. Vaikka tämänhetkinen palvelun kysyntä näyttää pieneltä, on kuitenkin huomioitava tekniikan toistaiseksi suhteellisen suppea levinneisyys käytännön maaseutualueilla. Panostamalla markkinointiin sekä kontaktien luomiseen, kehittämällä palvelukonseptia sekä hankkimalla toimi- ja esittelytilat voisi tilanne olla toinen.

On kuitenkin mahdollista, että tarvitaan myös lisää konkreettista aikaa, jotta paikalliset yrittäjät kiinnostuvat aiheesta enemmän. Tämän selvitystyön johtopäätöksenä voidaan sanoa, että tutkimuksen kohteena olevan pienyrityksen on melko haastavaa aloittaa 3D-tulostuspalveluiden tarjoaminen kohdealueen markkinoilla tämänhetkinen kehitysvaihe sekä olemassa olevat tietotaidot, tekninen osaaminen ja laitteistoresurssit huomioon ottaen.

LÄHDELUETTELO

3D Printing for Beginners (2016). What Material Should I Use For 3D Printing? – Advanced Materials Review #1 – BendLay, Laywoo-D3 and LayBrick. Haettu 12.1.2018 osoitteesta <http://3dprintingforbeginners.com/3d-printing-materials-bendlay-laywood-laybrick/>

3D Printing Industry (2017). The Free Beginner's Guide. 3D Printing Materials. Haettu 6.12.2017. osoitteesta <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#05-materials>

3D Systems (n.d.). Charles W. Hull Co-Founder and Chief Technology Officer. Haettu 4.12.2017 osoitteesta <https://www.3dsystems.com/sites/default/files/downloads/3D-Systems-Charles-W-Hull-Executive-Bio.pdf>

Additive Manufacturing (n.d.). Basics. Haettu 28.11.2017 osoitteesta <http://additivemanufacturing.com/basics/>

Canorama (n.d.). Direct Metal Printing (DMP). Haettu 6.12.2017 osoitteesta <http://www.canorama.fi/fi/3d-printer-technology/direct-metal-printing-dmp>

Canorama (n.d.). Selective Laser Sintering (SLS). Haettu 6.12.2017 osoitteesta <http://www.canorama.fi/fi/3d-printer-technology/selective-laser-sintering-sls>

Canorama (n.d.). Stereolitografia (SLA). Haettu 5.12.2017 osoitteesta <http://www.canorama.fi/fi/stereolitografia-sla>

CustomPart.Net (2018). Selective Laser Sintering. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <http://www.custompartnet.com/wu/selective-laser-sintering>

CustomPart.Net (2018). Stereolithography. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <http://www.custompartnet.com/wu/stereolithography>

Chia, H. & Wu, B. (2015). Recent advances in 3D printing of biomaterials. *PubMed Central* PMC4392469. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4392469/>

Daly, J. (2013). The History of 3D Printing [#Infographic]. 13.8.2013. Haettu 4.12.2017 osoitteesta <https://statetechmagazine.com/article/2013/08/history-3d-printing-infographic>

Grano 3D (2016). Tietoa eri tulostustekniikoista ja termeistä. FDM (Fused Deposition Modeling). Haettu 6.12.2017 osoitteesta <http://www.rpcase.fi/Sovellukset/Tietoa-eri-tekniikoista>

Hakala, J. (2017). Archicad-kirjasto debel-kerroslattiajärjestelmästä. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Talonrakennustekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 16.2.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124691/Hakala_Juho.pdf?sequence=1

Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi mallioikeuslain muuttamisesta HE 6/2002. Haettu 25.1.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2002/20020006#idp450714224>

Harjula, E. & Koskinen, P. (2007). *Tuotekehitysprosessi*. Opinnäytetyö. Liiketalous. Lahden ammattikorkeakoulu. Haettu 11.12.2017 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/11238/2007-11-29-03.pdf?sequence=1>

Heikkilä, T. (2014). Kvantitatiivinen tutkimus. *Edita*. Haettu 18.1.2018 osoitteesta <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Hickey, S. (2014). Chuck Hull: the father of 3D printing who shaped technology. *The Guardian*. Haettu 4.12.2017 osoitteesta <https://www.theguardian.com/business/2014/jun/22/chuck-hull-father-3d-printing-shaped-technology>

i.materialise (2018). 3D Printing Materials. Haettu 12.1.2018 osoitteesta <https://i.materialise.com/3d-printing-materials>

Jones, J. (2016). 3D-tulostustekniikan hyödyntäminen tuotekehityksessä ja valaisimien valmistuksessa. Opinnäytetyö. Energia- ja ympäristötekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Haettu 4.1.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118348/Jones_Joel.pdf?sequence=1

Kakko, E. & Mäkinen, E. (2016). Katsaus lääketieteelliseen 3D-tulostamiseen. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare*. Haettu 4.1.2018 osoitteesta <https://journal.fi/finjehew/article/view/60198/21100>

Kelho, H. (2017). 3D-tulostus elää murrosvaihetta. 5.5.2017. Haettu 2.2.2018 osoitteesta <https://rdvelho.com/fi/blogi/3d-tulostus-el%C3%A4%C3%A4-murrosvaihetta>

Kilpailu- ja kuluttajavirasto (2011). Kuluttaja-asiamiehen linjaus. Virhevastuu ja takuu kulutustavaran kaupassa. Haettu 25.1.2018 osoitteesta <https://www.kkv.fi/ratkaisut-ja-julkaisut/julkaisut/kuluttaja-asiamiehen-linjaukset/aihekohtaiset/virhevastuu-ja-takuu-kulutustavaran-kaupassa/#6>

Knaapi, K. (2017). *3D-tulostuksen liiketoimintamahdollisuudet*. Opinnäytetyö. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu Oy. Haettu 11.1.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/128270/Knaapi_Kari.pdf?sequence=1

Kopiosto – tekijänoikeusjärjestö (2013). Yksityinen käyttö ja muut tekijän yksinoikeuden rajoitukset. Haettu 6.2.2018 osoitteesta http://www.kopiosto.fi/kopiosto/tietoa_tekijanoikeudesta/tekijanoikeuden_perusteet/fi_Fi/yksityinen_kaytto/

Kuluttajansuojalaki 38/1978. Haettu 25.1.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780038>

Locker, A. (2018). Ceramic 3D Printer Guide 2018 – All About Ceramic 3D Printing. 13.2.2018. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <https://all3dp.com/1/3d-printing-ceramic-3d-printer/>

M.A.D. (2018). Kauppa. Haettu 15.3.2018 osoitteesta <https://mad.fi/hinnastot>

McEleney, J. (2017). The Future of 3D Printing: 5 Additive Manufacturing Trends to Look For in 2017. 29.7.2017. Haettu 2.2.2018 osoitteesta <https://www.onshape.com/cad-blog/the-future-of-3d-printing-5-additive-manufacturing-trends-to-look-for-in-2017>

Michael Schmidt Studios (2016). 3D-Printed Gown for Dita Von Teese. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <http://www.michaelschmidtstudios.com/blog/3d-printed-gown-dita-von-teese>

Mims, C. (2013). Get Ready: 3D Printing Will Explode Next Year, When Key Patents Expire. *The Atlantic*. Haettu 4.12.2017 osoitteesta <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/07/get-ready-3d-printing-will-explode-next-year-when-key-patents-expire/278008/>

MiniFactory Oy Ltd (2013). MiniFactory 3 Education Edition. Käyttöohje. Haettu 11.1.2018 osoitteesta <http://www.minifactory.fi/files/mF3-opas.pdf>

Minifactory (2014). Miten 3D-tulostin voi tehostaa tuotekehitystä räjähdysmäisesti? Haettu 20.2.2018 osoitteesta www.minifactory.fi/blogi/tehosta-yrityksen-tuotekehitysta/

MiniFactory Oy Ltd (2018). Tulostusnauhat – tekniset tiedot. Verkkokauppa. Haettu 19.2.2018 osoitteesta www.minifactory.fi/verkkokauppa/abs-1-75mm-tulostusnauha-2/

Muoviyhdistys (2016). Osa 21 – ainetta lisäävät valmistusmenetelmät. Haettu 11.1.2018 osoitteesta <http://www.muoviyhdistys.fi/2016/07/23/osa-21-ainetta-lisaavat-valmistusmenetelmat-additive-manufacturing/>

Musawi, Y. (2017). *Käyttöohje mallinnukseen ja 3D-tulostukseen*. Opinnäytetyö. Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Haettu 16.2.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/129618/Oppari_project%2022.05.2017_Loppuversio_.pdf?sequence=1

Mynewsdesk (2018). 3D-tulostusmateriaaleista tietoa. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <http://www.mynewsdesk.com/fi/news/3d-tulostusmateriaaleista-tietoa-80005>

Nasa (2017). 3D Printing In Zero-G Technology Demonstration (3D Printing In Zero-G). Haettu 4.12.2017 osoitteesta https://www.nasa.gov/mision_pages/station/research/experiments/1115.html

Patentti- ja rekisterihallitus (2002). Hyödyllisyysmalli. Haettu 12.12.2017 osoitteesta https://patent.prh.fi/patrain/inside.asp?section=1&blockid=Block_10

Patentti- ja rekisterihallitus (2002). Mallioikeus. Haettu 12.12.2017 osoitteesta https://patent.prh.fi/patrain/inside.asp?section=1&blockid=Block_12

Patentti- ja rekisterihallitus (2002). Patentti. Haettu 12.12.2017 osoitteesta https://patent.prh.fi/patrain/inside.asp?section=1&blockid=Block_9

Patentti- ja rekisterihallitus (2002). Tavaramerkki. Haettu 12.12.2017 osoitteesta https://patent.prh.fi/patrain/inside.asp?section=1&blockid=Block_13

Patentti- ja rekisterihallitus (2002). Tekijänoikeudet. Haettu 12.12.2017 osoitteesta https://patent.prh.fi/patrain/inside.asp?section=1&blockid=Block_15&contid=RESOURCE_81

Reprap (2016). Fused filament fabrication. Haettu 2.1.2018 osoitteesta http://reprap.org/wiki/Fused_filament_fabrication

Teva, A. (2015). *Esiselvitys elintarvikkeiden 3d-tulostamisesta*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 4.1.2018 osoitteesta <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92835/Esiselvitys+elintarvikkeiden+3D-tulostamisesta.pdf;jsessionid=049D73DF907D883A50D85560D7A296A7?sequence=1>

T. Rowe Price Connection (2012). A brief history of 3d printing. Haettu 2.1.2018 osoitteesta https://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf

Tuotevastuulaki 694/1990. Haettu 25.1.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1990/19900694>

Universite de Geneve (2017). 3D food printing. Haettu 20.2.2018 osoitteesta https://edutechwiki.unige.ch/en/3D_food_printing

Ultimaker (2017). Tekniset tiedot ABS. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <https://ultimaker.com/download/67621/TDS%20ABS%20v3.011-fin.pdf>

Ultimaker (2017). Tekniset tiedot PLA. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <https://ultimaker.com/download/67585/TDS%20PLA%20v3.011-fin.pdf>

Ultimaker (2017). Tekniset tiedot Nylon. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <https://ultimaker.com/download/67543/TDS%20Nylon%20v3.011-fin.pdf>

Virolainen, V. (2015). *3D-tulostuksen viipalointiohjelmien vertailu*. Opin-
näytetyö. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Haaga-Helia ammattikor-
keakoulu. Haettu 16.2.2018 osoitteesta
[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102117/Virolai-
nen_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102117/Virolainen_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Wiggers, K. (2017). From pixels to plate, food has become 3D printing's
delicious new frontier. 19.4.2017. Haettu 20.2.2018 osoitteesta
[https://www.digitaltrends.com/cool-tech/3d-food-printers-how-they-
could-change-what-you-eat/](https://www.digitaltrends.com/cool-tech/3d-food-printers-how-they-could-change-what-you-eat/)

SELVITYS 3D-TULOSTUSPALVELUN TARPEESTA KANTA-HÄMEESSÄ - KYSELYN KYSYMYKSET

Arvoisa vastaaja!

Opiskelen Hämeen ammattikorkeakoulussa agrologiksi ja tämä kysely on osa opinnäytetyötäni, jossa selvitän 3D-tulostuksen mahdollisuuksia Kanta-Hämeen alueella.

3D-tulostus on valmistustekniikka, jolla voidaan tällä hetkellä valmistaa muun muassa erilaisia muoviesineitä ja -osia yksittäiskappaleina ja pieninä sarjoina. Se tarjoaa suhteellisen edullisen menetelmän tarvikkeiden tuottamiseen lähellä niiden käyttöpaikkaa. Se myös kehittyy eteenpäin nopeaa vauhtia ja markkinoille tulee koko ajan lisää vaihtoehtoja niin materiaalien, laitteiden kuin tulosteiden ominaisuuksienkin kannalta.

Kyselyyn vastaaminen kestää noin 5 minuuttia.

Vastausaika päättyy keskiviikkona 31.1.2018.

Kaikkien vastaajien kesken arvotaan 3D-tulostimella valmistettu käyttötuote.

- 1 Kuinka tuttua 3D-tulostus sinulle/yhdistyksellenne/yrityksellenne on?
 - ◇ Käytän 3D-tulostettuja tarvikkeita/tuotteita
 - ◇ Olen tutustunut 3D-tekniikkaan
 - ◇ Olen kuullut 3D-tekniikasta
 - ◇ En tiedä mitä 3D-tulostus on

- 2 Tarvitaanko toiminnassanne joitakin tiettyjä usein hankittavia pientarvikkeita (maks. 15cm*15cm), esimerkiksi kuppeja, tiivisteitä tai kaapimia? *
 - ◇ Kyllä
 - ◇ Ei
 - ◇ En osaa sanoa

Vastaa kysymyksiin 3-7, jos vastasit 2. kysymykseen 'Kyllä', muuten voit jatkaa kysymykseen 8.

- 3 Mitä usein hankittavia pientarvikkeita tarvitsette?

- 4 Kuinka paljon ostate ao. tarvikkeita vuodessa?
 - ◇ Useita satoja
 - ◇ Noin sata
 - ◇ Joitakin kymmeniä
 - ◇ Alle kymmenen

- 5 Kuinka usein hankitte näitä tarvikkeita?
 - ◇ Kerran viikossa
 - ◇ Kerran kuukaudessa
 - ◇ neljännesvuosittain
 - ◇ puolivuosittain

- ◇ Kerran vuodessa
 - ◇ Harvemmin
- 6 Mitkä ovat tärkeimmät perusteet näiden tarvikkeiden valinnassa?
- ◇ Hinta
 - ◇ Saatavuus
 - ◇ Toimitusnopeus
 - ◇ Merkki/tunnettuus
 - ◇ Lähituote/paikallisuus
- 7 Voisitko ajatella, että ostaisit paikallisesti tuotettuja, 3D-tulostettuja versioita näistä tarvikkeista?
- ◇ Kyllä
 - ◇ Ehkä
 - ◇ En
- 8 Tuleeko mieleesi yksi tai useampi yksittäinen tarvike, jota et ole löytänyt kaupoista tai ehtinyt itse valmistaa ja jonka mielestäsi voisi tuottaa 3D-tulostimella?
- 9 Miten haluaisit tutustua 3D-tulostuksen mahdollisuuksiin
- ◇ Keskustella mahdollisuuksista puhelimitse
 - ◇ Saada tietoa sähköpostilla
 - ◇ Tutustua laitteistoon yleisötapahtumassa
 - ◇ Muu:

TAUSTATIEDOT

- 10 Toimialanne
- ◇ Maa- ja/tai metsätalous
 - ◇ Rakentaminen
 - ◇ Majoitus
 - ◇ Ravitsemus
 - ◇ Yksityishenkilö
 - ◇ Muu
- 11 Minkä kunnan alueella toiminnan kotipaikka on
- ◇ Forssa
 - ◇ Hattula
 - ◇ Hausjärvi
 - ◇ Humppila
 - ◇ Hämeenlinna
 - ◇ Janakkala
 - ◇ Jokioinen
 - ◇ Loppi
 - ◇ Riihimäki
 - ◇ Tammela

- ◇ Ypäjä
- ◇ Muu

Liite1 3/3

12 Ikä

- ◇ 18-25
- ◇ 26-40
- ◇ 41-55
- ◇ Yli 55

13 Sukupuoli

- ◇ Nainen
- ◇ Mies

14 Vapaa sana

Terveisesi, kehitysideasi, ajatuksesi, huomiosi minulle opinnäytetyöntekijänä tai selvityksen tilanneelle yritykselle