

Teemu Nokela

3D-tulostus yksityisessä käytössä

3D-tulostus yksityisessä käytössä

Teemu Nokela
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma, Internet palvelut ja digitaalinen media

Tekijä(t): Teemu Nokela

Opinnäytetyön nimi: 3D-tulostus yksityisessä käytössä

Työn ohjaaja: Matti Viitala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2017

Sivumäärä: 36

Opinnäytetyön tarkoituksena oli avata 3D-tulostusta yksityisille käyttäjille. Raportissa tarkastellaan 3D-tulostusta yksityisten käyttäjien näkökulmasta. Raportin tavoitteena on tuottaa lukijalle pohjatietoa 3D-tulostuksesta. Tämän tiedon avulla yksityinen henkilö voi siirtyä 3D-tulostimen hankintaan ja käyttämiseen. 3D-tulostus on vuosien aikana kasvanut merkittäväksi teknologiaksi, ja tämän takia halusin tehdä opinnäytetyön, joka samalla kiinnostaa minua, että on hyödyllinen lukioille.

Raportin lähdemateriaalina on käytetty saatavilla olevaa ajankohtaista digitaalista materiaalia, koska 3D-tulostus on vielä uusi teknologia, eikä aiheesta löytynyt kirjallisia lähteitä. Suurin osa materiaalista on ilmestynyt viimeisen viiden vuoden aikana tähän hetkeen asti. Raportissa kuvataan 3D-tulostuksen historiallinen tausta, jonka jälkeen kerrotaan 3D-tulostuksen menetelmistä ja materiaaleista. Lopussa esitellään kotikäyttöön soveltuvia 3D-tulostimia ja tulevaisuuden pohdintaa yksityisen käyttäjän näkökulmasta.

Asiasanat: 3D-tulostus, Pikavalmistus, 3D-mallinnus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Information Systems, options: Internet Services and Digital Media

Author: Teemu Nokela

Title of thesis: 3D printing in households

Supervisor: Matti Viitala

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2017 Number of pages: 36

The subject of this thesis is 3D printing in households. Idea of this thesis is to provide basic knowledge about 3D printing to the private users and helps them to buy their own 3D printer and use it. 3D printing has grown bigger and bigger in the past six years, so I thought that it would be good to write basic guide to 3D printing world.

The literature sources of this thesis consist mainly from internet articles and from other digital materials. The report starts with explaining 3D printing history and proceeds to the processes and materials. In the end of this thesis I will introduce potentially good 3D printers to household environment and discuss the future of 3D printing in households.

Keywords: 3D-printing, 3D-modeling, Additive Manufacturing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KEHITYS NYKYTILANTEESEEN	7
3	YLEISTÄ PIKAVALMISTUKSESTA.....	11
3.1	Toimintaperiaate	11
3.2	Valmistusmenetelmät.....	13
3.3	Erlaiset materiaalit 3D-tulostimille	18
3.4	3D-mallinnusohjelmat.....	20
3.5	Muita 3D-tulostukseen liittyviä seikkoja	21
4	3D-TULOSTIN YKSITYISEEN KÄYTTÖÖN	23
4.1	Mitä tavallisimmin tulostetaan.....	23
4.2	Tavallisimmat tulostusmateriaalit.....	24
4.3	Vinkkejä 3D-tulostukseen	26
5	3D-TULOSTIMIEN ESITTELYÄ YKSITYISILLE KÄYTTÄJILLE	27
6	LOPPUYHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET.....	34

1 JOHDANTO

Materiaalia lisäävä teknologia (Engl. Additive Manufacturing, AM) on valmistustekniikka, joka rakentaa valmistettavan kappaleen liittämällä materiaalia yhteen kerros kerrokselta. Verrattuna perinteisiin materiaalia poistaviin menetelmiin, tässä valmistusmenetelmässä kappale muodostuu materiaalia lisäämällä. Kolmiulotteiset kappaleet valmistetaan digitaalisen mallin pohjalta.

Materiaalia lisäävästä valmistusmenetelmästä käytetään yleisesti myös nimitystä pikavalmistus ja puhekielessä 3D-tulostus. 3D-tulostuksessa on useita valmistusmenetelmiä. Kaupallisessa käytössä yleisimpiä ovat esimerkiksi stereolitografia, lasersintraus ja erilaiset pursotusmenetelmät. Näiden yhteinen tekijä on kuitenkin materiaalia lisäävä menetelmä. (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016.)

3D-tulostus on lähivuosina noussut kovasti pinnalle, ja onkin helppo hankkia kotitalouteen oman 3D-tulostimen. Tulostimeen voi itse mallintaa tulostettavan asian ja tulostaa sen tai vaihtoehtoisesti skannata objektin 3D-skannerilla. Kaikkea tosin ei tarvitse itse mallintaa, koska verkossa on valmiina monia erilaisia digitaalisia malleja, joita saa ilmaiseksi lataamalla. 3D-tulostimella voidaan mm. muovisia kulutusosia tulostaa, joita ei tarvitse välttämättä verkosta ostaa, jonka postin kautta saapumisella saattaa kestää viikkoja.

Ainetta lisäävä valmistus poistaa suuren osan geometrisista rajoituksista, joita perinteiset valmistusmenetelmät asettavat tuotteen suunnittelussa. Tämä mahdollistaa monimutkaisten ja käyttötarkoitukseen optimoitujen muotojen käytön. (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016.)

3d-tulostimien hinnat ovat pudonneet vuosi vuodelta ja nykyään saa tulostustarkkuudeltaan siedettävän tulostimen kotitalouksille sopivasti edulliseen hintaan. Esimerkiksi RepRap-projektin tavoitteena on luoda 3D-tulostin, joka kykenee tulostamaan suurimman osan oman 3D-tulostimen osia, joista voi kasata uuden tulostimen. Projektin tuottama sisältö julkaistaan avoimen lähdekoodin lisenssin alaisuudessa. Täten se tulee huomattavasti halvemmaksi kotitalouksille.

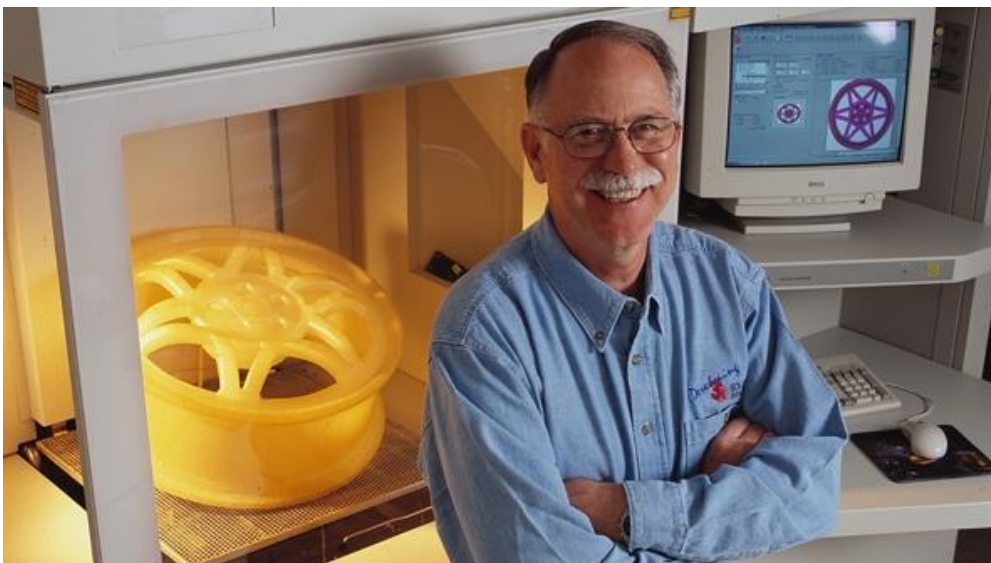
Opinnäytetyö raportissa on tarkoitus tarkastella, miten 3D-tulostimet soveltuvat yksityiseen käyttöön ja mitä voidaan ottaa huomioon ennen 3D-tulostimen hankintaa.

2 KEHITYS NYKYTILANTEESEEN

3D-tulostuksen historia alkaa vuoden 70-luvun lopusta, jolloin tavallinen mustesuihkutulostin keksittiin. Sen jälkeen alettiin muokata tulostimen konseptia niin, että saatiin tulostettua kolmiulotteinen kappale käyttäen eri materiaaleja. Vuosikymmeniä tämän jälkeen, erilaisia 3D-tulostuksen teknologioita on kehitetty erilaisiin teollisuudenaloihin. (T. Rowe Price Connection 2012, viitattu 7.6.2016.)

Materiaalia lisääviä tulostimia tuli käyttöön ensimmäisen kerran 1980-luvulla. 3D-tulostimet olivat siihen aikaan monelta kantilta rajoittuneita mm. kookkaita. Vuonna 1981 Hideo Kodama kehitti materiaalia lisäävää menetelmän, jossa eräänlaisesta UV-valoherkästä muovista (engl. photopolymer) saatiin laserilla kovettamalla kolmeulotteinen kappale. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)

Vuonna 1984, Chuck Hull jätti patenttihakemuksen stereolitografiaan (Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography). Hullin liikeyritys 3D Systems kehitti ensimmäisen prototyyppin, joka pohjautu prosessiin nimeltä stereolitografia. Stereolitografiassa saatiin kolmiulotteisesta digitaalisesta datasta tehtyä 3D-objekti. Yhtä lailla kuin Hideo Kodaman menetelmässä, stereolitografisessa prosessissa kaadettiin nestemäistä polymeeriä vatiin, joka sitten kovetettiin UV-laservalolla kerroksittain. Hullin omistaman yhtiön 3D Systemsin luomaa STL (STereoLithography) tiedosto formaattia käytetään vielä tänäkin päivänä.

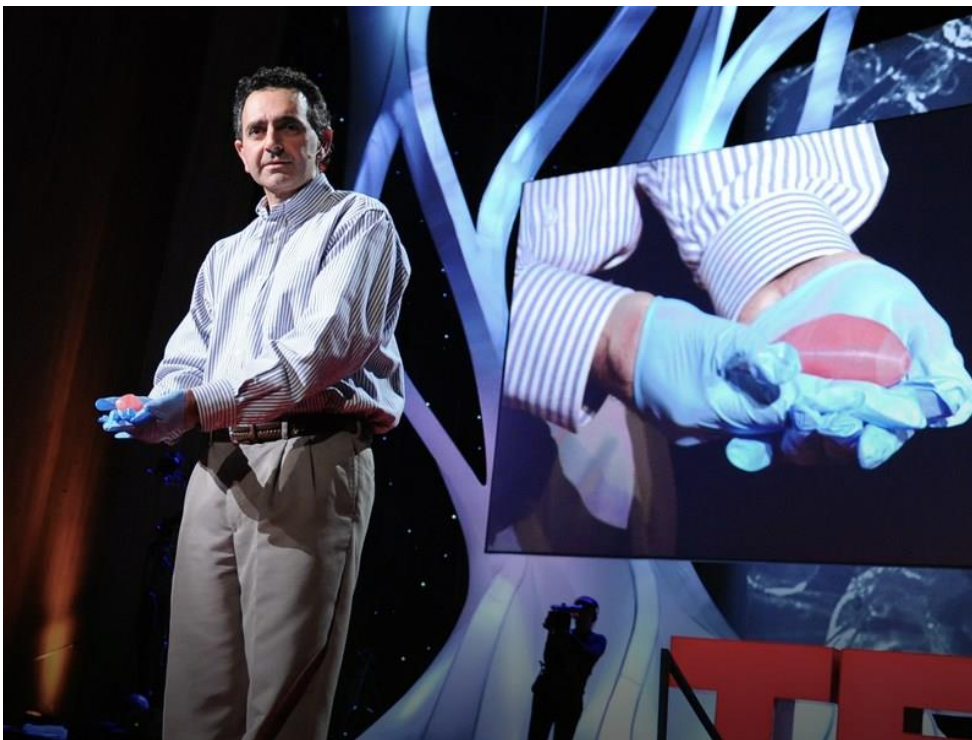


KUVIO 1. Chuck Hull patentoi 1984 stereolitografian. (Hessman 2013, viitattu 30.9.2016)

Teknologia, jota useimmat yleisimmät tämän hetken 3D-tulostimet käyttävät, erityisesti harrastelija- ja kuluttajamallit, ovat kerroksittain tapahtuvaa muovin ekstruusiota.

Vuonna 1992, 3D Systems rakensi maailman ensimmäisen stereolitograafisen apparaatti (SLA) koneen, jolla oli mahdollista valmistaa monimutkaisia osia kerros kerrokselta muutamassa minuutissa. Samana vuonna DTM tuotti maailman ensimmäisen valikoivan laser sintraus (SLS) koneen, jolla voitiin ampua laseria nestemäisen polymeerin sijasta pulveriin. Teknologia oli nyt lähtöviivalla ja se ei ollut täydellinen. Materiaali venyi, kun sitä kovetti ja koneet olivat huomattavasti kalliita joillekin sijoittajille, mutta niiden potentiaali oli kiistämätön. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)

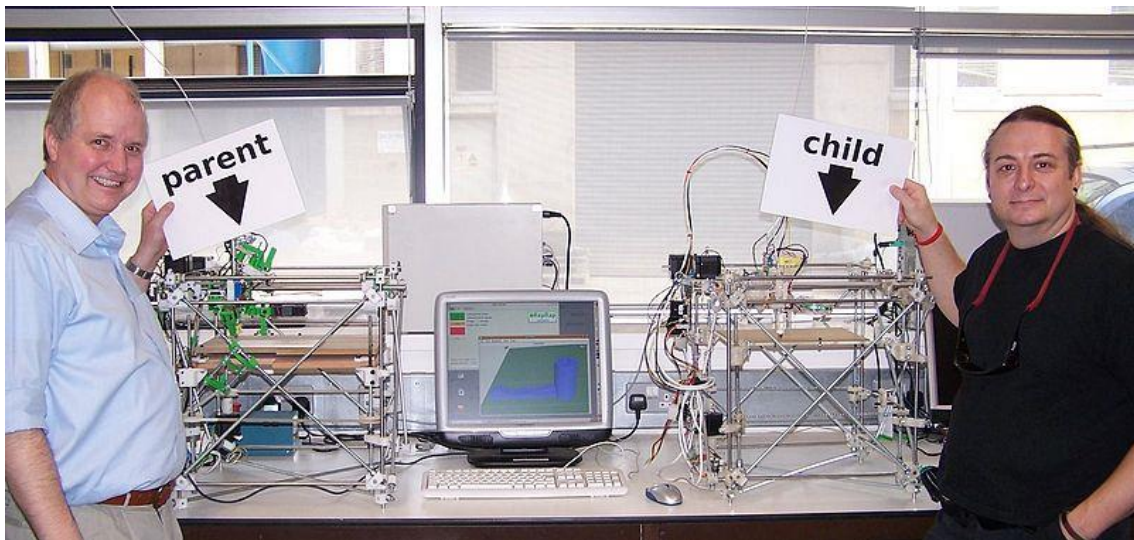
Vuosien 1999 ja 2010 välillä lääketieteessä oltiin huomioitu 3D-tulostuksen mahdollisuudet ja ensimmäistä kertaa tulostettiin toimiva munuainen. Tätä aikakautta kutsutaan ”3D-tulostuksen murrosiäksi”. Lääketieteen tiedemiehet tulostivat synteettisen rungon ihmisen munuaisesta, jonka päällystivät sen potilaan soluilla. Tämän jälkeen uudelleen luotu kudus oli istutettu potilaisiin, ja koska solut olivat potilaiden omia, niin riskiä hylkimisestä on todella vähän. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)



KUVIO 3. Kirurgi Anthony Atala esittelee 3D-tulostettua munuaista. (ted.com 2011, viitattu 30.9.2016)

2000-luku oli iso harppaus 3D-tulostukselle. Vain kymmenen vuotta mennyt 3D tulostuksen aloituksesta ja tiedemiehet eri instituutioista alkoivat rakentaa startup-yrityksiä, joiden johdosta kehitettiin toimiva miniatyyrimunuainen, proteesijalka monimutkaisten komponenttien kanssa ja biotulostettu ensimmäinen verisuoni käyttäen ainoastaan ihmisten soluja. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)

Vuosien 2000 - 2010 aikana 3D-tulostuksen yhteydessä alettiin käyttää avointa lähdekoodia. Vuonna 2005, Adrian Bowyer aloitti hänen RepRap projektinsa, jossa avointa lähdekoodia käyttäen voi rakentaa oman 3D-tulostimen, jonka pystyi tulostamaan 3D-tulostimella. Ainakin suurin osa osista voi tulostaa. Vuonna 2008, Darwin-niminen prototyyppi tulostin onnistui tulostamaan itsensä. Tämän jälkeen ihmisillä kaikkialla maailmassa on mahdollista tulostaa monenlaisia kapaleita. Kuviossa 4. Adrian Bowyer (vasemmalla) ja Vik Olliver (Oikealla) esittelevät vasta tehtyä "lasta", joka 3D-tulostettiin vasemman puoleisella "vanhemmalla". (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)



KUVIO 4. RepRap-projektin "vanhempi" ja "lapsi" (blog.reprap.org 2008, viitattu 30.9.2016)

Ensimmäinen Selective Laser Sintering- tekniikalla varustettu 3D-tulostin tuli kaupallisesti saataville vuonna 2006, mikä aukaisi ovet teollisille osille. Erilaisia materiaaleja voitiin koittaa yhteen palaseen, joiden ominaisuuksia voitiin hyödyntää. (Goldberg, D 2014, viitattu 30.9.2016.)

Shapeways-palvelu toi 3D-tulostamisen toripaikan, jossa suunnittelijat saivat helpommin palautetta kuluttajilta ja toisilta suunnittelijoilta omaan tuotteeseen. 3D-tulostimien kuluttajamalleihin keskittynyt valmistajayhtiö MakerBot myi suunnittelijoille tee-se-itse paketteja, joilla pystyi rakentamaan

oman 3D-tulostimen. Tässä vaiheessa suunnittelijoiden ja keksijöiden oli helpompi päästä mukaan. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)

Vuodesta 2011 lähtien 3D-tulostimien hinta on pudonnut ja tarkkuus parantuu entisestään. Kehittäjät työstävät jatkuvasti 3D-tulostimia eteenpäin. Kehittäjien ei tarvitse enää tulostaa pelkästään muovista esineitä, vaan voidaan tulostaa vaikkapa kultasen tai hopeisen kihlasormuksen. Insinöörit Southamptonin yliopistosta ovat tulostaneet maailman ensimmäisen miehittämättömän lentokoneen, ja KOR Ecologic kehitti prototyypin Urbee autolle, jossa on 3D-tulostettu kori, ja sen kulutusmäärä on 1,80 litraa 100 kilometriltä. Tulevaisuudessa meidän lapsemme tulevat tekemään taideprojekteja 3D-tulostimella heidän luokissaan, ja hammaslääkärimme voivat paikan päältä tulostaa tekohampaat asiakkaille. (Goldberg 2014, viitattu 30.9.2016.)

Tällä hetkellä 3D-tulostuksen suosio on kasvamassa enemmän ja enemmän. Sitä on hyödynnetty monilla eri toimialoilla. Esimerkiksi Kiinassa 3D-tulostamista on hyödynnetty rakennusteollisuudessa. The Zuhouda Group valmisti ensimmäisen täysin 3D-tulostetun talon vuonna 2015.



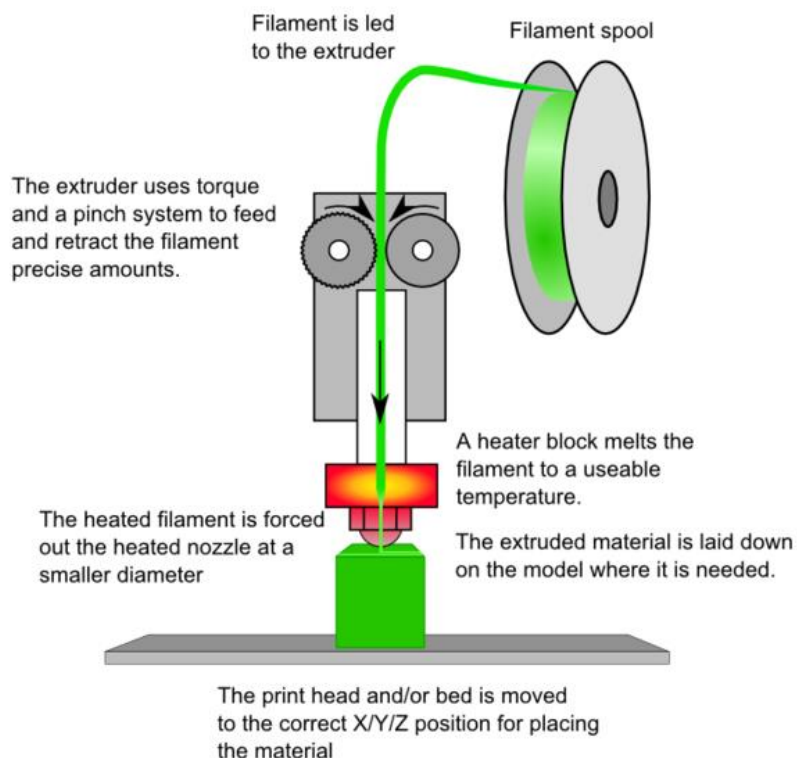
KUVIO 5. 3D-tulostettu kaksikerroksinen talo. (inhabitat.com 2016, viitattu 30.9.2016)

3 YLEISTÄ PIKAVALMISTUKSESTA

3.1 Toimintaperiaate

3D-tulostuksen vaiheet ovat suunnittelu, mallinnus, tulostus ja viimeistelyvaihe. Ennen tulostamista tarvitaan 3D-mallinnus, jonka voi tehdä itse tietokoneohjelmalla tai vaihtoehtoisesti ladata valmis tiedosto internetistä tai skannata objekti tietokoneelle 3D-skannerilla. Suunnitteluun on saatavilla monenlaisia ohjelmia, ja niillä saadaan tarkka malli tulostettavasta esineestä.

Suosittuja ovat nykyään avoimen lähdekoodin ohjelmat, jonka edullisuus vauhdittaa 3D-tulostuksen yksityiskäyttöä. Kyseinen teknologia on ollut yrityksissä käytössä jo vuosikymmeniä, mutta nyt myös kotitalouksiin soveltuvat laitteet tulevat saataville. Kotikäyttöisiä laitteita voi rakentaa itse ja halvimmat mallit saa jo alle 500 eurolla.



KUVIO 6. FFF-toimintaperiaate. (RepRap 2012. Viitattu 14.6.2016)

AIPworksin mukaan 3D-tulostuksen vaiheet ovat:

Vaihe 1. 3D-malli

Tulostaminen lähtee liikkeelle 3D-mallista. Tulostettavan mallin voit hankkia kolmella tavalla:

1. Mallinna itse 3D-mallinnusohjelmalla.
2. Käytä valmista mallia, esim. web-kirjastot.
3. 3D-skannaus.

Mallin pitää joko solidi tai pintamalli. Jos käytetään pintamallia, tulee sillä olla suljettu tilavuus, ts. pinnat eivät saa vuotaa.

Vaihe 2. STL-konversio

3D-tulostimet lukevat sisään yleensä STL-malleja, joten 3D-malli täytyy tallentaa STL-muotoon. STL on geometriaformaatti, joka jakaa kappaleen pinnat kolmionmuotoisiin pintalappuihin.

Tarkka STL-konversio tuottaa enemmän kolmioita kuin epätarkka. STL-tarkkuuden voi nähdä tulostetusta kappaleesta paljain silmin. Tarkan STL-mallin tiedostokoko on suurempi.

Vaihe 3. STL-mallin viipalointi

Tulostusohjelma viipaloi STL-mallin kaksiulotteisiksi kerroksiksi. Tulostimesta ja sen asetuksista riippuen kerrospaksuus vaihtelee välillä 0,02 - 0,3 mm. Ohut kerrospaksuus parantaa resoluutiota, mutta pienentää tulostusnopeutta.

Vaihe 4. 3D-tulostus

3D-tulostin aloittaa tulostuksen alimmasta kerroksesta. Seuraava kerros tulostetaan edellisen päälle. Tämä jatkuu, kunnes viimeinen kerros on tulostettu. (Aipworks 2016, viitattu 7.6.2016.)

Aipworksin kuvaaman mallin lisäksi, kun kappale on valmis, niin poistetaan kaikki tukirakenteet. Jos kappale on tehty valoherkästä materiaalista, se pitää pintakäsitellä, että kappale saa täyden vahvuuden. Yleisesti kappaletta on hyvä hieman hioa, puhdistaa ja ehkä jopa maalata, jotta kappale näyttää hyvältä ja on kestävämpi. (Custom-PartNet 2009, viitattu 2.10.2016.)

3.2 Valmistusmenetelmät

Kaikki 3D-tulostimet eivät käytä samaa teknologiaa. Saatavilla on monia eri tapoja tulostaa. Kaikki tavat ovat materiaalia lisääviä menetelmiä, jotka eroavat vain siinä, miten ne muodostavat kerroksia saadakseen valmiin kappaleen. Jotkut menetelmät käyttävät kerroksen luomiseen sulatusta tai materiaalin pehennystä. Selective laser Sintering (SLS) ja fused deposition modeling (FDM) ovat suosituimpia tämän tyyliä menetelmiä 3D-tulostuksessa. Kun puhutaan kovettamalla photo-reactive resiiniä UV laserilla tai saman tapaisella voimanlähteellä yksi kerros kerrallaan, puhutaan stereolitografiasta (SLA). (3DPrinting.com 2016, viitattu 30.9.2016.)

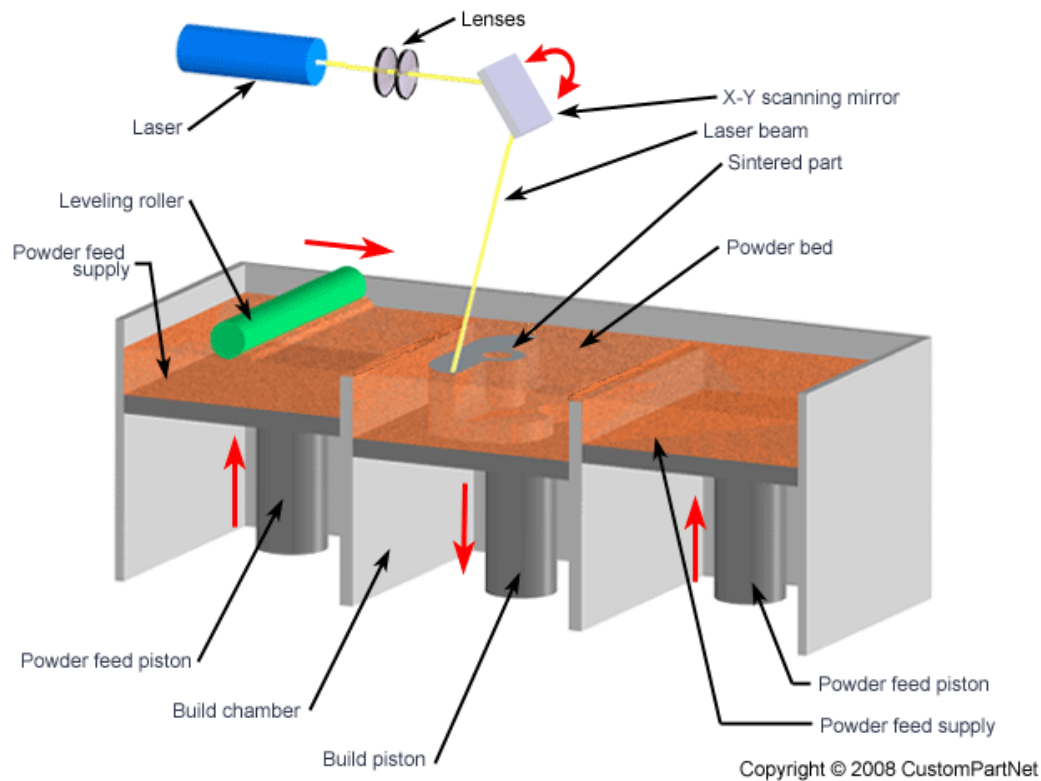
Materiaali lisäävien valmistusmenetelmien prosessit voidaan luokitella seitsemään eri kategoriaan, jotka ovat: jauhepetimenetelmä (engl. Powder Bed Fusion), suorakerrostus (engl. Directed Energy Deposition), materiaaliruiskutus (engl. Material Jetting), sideaineruiskutus (engl. Binder Jetting), materiaalin pursotus (engl. Material Extrusion), nesteen polymerisointi (engl. Vat Polymerisation), Laminointi (engl. Sheet Lamination).

Fused Deposition Modeling

FDM on yleisin valmistusmenetelmä 3D-tulostuksessa. Kuumaa materiaalia, yleensä termoplastisia polymeerejä, pursotetaan suuttimen läpi. FDM kuuluu täten materiaalinpursotuskategoriaan. Vastaavanlainen termi FDM:lle on FFF (Fused filament fabrication. Kts, KUVIO 6.). (Stratasys 2016, viitattu 2.10.2016.)

Selective Laser Sintering

SLS valmistusmenetelmä käyttää laseria voimalähteenä sintrauksessa, jossa materiaali jauhe (muovi- tai metallijauhe) kovettuu kovaksi kappaleeksi, joka on määritelty 3D-mallissa. SLS-laitteet on tarkoitettu teolliseen käyttöön eli ei varsinaisesti kotikäyttöön. SLS kuuluu jauhepetimenetelmään. (CustomPartNet 2009. Viitattu 2.10.2016.)



KUVIO 7. Selective Laser Sintering (CustomPartNet 2009. Viitattu 2.10.2016)

Direct Metal Laser Sintering

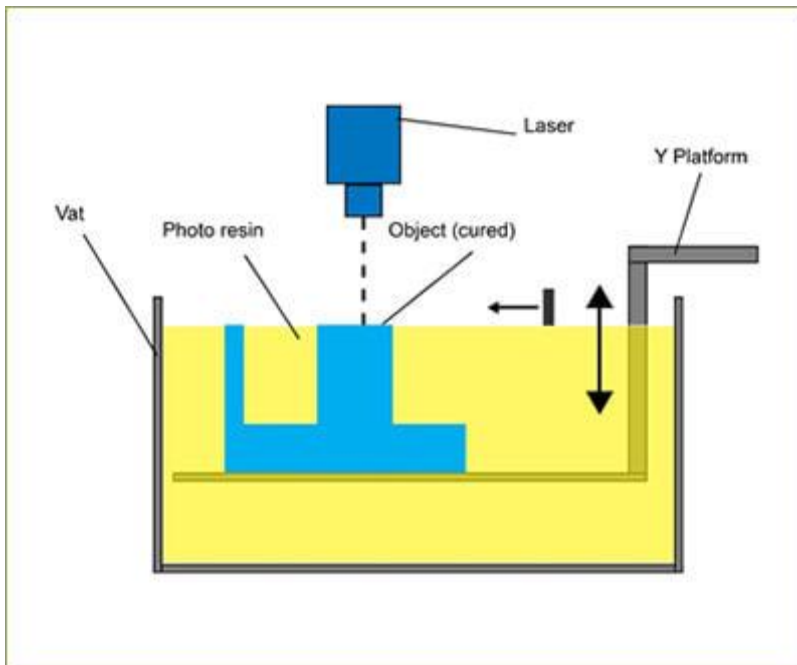
DMLS on menetelmä, joka käyttää tehokasta Yb (Ytterbium) kuitulaaseria kovettaakseen sulattamalla tai hitsaamalla metalli jauhepedin 3D-mallin mukaisesti. DMLS on korkearesoluutioisempi SLS menetelmään verrattuna, koska se käyttää ohuempia kerroksia hienojakoisemman jauheen takia. DMLS kuuluu jauhepetimenetelmäkategoriaan. (CustomPartNet 2009. Viitattu 2.10.2016.)

Electron Beam Melting

EBM-menetelmä tuottaa osia nopeasti sulattamalla metallijauhetta kerros kerrokselta elektronisäteellä tyhjiössä. Kyseisellä menetelmällä saadaan täysin tiiviitä, aukottomia ja todella vahvoja kappaleita. Koska prosessi tapahtuu tyhjiössä, menetelmän avulla pystytään helpoiten tulostamaan reaktiivisia materiaaleja, kuten esim. titaani. EBM kuuluu jauhepetimenetelmä kategoriaan. (Altair 2016. viitattu 2.10.2016.)

Stereolitografia

Ensimmäinen SLA-tekniikkaa käyttävä teollinen tulostin tuli markkinoille 1988. SLA-tekniikassa epoksipohjainen fotopolymeeri kovetetaan UV-laservalolla kerroksittain. Valmis kappale on kokonaan kovettamattoman nesteen sisällä, jolloin jälkikäsittelyyn kuuluu kappaleen pesu ja jälkikovuus UV-kaapissa. Tukimateriaali rakentuu samasta nesteestä eli tukimateriaali poistetaan mekaanisesti. Tarvittaessa kappaleet ovat pintakäsiteltävissä. SLA-tekniikalla valmistetaan usein toiminnallisia protoja, master-malleja muottien tekoon ja jossain määrin piensarjoja. SLA-tekniikalle tänä päivänä on tyypillistä nopeus ja erinomainen XY-resoluutio. SLA kuuluu nesteen polymerisointi-kategoriaan. (RP-CASE 2014, viitattu 2.10.2016)



KUVIO 8. Nesteen polymerisointi menetelmä. (lboro.ac.uk 2016, viitattu 1.10.2016)

Laminated Object Manufacturing

LOM käyttää lasereita, mutta materiaali ja prosessi eroavat valtavasti SLA- tai SLS -menetelmistä. Sen perusidea on laminoida materiaalia, jossa rakennetaan mallia kalvo kerrallaan liimaamalla sidosainetta jokaisen kalvon väliin. Kalvoa siirretään rullien avulla alustan päälle, jossa on syöttörulla toisessa päässä ja toisessa joka kerää ylimääräisen kalvon talteen. Kalvot lämmitetään lämmitysraudalla, jotta kalvo tarttuu edelliseen kalvoon. Malli muodostuu, kun laser leikkaa kalvosta palasia, ja ylimääräiset voidaan poistaa myöhemmin.

Prosessin jälkeen malli on kuution sisällä, ja sinun pitää poistaa kaikki ylimääräiset palaset, jotta saadaan malli näkyville. Lopullinen materiaali on kuvattu ”puun tapaiseksi”. Sitä voi myöhemmin työstää kuten puuta. Kappaleen täytyy olla tiivis, ettei kosteus pääse vahingoittamaan sitä.

(Stetz, K. 2009, viitattu 2.10.2016)

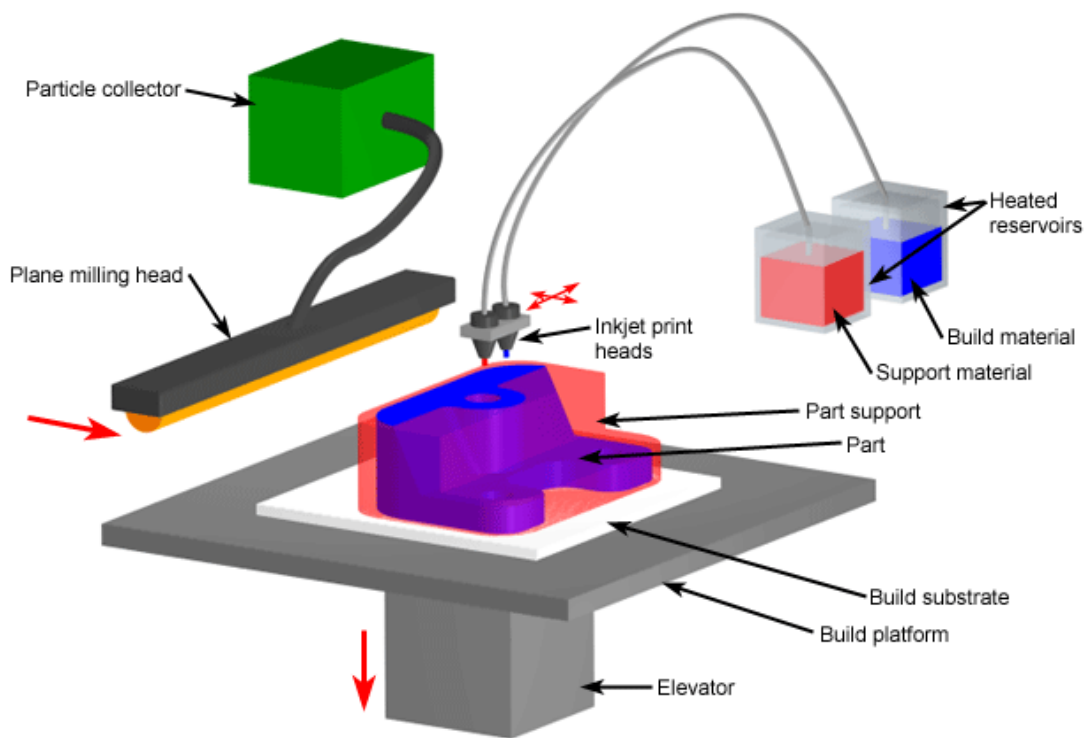
Jetted Photopolymer

Lyhennetään JP. Stratasys on patentoitu sen nimellä PolyJet. PolyJet 3D-tulostus toimii samantavalla kuin mustesuihku-tulostinpää tulostimet mutta suihkuttamisen sijaan tulostin tiputtaa pisaran tulostuspinnan päälle, jonka jälkeen tulostin luo valoherkän nestemäisen kalvon ja kovettaa sen UV-valon avulla määrätyistä paikoista. PolyJet pystyy tulostamaan todella ohuita nestemäisiä kalvo kerroksia, joten tästä syystä PolyJet on todella hyvä vaihtoehto realistisille, korkea resoluutiolisille malleille ja prototyypeille. (Stratasys 2016, viitattu 2.10.2016)

Multi Jet Modeling

MJM on yksi huippumenetelmistä tällä hetkellä 3D-tulostusmarkkinoilla. Menetelmä on ainutlaatuinen, koska se käyttää yhtä isoa tulostinpäätä, joka kattaa leveydeltään koko tulostin alustan. (3D-Labs 2015, 2.10.2016)

Materiaali on akryylipohjaista fotopolymeeriä, joka tulostetaan tulostuspohjalle kerroskerrokselta ja kovetetaan UV-valolla. MJM tekniikalla on helpompi tehdä tarkempia ja yksityiskohtaisempia kappaleita, koska materiaali on alun perin lämmitettyä. Tukirakennemateriaali muistuttaa steariinia, joka on helppo poistaa uunissa n. 65 asteen lämpötilassa. Tulostusaika riippuu kappaleen korkeudesta koska tulostuskerrosten paksuudet ovat millin sadasosia. Pyyhkäisytyylin ansioista tosin voidaan monta eri kappaletta tulostaa yhtä aikaa ja niillä on sama tulostusaika. (RP-Case 2014: viitattu 2.10.2016)



Copyright © 2008 CustomPartNet

KUVIO 9. Multi Jet Modeling-menetelmän toimintaperiaate (CustomPartNet 2009. Viitattu 2.10.2016)

Three Dimensional Printing

3DP on menetelmä, joka on hyvin saman tapainen kuin SLS-menetelmä, mutta käyttää mustesuihku-tulostinpäätä laserin sijasta. Mustesuihku ruiskuttaa nestemäistä ainetta jauheeseen, joka kovettaa sen. Näin saadaan nopeasti tehtyä prototyyppikappaleita. Nimi on hieman hämäävä tässä menetelmässä mutta niin kuin kaikissa menetelmien nimissä on takana instituutio, joka on kehittänyt sen ja lisensoinut nimen. (CustomPartNet 2009. Viitattu 2.10.2016)

Contourcrafting

Tällä valmistuksella tarkoitetaan rakennusteollisuuden isoja materiaalia lisääviä koneita (kts. KUVIO 5.). Valmistusmenetelmä on hyvin lähellä FDM-menetelmää, mutta materiaalina käytetään yleensä betonin kaltaista materiaalia, joka sopii rakennusteollisuuteen.

3.3 Erilaiset materiaalit 3D-tulostimille

Saatavilla olevat materiaalit ovat kehittyneet paljon ajan myötä teknologian alusta. Nykyään on saatavilla iso kattaus erilaisia materiaalityyppejä, jotka toimitetaan eri muodoissa (jauhoa, kuitua, pellettä, jyviä, hartsia... jne.). Tietyntyyppiset materiaalit tuotetaan erilaisille alustoille toimimaan niille suunnattuja tehtäviä. Hyvä esimerkki voisi olla hammaslääketieteellinen sektori. (Think3D 2015, viitattu 18.12.2017)

Tällä hetkellä olevat 3D-tulostuslaitteet voidaan kategorisoida kahteen ryhmään: laitteet, jotka tuottavat pehmeitä, yksityiskohtaisia osia ja laitteet, jotka tuottavat hyvin kestäviä osia. Esimerkiksi laitteet, jotka käyttävät pehmeää materiaalia luomalla tarkan pehmeän pinnan, nämä laitteet eivät tuota osia joissa on hyvä kestävyys. Kontrastina laitteet, jotka tuottavat kestäviä osia eivät tuota tarkkoja pehmeitä pintoja. (HP Multi Jet Fusion Technology 2015, viitattu 17.12.2017)

Saatavilla on kuitenkin paljon erilaisia yksinoikeudellisia materiaaleja erilaisille 3D-tulostinten tuottajien toimesta, että ei olisi edes järkevää listata niitä tähän kaikkea. Siitä tässä kappaleessa kuvataan kaikkein suosituimmat materiaalit ja kerrotaan niistä mahdollisimman yleisesti.

Muovi

Polymeerejä käytetään yleisesti sintrausprosessissa tai kuitumuodossa FDM prosessin kanssa. Se on vahva, joustava ja kestävä materiaali, joka on toistettu luotettavaksi 3D-tulostukseen. Luonnollisesti se on valkoinen väritään, mutta kappaleen voi värjätä ennen tai jälkeen tulostuksen. Tätä materiaalia voidaan myös yhdistää muiden materiaalien kanssa, esimerkiksi jauhe alumiinin, josta saadaan näiden kahden materiaalin sekoitusta, jota kutsutaan alumide-materiaaliksi (polyamidin ja alumiinin sekoitus). (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

ABS on toinen yleinen muovi, jota käytetään 3D-tulostuksessa. FDM 3D-tulostimet käyttävät tätä materiaalia kuitu muodossa. Se on hyvin vahva muovi ja on saatavilla monissa eri väreissä. ABS pystyy ostamaan monilta eri yksityisistä lähteistä, jonka takia kyseinen materiaali on suosittu. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

PLA on biologisesti hajoavaa muovi materiaalia, joka on saanut huomiota varsinkin tämän takia. Sitä voidaan käyttää hyväksi hartsin muodossa DLP/SL prosesseissa kuin myös kuitu muodossa FDM prosessille. Sitä saa laajassa väri valikoimassa muun muassa läpinäkyvänäkin, joka saattaa olla käytännöllinen joissain 3D-tulostuksen muodoissa. PLA ei kuitenkaan ole yhtä kestävä ja venyvä kuin ABS. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

LayWood-materiaali on varta vasten suunniteltu 3D-tulostimille, jotka pursottavat materiaalin pinnalle. Sitä on saatavilla kuitu muodossa ja on sekoitus puuta ja muoviva (käytetään nimikkeenä myös WPC). (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Metallit

Metallisekoituksia yleensä käytetään teollisuusluokan 3D-tulostimissa. Yleisimmät metallit ovat alumiini ja koboltti johdannaisia. Yleisimmin käytetyistä metalleista 3D-tulostuksessa on ruostumaton teräs jauhemaisessa muodossa, joka sopii sintteröintiin, sulatus- ja EBM-prosessiin. Sitä voidaan päällystää muilla materiaaleilla, että saadaan kulta tai pronssi efekti.

(3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Viime vuosina on alettu lisäämään kulta ja hopeaa eri metallimateriaaleihin, jotka voidaan käyttää hyväksi varsinkin korujen tekemisessä. Nämä molemmat ovat todella vahvoja materiaaleja ja voidaan prosessoida jauhe muodossa. Titaani on yksi vahvimista metalleista ja sitä on käytetty 3D-tulostuksessa jonkin aikaa. Käytetään jauhemaisessa muodossa ja voidaan käyttää sintteröinti, sulatus ja EBM prosesseissa. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Keramiikat

Keramiikat ovat suhteellisen uusi joukko materiaaleja joita voi käyttää 3D-tulostuksessa eri tasojen onnistumisessa. Erityinen asia mitä ottaa huomioon näiden materiaalien kanssa on se, että jälki tulostuksessa keraamiset osat joutuvat käymään samat prosessit kuin mikä tahansa keraamisen osan käyttäen perinteisiä tapoja tuotannossa, eli poltto ja lasitus.

(3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Paperi

Tavallinen A4 kopiointi paperi on 3D-tulostusmateriaalia, jota yksinoikeudella Mcor Technologies yritys jakelee SDL-prosessiin. Paperilla tehdyt 3D-mallit ovat turvallisia, ympäristöystävällisiä, helposti kierrätettävissä ja eivät tarvitse jälkikäsittelyä.

(3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Biomateriaalit

Valtava määrä tutkimuksia ohjataan 3D-tulostimien biomateriaalien potentiaalille, esimerkiksi lääketieteellisiin tarkoituksiin. Lukuisat instituutiot tutkivat mahdollisuuksia tulostaa elävää kudosta, mm. ihmisen sisäelimiä tai ulkoisia kehonosia. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Ruoka

NASA:n taholta on tehty valtavasti kokeiluja 3D-tulostettujen ruokien kanssa viime vuosina. Yleisesti muualla suklaa on yksi suosituin (ja halutuin). On myös olemassa tulostimia, jotka työstävät sokerin kanssa ja jotkin kokeet pastan ja lihan kanssa. Tulevaisuudessa ehkä nähdään, että kokonaislounaita voidaan 3D-tulostaa. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

Muut materiaalit

Starsasys tarjoaa digitaalisia materiaaleja ObjetConnex 3D -tulostusalustalle. Tämä tarkoittaa sitä, että standardi Objet 3D -tulostusmateriaalit voidaan yhdistää tulostuksen aikana, voidaan rakentaa erilaisia materiaaleja erilaisille vaatimuksille. Yli 140 erilaista materiaalia voidaan yhdistää päämateriaaliksi eri tavoilla. (3D Printing Industry 2015, viitattu 30.9.2016)

3.4 3D-mallinnusohjelmat

3D-tulostukseen voidaan käyttää 3D-mallinnusohjelmaa, jolla voi itse tehdä printattavan kappaleen ja muokata sitä haluamalla tavalla.

Blender

Blender on suosittu ja täysin ilmainen avoimen lähdekoodin 3D-mallinnusohjelma. Sitä voidaan käyttää mallintamiseen, animaatioon, simulointiin, renderointiin ja jopa videoeditoimiseen ja pelien tekemiseen. Vaikeakäyttöisestä maineestaan huolimatta Blenderiä on loogistettu ja helpotettu ajan myötä.

3DS Max

3DS Max on ammattilaiskäyttöön suunnattu, maksullinen 3D-mallinnusohjelma. Ohjelmaa käytetään eniten peliteollisuudessa, mutta on muitakin käyttökohteita esimerkiksi elokuvat ja arkkitehtuuriset esitykset. Opiskelijoille kyseinen ohjelma on ilmainen, tosin sitä ei saa käyttää kaupalliseen tarkoitukseen.

3.5 Muita 3D-tulostukseen liittyviä seikkoja

Kappaleiden koot ja muodot

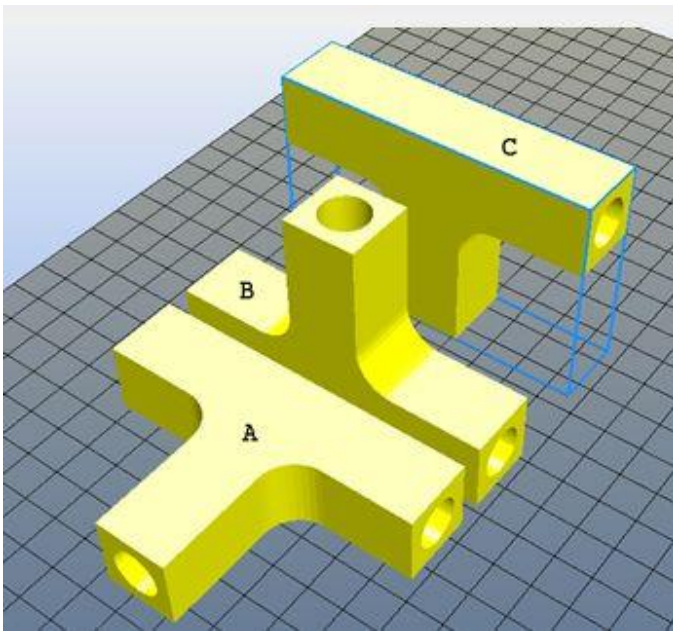
3D-tulostuksessa kappaleen muotoa rajoittavia tekijöitä on useita, ensimmäisenä kappaleen koko. Koko vaikuttaa myös mekanismien tekemiseen. Esimerkiksi Shapeways -nettikaupassa pienimmät valmistettavat tuotteet ovat tilavuudeltaan 3,00 x 3,00 x 3,00 mm ja suurimmat ovat 762 x 393 x 393 mm. Kappaleita on myös valmistettu suuremmilla ja pienemmillä tilavuuksilla. Joissakin 3D-tulostimissa on päästy 5 mikrometrin seinämän paksuuteen. Ainetta lisäävässä valmistuksessa kappaleen koko vaikuttaa voimakkaasti tulostusaikaan ja sitä kautta myös kappaleen kustannuksiin. (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016.)

Resoluutio

Resoluutio eli erotuskyky määrää 3D-tulostimessa pienimmät mahdolliset muodot ja yksityiskohdat. (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016). Vaakasuunnassa resoluutio (tai XY resoluutio) on pienin liike mitä tulostimen suutin voi tehdä kerroksen sisällä X ja Y akselin välillä. Mitä pienempi arvo, sitä yksityiskohtaisempaa tulostin tuottaa. Pystysuora resoluutio (tai kerroksen paksuus tai kerroksen korkeus) on minimaalisin paksuus mitä tulostin voi luoda yhdellä ajolla. Mitä ohuempi kerroksen paksuus, sitä sileämpi mallin pinta tulee olemaan. Kuitenkin, tulostus prosessi tulee kestämään mitä enempi tulostin joutuu tekemään enemmän kerroksia. (All3DP 2015, viitattu 17.12.2017.)

Suunnittelusääntöjä

Yksityisessä käytössä olisi hyvä ottaa huomioon suunnittelussa tukirakenteet ja mihin ne sijoittaisi, ettei kappale romahda kesken tulostuksen. Toki olisi hyvä tulostaa ilman tukirakenteita (kts. KUVIO 10.). A-asennossa kappaleessa on negatiivisia pintoja vain vaakasuorissa rei'issä. B-vaihtoehdossa negatiivisia pintoja on vähemmän ja C-vaihtoehdossa eniten. Yksi tapa välttää reikiin muodostuvia tukirakenteita on pisaramuoto.



KUVIO 10. Tulostussuunta (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016)

3D-tulostuksen suunnittelussa kappaleiden sisälle voidaan jättää keventäviä onteloita tai kuorikerrosten väliin voidaan tulostaa vaikkapa hunajakennorakenne. Jauhepetiteknikoissa onteloihin, joihin materiaali voi jäädä, on kuitenkin jätettävä tyhjennysaukkoja jauheen poistamiseksi. (Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä 2015, viitattu 7.6.2016.)

4 3D-TULOSTIN YKSITYISEEN KÄYTTÖÖN

4.1 Mitä tavallisimmin tulostetaan

Tulostettavia objekteja on netissä miljoonia, ja lisäksi on mahdollista vielä keksiä omia malleja. 3D-tulostus mahdollistaa melkein loputtoman määrän tehdä erilaisia kappaleita. Melkein voidaan sanoa, että "Vain mielikuvitus on rajana!", joka tosin ei ihan pidä paikkaansa. 3D-tulostamisessa on vielä omat rajansa. Esimerkiksi ei vielä voida kovin hyvin printata monimateriaalisia objekteja, joko tarvittavat laitteet ovat hyvin kalliita tai materiaalit keskenään ovat hiekkvoja kestävyydeltään.

Tulevaisuudessa kun tekniikka paranee, niin voidaan ehkä sanoa näin.

Miksi ostaa puhelimelle kotelo, kun voi itse tehdä sen tulostamalla? Tai pöytäteline, jossa voi ladata akkua ja muutenkin telineitä eri asioille. Säilytyslaatikko pientavaralle. Autoon sisustaan asioita mm. tiukempi tölkinpidike. 3D-tulostus kohteita on monia, mutta suurin osa ovat vain muovista tehtävissä.

3D-tulostin säästää rahaa ja voi olla potentiaalinen tulon lähde tällä hetkellä. Sen avulla voidaan opettaa lapsia, ja sen parissa voi olla hauskaakin. Sillä voi tulostaa lisätarvikkeita. Voi tulostaa käsintehtyjä lahjoja. 3D-tulostus on nopeampaa kuin tilaaminen. Voi olla luova ja keksiä omia uniikkeja 3D-malleja. Voi olla laaduntarkkailijana ja vaikuttaa itse kuin hyvää pinta jälkeä tulee. 3D-tulostus säästää huomattavasti enemmän luontoa kuin muut menetelmät. Ja lopuksi 3D-tulostus selvästi on tulevaisuuden teknologia. (Locker 2016, viitattu 21.12.2017.)

4.2 Tavallisimmat tulostusmateriaalit

Yksityisessä käytössä suosituin on muovi. Nykyään markkinoilla on lukuisia määriä erilaisia lämpömuovattavia muoveja, joita voi sulattaa ja uudelleen muokata tarpeen mukaan erilaisiin monimutkaisiin muotoihin. Yleisin metodi halvalla työpöytä 3D-tulostukselle on FFF-prosessi, jolla voi tulostaa PLA-, ABS- ja PA-tulostusmateriaaleja.

Polylaktidi

PLA on monipuolinen ja edullinen tulostin materiaali, jota on saatavilla kattavasti. PLA on suosituin muovi ja sitä voi käyttää moneen käyttökohteeseen. Polylaktidi ei ole kaikista vahvin saatavilla olevista muoveista, mutta se on todella hyödyllinen riippuen menetelmästä. Se on tehty maissitärkkelyksestä, jonka ansiosta haisee hieman karkilta tulostuksen aikana. Tämän ansiosta PLA on myös luontoa säästävä, koska on biologisesti hajoava. (3D Insider 2015, viitattu 20.12.2017.)

Akrylinitriilibutadieenistyreeni

ABS on yleisesti käytetty muovi materiaali, joka sulaa noin 220 celsiusasteessa, jonka jälkeen nopeasti uudelleen muovautuu kovaksi, kiiltäväksi ja iskunkestäväksi materiaaliksi. ABS on tehty raaka-öljystä ja on myrkytöntä, sitä voi helposti värjätä ja pitää väriä hyvin. Legoton tehty ABS muovista ja sille on syynä: se on helppo muovata ja vaikea rikkoa. ABS kuumetessaan päästää pahanhajuista käryä joka saattaa olla myös myrkyllistä. (Baguley 2017, viitattu 20.12.2017.)

Polyamidi

PA:n kaupp nimi on Nylon, josta se tunnetaan paremmin. PA on helppokäyttöinen ja kovapintainen materiaali, johon sitä voi käyttää monimutkaisiin komponentteihin jotka vaativat kovuutta. Nylon on halpaa materiaalia, vaikkakin sen kiintymys kosteuteen on vahva, ja täten suositellaan säilyttämistä kuivassa tilassa. (3D Insider 2015, viitattu 20.12.2017.)

Iskunkestävä polystyreeni

HIPS (engl. High Impact Polystyrene) on synteettinen kopolymeeri, joka on halpa, vahva, kestävä, myrkytön ja uudelleenkierrätettävä materiaali. HIPS-materiaalia käytetään lujuuden ansiosta esimerkiksi osittain cd-koteloissa. Sitä voi helposti maalata ja liimata. (Tyson 2016, viitattu 20.12.2017.)

Termoplastinen elastomeeri

TPE on kumin kaltainen joustava ja kestävä kestopuovimateriaali. Se on kaikista kestävin verrattuna muihin joustaviin materiaaleihin ja helppo tulostaa, koska muovautuu hyvin kerros kerrokselta. Materiaalia voi venyttää huoneenlämpötilassa miltei kaksinkerroin ja palaa aina alkuperäisiin mittoihin. (Filaments.ca 2016, viitattu 20.12.2017.)

4.3 Vinkkejä 3D-tulostukseen

Hyödyllisiä Youtube-kanavia:

Makers Muse

Makers Muse nimisellä Youtube-kanavalla on paljon käytännöllisiä opastusvideoita ja 3D-tulostus arvosteluja.

3D Printing Nerd

Joel niminen henkilö juontaa 3D Printing Nerd -kanavaa, joka arvostelee uusia 3D-tulostimia ja kuinka tulostaa 3D-malleja.

CHEP 3D Printing

Kätevä Youtube-kanava jossa opetetaan kuinka suunnitella 3D-malleja ja kuinka tulostaa niitä tulostimilla, jotka maksavat alle 500 dollarin. Silloin tällöin kanavalla arvostellaan uusia tulostimia.

3D Print – Tech Desing

Hyvä kanava missä voit myös opetella 3D-tulostuksen saloja.

Mahdollisia ongelmia prosessin aikana voi tapahtua monia. Yleensä ongelmana on suuttimen ylikuumeneminen josta seuraa muovin paakkuuntuminen, joka pilaa koko työn. Varsinkin ensimmäisillä ajokerroilla prosessin aikana voi tulla ongelmia paljon ja sen takia on hyvä seurata työnkulkua aktiivisesti.

5 3D-TULOSTIMIA YKSITYISILLE KÄYTTÄJILLE

3D-tulostimia on saatavilla paljon erilaisia laitteistoja valikoimissa eri kohderyhmille. 3D-tulostimet eroavat toisistaan muun muassa niiden käyttämien valmistusmenetelmien osalta, laitteiston ja tulostusalueen koolta sekä hinnaltaan. Nopeasti kehittyvät valmistusmenetelmät tuovat markkinoille jatkuvasti uusia laitevalmistajia ja laitteita. Osa laitevalmistajista on keskittynyt tietyille markkinasegmentille (esim. kuluttajalaitteet), tietyn kohderyhmän laitteisiin ja toimivat usein lähinnä yhden valmistusmenetelmän parissa (esim. materiaalia pursottavat muovitulostimet). (Alonen, A., Alonen, L., Hietikko, E. 2016, 103.)

KULUTTAJATASON MARKKINAT OVAT KUITENKIN KASVANEET VIIME VUOSINA RIPEÄSTI, JA USEILTA LAITEVALMISTAJILTA ON TULLUT TÄLLE KOHDERYHMÄLLE LAITTEITA JOTKA PERUSTUVAT MYÖS MUIHIN AM-TULOSTUSMENETELMIIN, KUTEN STEREOLOGRAFIA JA LASERSINTRAUS. TOISTAISEKSI SUURIN OSA NÄISTÄ LAITTEISTA ON HINNALTAAN KALLIIMPIA KUIN 5 000 €, JA NIITÄ MARKKINOIDAAN ENEMMÄN HARRASTAJILLE JA AMMATTILAISILLE. TOISAALTA OSA PAREMMISTA PURSOTUSTEKNIikkaAN PERUSTUVISTA KULUTTAJATASON LAITTEISTA ON MYÖS HINNOITeltu 5 000 – 10 000 € VÄLILLE. YLEENSÄ NÄIDEN PURSOTUSTEKNIikkaAN PERUSTUVIEN LAITTEISTOJEN KORKEAMPI HINTA ON PERUSTeltu SUUREMMALLA TULOSTUSALUEELLA, TAI MUULLA OMINAISUUDELLA JOKA POIKKEAA YLEISESTÄ TARJONNASTA. (ALONEN, A., ALONEN, L., HIETIKKO, E. 2016, 104.)

Tarkoituksena esitellä 4 erimallista ja hintaista laitetta, jotka soveltuvat hyvin yksityiseen käyttöön hinnan ja koon puolesta. Hintakatoksi määriteltiin 5000 euroa, mutta tässä esitellään alle 2000 euron laitteet. Tulostimen koon olisi hyvä olla sellainen, että se mahtuu kätevästi työpöydälle.

1. Fujitech Flashforge Finder 3D-tulostin



KUVIO 11. Fuj:tech Flashforge Finder 3D-tulostin (verkkokauppa.com 2017, viitattu 21.12.2017)

Fuj:tech Flashforge Finder 3D-tulostin on tällä hetkellä (17.12.2017) markkinoiden suosituin. Hintansa puolesta sopii hyvin mainittuun hintahaarukkaan. Tulostimen hinta on 500 euroa. Tulostin soveltuu PLA-materiaalin tulostamiseen, ja siinä on kuvauksen mukaan helppokäyttöinen kosketusnäyttö. 3D-tulostin soveltuu koti- ja opetuskäyttöön. Tulostimessa on varustettu yhdellä suuttimella, Wi-Fi yhteydellä ja 3,5" -kosketusnäytöllä. Tulostin ilmoittaa varoituksella muun muassa tulostinmateriaalin vähyydestä ja tulostinta mainostetaan olevan hiljainen, joka ei häiritse samassa tilassa olevia (äänenvoimakkuus: maks 50 dB). (verkkokauppa.com 2017, viitattu 21.12.2017)

Pakkaus sisältää: Fuj:tech Flashforge Finder 3D -tulostimen, PLA-materiaalia 0,6 kg, USB-muistitikun, virtajohtodon, USB-kaapelin, ruuvimeisselin. Tulostustekniikaltaan tulostin toimii FDM-menetelmällä, johon PLA-materiaali sopii hyvin. Tulostusalueeksi ilmoitetaan leveydeltään, syvyydeltään ja korkeudeltaan 14 senttimetriä. Tulostus tarkkuus ± 0.10 millimetriä. Sisäistä tallennustilaa 4 gigabittia. Itse tulostimen mitat ovat leveydeltään 480 mm, syvyydeltään 338 mm ja korkeudeltaan 385 mm.

Tuote on saanut siedettäviä arvosteluja.

"Asennus ja käyttöönotto todella helppoa. Tulostusjälki ja tarkkuus yllättivät todella positiivisesti. Jämäkän oloinen laite voi todella suositella ensimmäistä 3d tulostinta ostavalle", kuvaili eräs asiakas.

Plussaa:

- Helppokäyttöisyys
- Hinta sopiva kotitalouksille
- Hiljainen

Miinusta:

- Ei ole muokattavissa

2. Velleman – K8200



KUVIO 12. Velleman K8200 3D-tulostin (velleman.eu 2017, viitattu 21.12.2017)

Velleman K8200 3D-tulostin on tee-se-itse tulostin, joka kootaan osista jotka tulevat pakkauksen mukana. Hyötynä tässä on se, että tulostinta voi jälkikäteen muokkailla miten haluaa. K8200 on yhteensopiva kaikkien ilmaisten RepRap-ohjelmistojen ja laiteohjelmistojen kanssa. Tulostinmateriaalina tulostin käyttää 3 mm PLA- tai ABS-lankaa. Tulostimen tulostusalueeksi ilmoitetaan maksimissaan leveydeltään, syvyydeltään ja korkeudeltaan 20 senttimetriä. Tulostimen runko on alumiiniprofilista ja se on helppo koota. Tulostusalueessa on lämmittimet.

(Radioduo.fi 2017, viitattu 21.12.2017.)

Tulostin teknologia on FFF, johon sopii PLA- ja ABS-tulostinmateriaalit. Tulostimen omat mitat ovat leveydeltään 600 mm, syvyydeltään 450 mm ja korkeudeltaan 600 mm. Hinnaksi on ilmoitettu Radioduo.fi-verkkokaupassa 459 euroa.

Plussaa:

- Muokattavuus
- Hinta sopiva kotitalouksille

Miinusta:

- Hieman hankala käytettävyys (enemmän alan harrastelijoille)

3. Dremel 3D40



Kuvio 13. Dremel 3D40. (Dremel digilab 2017, viitattu 21.12.2017)

Dremel 3D-tulostin sopii hyvin aloittelijoille kuin kokeneemmallekin harrastajalle. Tulostin on heti käyttövalmis pakkauksesta otettua. Tulostin sopii myös opetuskäyttöön, koska laitteelle on myönnetty UL-sertifikaatti turvallisuudesta. Käytettävyydeltään tulostimesta puhutaan, että on todella helppo käyttää, ja valmistajan nettisivuiltakin löytyy paljon ohjeita. Tulostinmateriaalina käytetään PLA-muovia.

Tulostin tulostaa kuvauksen mukaan virheettömästi ja hiljaisesti. Virheitä vaatii muun muassa suuttimessa oleva aktiivinen tulostusnauhan valvonta, joka suojaa malleja virheelliseltä tulostamiselta. Siinä on suuri tulostuskapasiteetti, sekä helppo käyttöliittymä. Mallissa on värikosketusnäyttö joka mahdollistaa esikatselun ja opastetun tulostuksen. Tulostettavien kappaleiden maksimikooksi ilmoitetaan leveydeltään 25,5 cm, syvyydeltään 15,5 cm ja korkeudeltaan 17 cm. (Netrauta.fi 2017, viitattu 21.12.2017.)

Kyseinen tulostin liikkuu noin 1100 euron hintaluokassa.

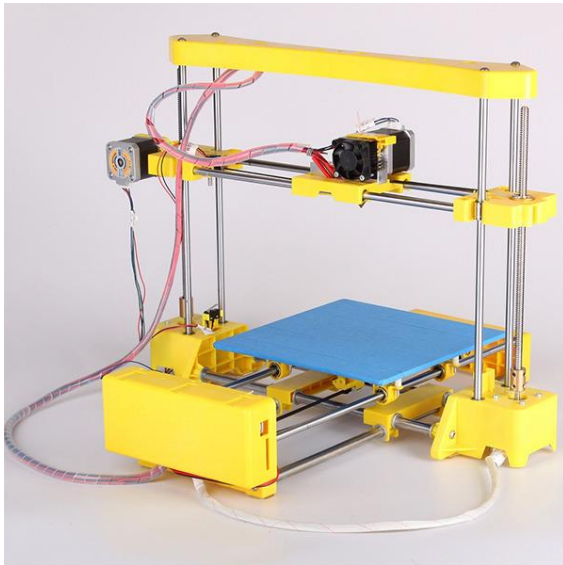
Plussaa:

- Helppokäyttöinen
- Suoraan laatikosta käyttövalmis
- Opetuskäyttöön soveltuva

Miinusta:

- Ei muokattavissa
- Hinta
- Puuttuu lämpöalusta

4. Colido DIY 3D-tulostin, esikoottu



KUVIO 14. Colido DIY 3D-tulostin (Verkkokauppa.com 2017, viitattu 21.12.2017)

Colido DIY 3D-tulostin on vertailulistan halvin 3D-tulostin, jonka hinta oli 346 euroa verkkokauppa.com:ssa 21.12.2017 aikaan. Tulostin käyttää tulostustekniikkana FDM-menetelmää ja materiaalina PLA- sekä TPU-muovia. Tulostustilavuus on laitteella leveydeltään 20 cm, syvyydeltään, 20 cm ja korkeudeltaan 17 cm. Vaikka verkkokauppa.com:ssa mainostetaan, että on esikoottu, niin tulostin tulee kuitenkin kuudessa moduulissa, jotka kootaan kotona itse. Aikaa

tähän ei pitäisi mennä kuvauksen mukaan kuin 30 minuuttia. Laitteeseen saa nopeasti kaikki varaosat Suomesta.

(Verkkokauppa.com 2017, viitattu 21.12.2017.)

Vähäisen arvosteluiden määrän takia en löytänyt tämän tuotteen kohdalla kovin paljoa moitittavaa. Kuitenkin täytyy muistaa, että tämän hintaluokan tasolla yleensä tulostimissa on vikoja enempi.

Plussaa:

- Halpa
- Helppokäyttöinen
- Tulostintilavuus

Miinusta:

- Ei löytynyt, koska arvosteluja oli niin vähän tai ei ollenkaan

6 LOPPUYHTEENVETO

Tällä hetkellä pohdintaan mitä 3D-tulostus tuo tulevaisuudessa mukanaan. Jotkut puhuvat jo eräänlaisesta mullistuksesta. Jos 3D-tulostus yleistyy kotitalouksiin, niin voidaan tulostaa helpommin ainakin muun muassa muovisia kulutusosia ja erilaisia pieniä kappaleita, joita joutuisi muuten ostamaan verkkokaupasta ja odottamaan mahdollisesti viikkoja.

Pienien kappaleiden tulostaminen ei vielä takaa sen kummempaa vallankumousta, vaan tarvitaan jotain isompaa. Yksityisestä näkökulmasta katsottuna, jos halutaan ostaa ja 3D-tulostaa vaikka kokonainen kotitalo, niin se varmaan olisi huomattavasti edullisempi rakentaa tulevaisuudessa, kuin perinteisillä menetelmillä. Sekin on vielä vasta aluillaan, eikä tiedetä, kuinka se tulee muuttumaan. Sama koskee autoja. Tästä voidaan päätellä, että 3D-tulostus on teollisessa mielessä vielä murroksessa, eikä vielä vaikuta kummemmin yksityisten käyttäjien elämään.

Nykypäivänä ainakin 3D-tulostus on yksityisessä käytössä vielä harrastuspohjalla, ja mitään mullistavaa ei ole tullut vielä vastaan. Hinta sekä 3D-tulostimien vaikea käyttö ovat monille vielä suuri este. Kun nämä poistuvat, on mahdollista, että 3D-tulostin voi olla yhtä suosittu kotilaite tulevaisuudessa kuin vaikkapa esimerkiksi mikroaaltouuni.

LÄHTEET

3D Insider 2015. 5 Most Popular 3D Printing Thermoplastics. Viitattu: 20.12.2017, <http://3dinsider.com/5-most-popular-3d-printing-thermoplastics/>.

3D-Labs, 2016. Multijet- Modeling (MJM). Viitattu: 2.10.2016, <http://3d-labs.de/mjm/?lang=en>.

3Dprinting, 2016. What is 3D-printing? Viitattu: 30.9.2016, <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>.

3D Printing Industry, 2016. The Free Beginner's Guide. Viitattu: 30.9.2016, <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/materials/>.

AIPworks 2016. 3D-tulostuksen toimintaperiaate. Viitattu: 7.6.2016, <http://aipworks.fi/3d-tulos-tus/tietoa/3d-tulostuksen-toimintaperiaate/>.

All3DP, 2016. What Resolution Can 3D Printers Print. Viitattu: 17.12.2016, <https://all3dp.com/3d-printer-resolution/>.

Alonen, A., Alonen, L., Hietikko, E. 2016. Lisäävän valmistuksen perusteet. Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä. Viitattu 21.12.2017, http://portal.savonia.fi/amk/sites/default/files/pdf/tki_ja_palvelut/julkaisut/lisaavan_valmistuksen_perusteet.pdf.

Altair, 2016. Additive Manufacturing (3D Printing). Viitattu: 2.10.2016, <http://altairenlighten.com/in-depth/additive-manufacturing/>.

Baguley, R. 2017. 3D Printing Materials: The Pros and Cons of Each Type. Viitattu: 20.12.2017, <https://www.tomsguide.com/us/3d-printing-materials,news-24392.html>.

CustomPartNet 2009. Additive Fabrication. Viitattu 2.10.2016, <http://www.custompartnet.com/wu/additive-fabrication>.

Dremel digilab 2017. 3D40 3D Printer. Viitattu 21.12.2017, <https://digilab.dremel.com/products/3d40>.

Filaments.ca 2016. Elastomer TPE Filament - BLACK - 1.75mm. Viitattu: 20.12.2017, <https://filaments.ca/products/elastomer-tpe-filament-black-1-75mm>.

Goldberg, D, 2014. History of 3D Printing: It's Older Than You Are (That Is, If You're Under 30). Viitattu 14.6.2016, <https://redshift.autodesk.com/history-of-3d-printing/>.

Hessman, T. 2013. Q&A with Chuck Hull, Co-Founder, 3D-Systems. Viitattu: 30.9.2016, <http://www.industryweek.com/technology/take-5-qa-chuck-hull-co-founder-3d-systems>.

HP Multi Jet Fusion Technology. 2015. A disruptive 3D printing technology for a new era of manufacturing. Viitattu: 17.12.2016, <http://www8.hp.com/h20195/v2/GetPDF.aspx/4AA4-5472EEW.pdf>.

Kujanpää, V. 2015. Ainetta lisäävä valmistus – lisäarvoa tuotteisiin. Viitattu: 1.10.2016, <http://www.obotnia.fi/assets/1/Regionalutvecklingsenheten/ERUF-2007-2013/3D-tulostukseella-lisaarvoa-tuotteisiinb-Kujanpaa30-09-2015.pdf>.

Locker, A, 2017. 10 Reasons Why You Should Buy a 3D Printer for Home Use. Viitattu 21.12.2017 <https://all3dp.com/1/why-buy-a-3d-printer-reasons/>.

Netrauta.fi 2017. 3D-tulostin Dremel Idea Builder 3D40. Viitattu 21.12.2017, https://www.netrauta.fi/piha/vapaa-aika/3d-tulostimet/3d-tulostin-dremel-idea-builder-3d40?utm_source=google&utm_term=&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=s|pclid|227117048132|pkw||pmt|b|pdv|c|&gclid=CjwKCAiA1O3RBRBHEi-wAq5fD_AEXNBqQ8lhBewj7ZHQ-s52uTx1gsBzhvMw3uxNVbVTwgJJ6_uT-fchoCQP8QAvD_BwE.

Radioduo.fi 2017. 3D-tulostin rakennussarja k8200 Velleman. Viitattu 21.12.2017, <https://www.radioduo.fi/tuote/3d-tulostin-rakennussarja-k8200-velleman/K8200/>.

RepRap-projekti, 2016. RepRap-projektin wiki-sivusto. Viitattu 14.6.2016, <http://reprap.org/wiki/>.

RP-CASE, 2014. Tietoa eri tulostustekniikoista ja termeistä. Viitattu: 2.10.2016, <http://www.rpcase.fi/Sovellukset/Tietoa-eri-teknikoista>.

Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä, 2015. 3D-tulostukseen keskittyvän DeAdMan-projektin Wikispaces WWW-sivu. Viitattu: 7.6.2016, <https://3d-tulostus.wikispaces.com/Johdanto>.

Stetz, K. 2009. Rapid prototyping study. Viitattu: 2.10.2016, <http://kylestetzip.wordpress.com/>.

Stratasys 2016. Polyjet Technology. Viitattu: 2.10.2016, <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/polyjet-technology>.

Stratasys 2016. FDM Technology. Viitattu: 2.10.2016, <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/fdm-technology>.

Think3D. 2015. CHAPTER 05 3D Printing Materials. Viitattu: 17.12.2016, <https://www.think3d.in/landing-pages/beginners-guide-to-3d-printing.pdf>.

T. Rowe Price Connections, 2011. T. Rowe Price:n 3D-tulostuksen infografiikka. Viitattu: 7.6.2016, http://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf.

Tyson, E. 2016. How to 3D Print HIPS Filament – And It's Not Just a Support Material. Viitattu: 20.12.2017, <https://rigid.ink/blogs/news/how-to-3d-print-hips-filament-and-it-s-not-just-a-support-material>.

Velleman.eu 2017. K8200 3D-printer. Viitattu 21.12.2017, <https://www.velleman.eu/products/view/?id=412554>.

Verkkokauppa.com 2017. Fuj:tech Flashforge Finder 3D -tulostin. Viitattu 17.12.2017, <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/58074/hvgbx/Fuj-tech-Flashforge-Finder-3D-tulostin>.

Verkkokauppa.com 2017. Colido DIY 3D-tulostin, esikoottu. Viitattu: 21.12.2017, <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/62240/grjxr/Colido-DIY-3D-tulostin-esikoottu>.