

Taikapöly

2016
Nr01

Lisäävän valmistuksen ja 3D-tulostuksen tienraivaaja



**Formnext-messut
3D-tulostus etenee
monella rintamalla s. 4**

**Kalevala Koru
3D vapauttaa teollista
muotoilua s. 6**

**Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Hydrauliikkalohkolle 72 %:n
painonsäästö s. 8**



Sisältö



www.facebook.com/taikapoly

4	Formnext messut - 3D-tulostus edistyy monella rintamalla	14	Lapin AMK rakentaa 3D-tulostuksen oppimisympäristöä
6	3D vapauttaa teollista muotoilua	18	3DStep starttasi Ylöjärvellä Masters' Studio, 3DSTEP-tapahtuma
7	Vauhdikas 3D-tulostuskerho	20	3D Crush Café - Ideoita, kahvia, pupuja ja viihdettä
12	3D-tulostuskoulutuksella osaamista yrityksiin	22	Näkymätön taide koettavaksi



Kannessa:

Frankfurtissa järjestetyt Formnext-messut olivat 3D-tulostuksen ja innovaatioiden ilotulitus. Näytteilleasettajia oli kaikkiaan 307 ja vierailijamäärä yli 13000.

Toimitus
Päätoimittaja Pekka Ketola
Toimituspäällikkö Jukka Kallioinen

Oikoluku
Minna Innala

Graafinen suunnittelu
Jukka Kallioinen, Risto Kankaanperä

Taitto
Sconnect Oy

Yhteystiedot
Taikapöly
PL 147
40101 Jyväskylä
www.taikapoly.fi
Puh. 050 436 4310

Painopaikka
Kirjapaino Kari Ky, Jyväskylä

Ilmoitusmyynti
jukka.kallioinen@valokyna.fi
Puh. 050 436 4310

Tilaukset
Lehden täysimääräinen ilmestyminen alkaa keväällä 2017.
Ennakkotilaukset:
jukka.kallioinen@valokyna.fi

Julkaisija
Osaamisydin Oy
PL 147
40101 Jyväskylä
Puh. 050 436 4310

Teknologiavallankumous!

Luet Suomen ensimmäistä suomenkielistä 3D-tulostuksen ammattijulkaisua. 3D-tulostus on valtava muutos joka on käynnistynyt teollisuudessa, tuotesuunnittelussa, muotoilussa ja koulutuksessa. Lehden tavoitteena on tuoda 3D-tulostukseen liittyvä uusi tieto sitä tarvitsevien ja menetelmää hyödyntävien saataville.

Esimerkiksi marraskuussa 2016 Frankfurtissa järjestetyt Formnext-messut olivat innostava katsaus 3D-tulostuksen teollisuuteen ja sovelluksiin. Esitellyt konseptit, prototyypit ja todelliset tuotteet osoittivat väkevästi, että 3D-tulostus on tuotesuunnittelun ja muotoilun aarreaitta. Kyseessä on vallankumouksellinen uusi teollisuus, joka muuttaa suunnittelun ja valmistuksen käytäntöjä. Maailmanlaajuisesti järjestetään vuosittain toistakymmentä suurta messutapahtumaa, jotka keskittyvät 3D-tulostukseen.

3D-tulostuksen teollisuus on käännekohdassa. Teknologiat ovat kypsyneet ja kaupallisesti järkeviä sovelluksia on rajattomasti. Mikäli vanhat kaavat pätevät, edessä on seuraavaksi eksponentiaalinen kasvu. Samanlainen, joka on toteutunut kaikissa vastaavissa tilanteissa aiemminkin.

Historiasta muistamme, että Gutenbergin kehittäessä kirjapainon lukutaitoisia oli 7 % väestöstä, Gutenbergin visio kanto, lukutaito kääntyi eksponentiaaliseen kasvuun ja tiedonkulukoki vallankumouksen. Mennään lähihistoriaan, Nokia esitteli ensimmäisen järkälemäisen autopuhelimen 1982, ei ollut langattomia puhelinverkkoja ja käyttäjätkin varsin poikkeuksellisia. Nokian visio kanto ja syntyi ICT-teollisuus. Maailma muuttui ja puhelin tuli jokaisen taskuun. Tämän päivän kehitystä kuvaa Uber, joka lokakuussa toteutti testiajon, jossa kuskiton robottirekka kuljetti lastin 140 mailin päähän. Kokeessa rikottiin useita olemassa olevia lakeja ja säädöksiä. Mikä on Uberin visio ja mihin se voi johtaa? Mitä uutta voi syntyä? Maailma muuttuu huimaa vauhtia! Kansainvälisissä kirjoituksissa on pohdittu, millainen johtajuus kantaa pi-

simälle. Yhteistä vaikuttaa olevan se, että kaiken taustalla on vahva visio ja visionäärijohtaja. Operatiivinen johtaja tarvitaan toteuttamaan vision inspiroimat liiketoimintamallit. Kun kilpailuympäristö muuttuu ja teknologiat vaihtuvat, tarvitaan jälleen visionääristä johtajuutta. tarinat ovat tuttuja mm. Microsoftin, Applen ja Nokian lähihistoriasta.

Olemmeko Suomessa muutoksen vauhdissa mukana? Onko meillä kyky ottaa haltuun 3D-tulostuksen tarjoamat mahdollisuudet ja luoda tarvittava osaaminen? Mikä on visiomme? On helppo havaita ongelmia, puutteita ja hidasteita. 3D-tulostuksen teknologiat ovat toki vielä lapsenkengissään ja ratkottavaa riittää. Tähän vedoten on helppo olla tekemättä mitään ja odotella parempia aikoja ja pienempiä riskejä.

Toisaalta, on myös helppo tunnistaa ja tunnustaa menetelmän tarjoamat valtavat mahdollisuudet. Kansainväliset esimerkit osoittavat, että jo nykyisillä 3D-tulostuksen teknologioilla saadaan tehtaat pyörimään ja uudenlaiset tuotteet syntymään. Lapsenkengistä on siirryttävä ripeästi aikuisen saappaisiin. Tarvitsemme visionääristä johtajuutta, jotta uuden teollisuuden tarjoamat mahdollisuudet otetaan kokonaisvaltaisesti haltuun ja tästä tehdään normibisnestä.

Tulevaisuus tehdään – se ei tapahdu sattumalta. Kun Tesla esitteli ajatuksensa sähköautoista, ajatus kuulosti kaukaa haetulta, vaikka autojen kehityksen alkuvaiheessa oli kehitetty useita toimivia sähköautoja. Todettiin yleisesti ettei akuteknologiat ole valmiina, latausverkostoa ei ole olemassa ja sähköauton hinta on liian korkea. Yksi kerrallaan esteet on voitettu ja visio on alkanut toteutua. Esimerkki visiojohtamisen voimasta!

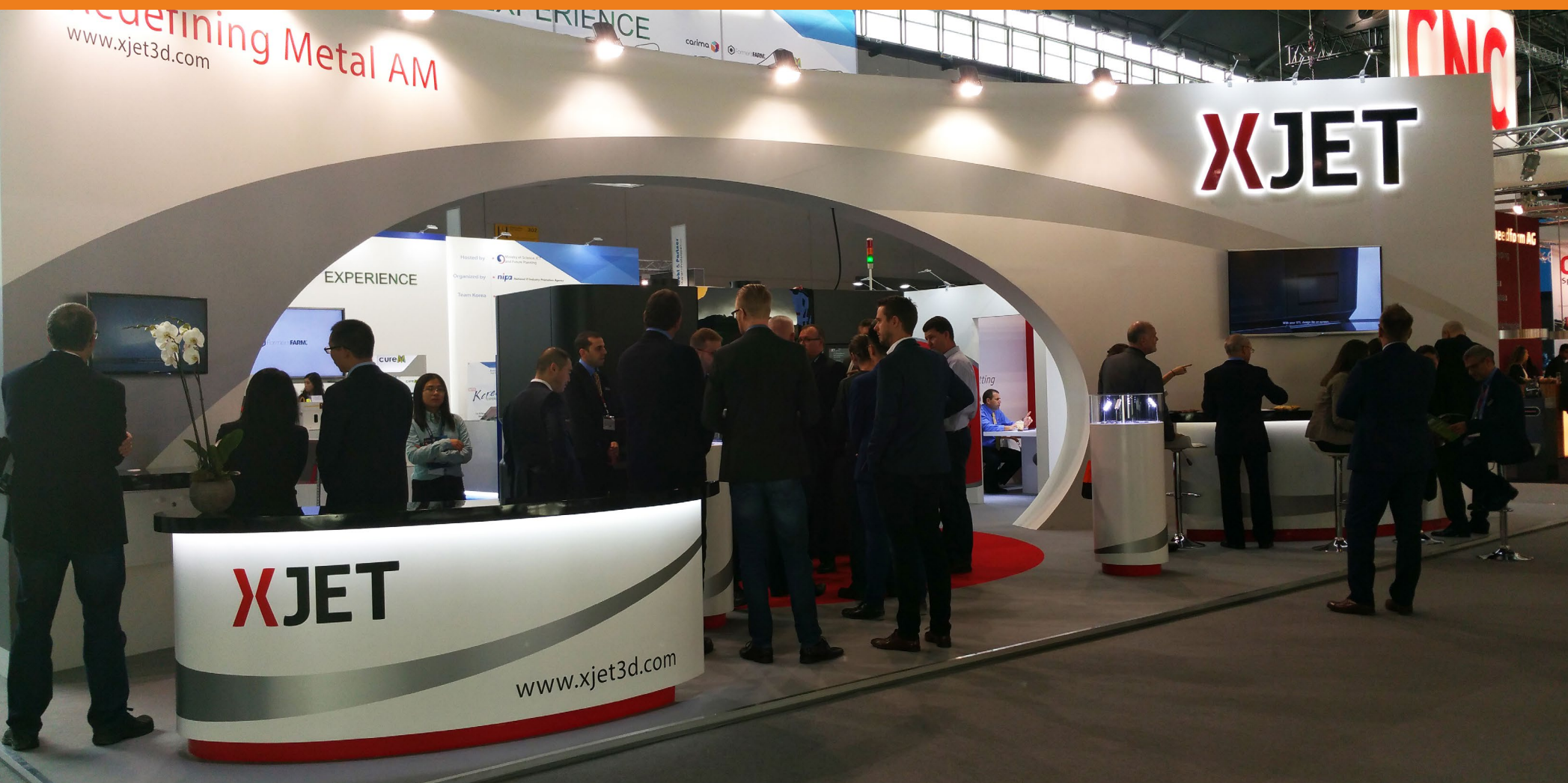
Saamme paljon aikaan, kun toimimme rohkeasti vision johdattamana ja perehdyimme laajalla rintamalla uusiin liiketoimintamahdollisuuksiin ja uudenlaisiin tuotteiden tekemiseen. Yritysten elinehtona ovat rohkeat visiot ja niitä toteuttavat operatiiviset suunnitelmat.

Tämän lehden tavoitteena on tuoda 3D-tulostukseen liittyvä uusi tieto sitä tarvitsevien ja menetelmää hyödyntävien saataville. Toivomme lehden löytävän tiensä toimistojen kahvipöydille, pädeihin ja kännyköiden ruudulle. Tervetuloa oppimaan ja innostumaan! ■



Pekka Ketola
päätoimittaja

pekka.ketola@3dstep.fi



XJET on kehittänyt menetelmän jolla metallia voidaan tulostaa hyvin tarkasti. Metallipartikkelit kerrostetaan sidosaineen kanssa jonka jälkeen tehdään erillinen sintrausprosessi.

3D-tulostus edistyy monella rintamalla

Marraskuussa Frankfurtissa järjestetyt Formnext-messut olivat 3D-tulostuksen ja innovaatioiden ilotulitus. Näytteilleasettajia oli kaikkiaan 307 ja vierailijamäärä yli 13000. Vierailijoista lähes puolet saapui Saksan ulkopuolelta. Lukujen perusteella voidaan todeta, että teknologian ympärille on noussut merkittävä ja nopeasti leviävä uusi teollisuus. Seuraavassa muutamia päällimmäisiä havaintoja messuilta.

Metallien tulostuksen perustekniikat alkavat olla riittävällä tasolla, jotta valmistuksessa voidaan siirtyä seuraavalle kypsyystasolle - valmistusprosessien optimointiin, kuten 3D-tulostuksen aikaiseen mo-

nitorointiin ja adaptiiviseen laadun säätöön. Kaikilla suurimmilla laitevalmistajilla on prosien kehityksen lisäksi yhteinen tavoite: sarjatuotannon mahdollistavat järjestelmät. Metallitulostuksen analyysiohjel-

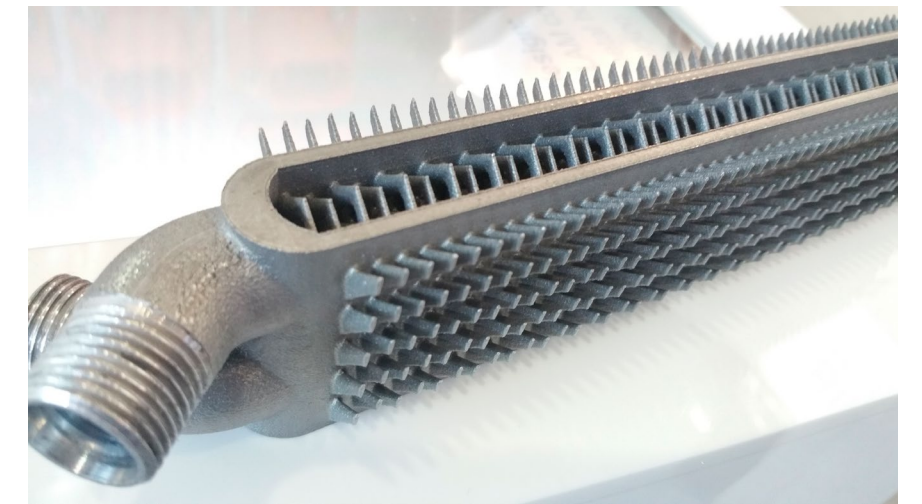


Lääketieteen sovelluksetkin olivat hyvin esillä. Polyjet-tekniikalla voidaan tulostaa eri väreillä eri yksityiskohdat. Käytetään mm. kirurgisten toimenpiteiden suunnittelussa. Käytetään ns. digitaalisia materiaaleja joissa materiaaliominaisuudetkin voivat muuttua kappaleen sisällä.

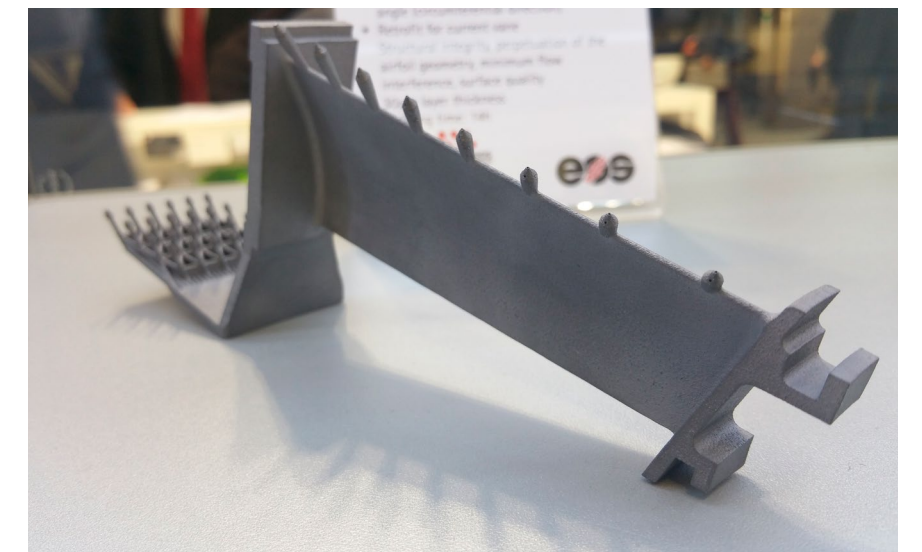
mistot kehittyvät nopeasti. Ennen tulostamista pystytään jo simuloimaan lämmönsiirtymisiä sekä jännitysten aiheuttamia taipumia, ja ottamaan nämä huomioon kappaleiden suunnittelussa, orientoinnissa sekä tukirakenteissa.

Muovien tulostus luonnollisesti kehittyi niin materiaaleissa kuin laitteissa. Parempien ratkaisujen myötä sovelluskohteiden määrä kasvaa eksponentiaalisesti. Seuraava suuri harppaus saattaa olla HP:n kehittämä *Jet Fusion* -tekniikka, joka haastaa perinteisen SLA-tekniikan nopeudellaan tulostuslaadusta tinkimättä.

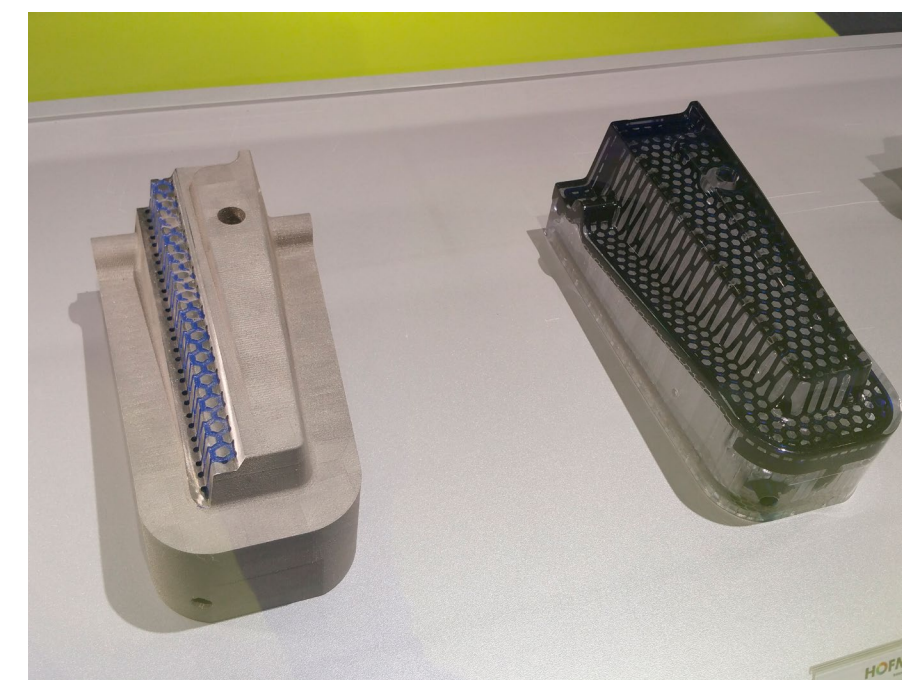
Kiinalaiset olivat messuilla vahvasti esillä omilla laiteratkaisuillaan. Laitteet ovat pääsääntöisesti edullisempia kuin Euroopassa valmistetut laitteet. Laadullisesti laitteet eivät vielä ole samalla viivalla mm. SLM:n tai EOS:in kanssa, mutta lienee vain ajan kysymys, milloin kiinalaiset saavat nostettua laadun kilpailijoiden laitteita vastaavaksi. ■



Lisää tehollista jäähdytyspinta-alaa metallien tulostuksella.



Uudenlaisia suutinkkaisuja metallitulostuksen avulla.



Lisää tehoa muotin jäähdytykseen tulostuksen avaamalla mahdollisuuksilla.

3D vapauttaa teollista muotoilua

Kalevala Koru, on hyödyn-
tänyt 3D-tulostamista suunnittelussaan ja tuotannossaan yli kymmenen vuotta. Nyt yritys investoi toiseen 3D-tulostimeen, muotoilee uusia älykoruja ja tarjoaa 3D-tulostuspalveluja myös talon ulkopuolelle. 3D-tekniikan suurin hyöty korutuotannossa tiivistyy suunnittelun ja muotoilun vapauteen sekä modernin valmistustekniikan tuomiin mahdollisuuksiin.

”3D-tulostamisella voidaan saavuttaa monimutkaisempia muotoja ja ohuempia seinämärakenteita kuin perinteisillä tekniikoilla. Tänä päivänä kulta-sepänalalla 3D-tulostamista hyödyntävätkin meidän lisäksi ainakin Cartier ja muutamat muut innovatiiviset koruvalmistajat”, kertoo 3D-mallintamiseen erikoistunut Kalevala Korun kultaseppämestari **Miikka Westman**. Westmanin mukaan Kalevala Korun 3D-prosessin ensimmäisessä vaiheessa muotoilija tai kultaseppämestari suunnittelee korun, minkä jälkeen se mallinnetaan vapaiden muotojen mallinnukseen sopivalla ohjelmalla ja tulostetaan vahaversioksi. 3D-työkalut helpottavat suunnittelutyötä ja mahdollistavat erilaisten muotojen sekä yksityiskohtien kokeilemisen. Myös korusuunnittelijan kanssa käytävä keskustelu helpottuu, kun edessä on vahasta tehty prototyyppi tai jopa useita yksityiskohdiltaan erilaisia vaihtoehtoja.



”3D-tulostamisella voidaan saavuttaa monimutkaisempia muotoja ja ohuempia seinämärakenteita kuin perinteisillä tekniikoilla”, sanoo kultaseppämestari Miikka Westman.

Digitaalisen suunnittelun uranuurtaja

Kalevala Koru lähti mukaan 3D-tulostamiseen jo vuonna 1998, tavoitteenaan tiivistää korujen tuotekehitysaikaa. Uudella tekniikalla saavutettiin tuloksia ja tuotekehitysaika lyheni joidenkin tuotteiden osalta yhdeksästä kuukaudesta kolmeen kuukauteen. Nykyään uuden korumallin valmistamiseen kuluu edelleen muutama kuukausi, mutta entistä monimutkaisempia tuotteita tehdään vuositasona jopa sata. Viisi vuotta sitten 3D-tulostuksen hyödyntäminen laajeni luontevasti tuotekehityksestä tuotantoon.

”Kalevala Korun tuotantomäärät ovat suuria ja korutuotteet keskenään hyvin erilaisia. Tuotannon alkupään vahamallien teko tapahtuu meillä nykyäänkin yli 90-prosenttisesti perinteisellä kumimuottitekniikalla. Sen sijaan 3D-mallinnus ja -tulostaminen astuvat mukaan heti, kun korulla on vaikeampi muoto tai se on mahdotonta valmistaa muulla menetelmällä”, kertoo Kalevala Korun tuotantojohtaja **Terja Koskenoja**.

Canon toimitti Kalevala Korulle elokuussa uuden ProJet® MJP 3600W-sarjan 3D-vahatulostimen ja vastasi laitteen asennuksesta ja käyttöön-otosta. ”Koska meillä oli jo saman sarjan toinen laite, hyppäsimme käyttökoulutuksen yli ja pääsimme heti hyödyntämään koneen tuomaa lisäkapasiteettiä”, tiivistää Westman. Investointipäätöstä edelsi Westmanin mukaan kuitenkin tarkka pohdinta sekä eri laitteiden ja tulostustekniikoiden vertailu.

Kalevala Korua kiinnostaa myös metallia työstävät 3D-laitteet, mutta vahatulostimeen he päätyivät siksi, että se on nykyisten tarpeiden kannalta paras vaihtoehto ja mahdollisti toiminnan tehostamisen monella tavalla.

Älykoruja

”Kaleva Innovation Lab on paikka, jossa me muotoilemme kumppanimme kanssa tulevaisuutta. Kalevala Buddy esimerkiksi on upea korusarja, joka tarjoaa kantajalleen uusia yhteydenpidon mahdollisuuksia. Buddyn avulla oma sijainti voidaan jakaa lähipiiriin kesken tai tarvittaessa koraan integroidulla sovelluksella voi pyytää hätätilanteessa apua”, kertoo



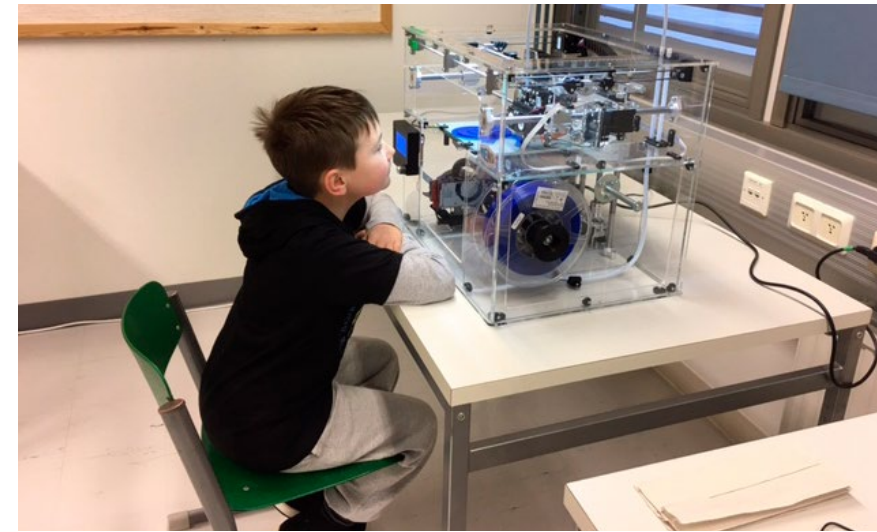
Tuotantojohtaja Terja Koskenoja.

Innovation Lab -toiminnasta vastaava Koskenoja.

Kalevala Koru on aloittanut 3D-palveluiden tarjoamisen myös talon ulkopuolelle. ”3D-kapasiteettimme kasvu mahdollisti täysin uuden palvelumallin aloittamisen. Syntyi idea 3D-mallintamisen ja 3D-tulostuspalveluiden tarjoamisesta. Yritykset voivat hyödyntää mallin-
nusosaamistamme ja tilata itselleen esimerkiksi 3D-tiedostojen pohjalta valettuja tuotteita tai osia.



Korun suunnittelun ja mallintamisen jälkeen 3D-tulostettu vahamuotti on ensimmäinen askel kohti valmista korausta.



Vauhdikas 3D-tulostuskerho

Vaikka 3D-tulostaminen on ollut paljon otsikoissa viime aikoina, niin silti se useimmiten nähdään yhtenä valmistavan teollisuuden tulevaisuuden teknologiana. Markkinoille on kuitenkin tullut yhä edullisempia ja helppokäyttöisempiä tulostimia, joka on mahdollistanut niiden hyödyntämisen ennennäkemättömällä tavalla. Yksi mainio esimerkki on Imatralla toimiva Virasojan 3D-tulostuskerho ”Imatra goes 3D!”

Imatralla toimii vireä ja ennakkoluuloton lasten 3D-tulostuskerho, jonka nimi on Virasojan 3D-tulostuskerho (”IMATRA GOES 3D!”). Kerhon ideana on, että vanhemmat tekevät yhdessä lasten kanssa nykytekniikan äärellä, kertoo kerhoa vetävä **Heidi Piili** – lisäävän valmistuksen ammattilainen.

Kerho toimii vapaaehtoisuuspohjalla ja toiminnan tukemiseksi kerho on saanut lahjoituksena mm. Imatran kaupungilta, Imatran nuorkauppakamarilta, Vuoksenlaakson teknilliseltä seuralta, Proitbu Oy:ltä ja Karelia Tractors ry:ltä tulostimen, läppärin, materiaalia ja 3D-tulostuskyniä sekä muita kerhon toimintaan tarvittavia välineitä.

Tämän takia kerho on osallistujille maksuton. Imatran kaupunki ja Virasojan koulu puolestaan ovat antaneet tilat kerhon käyttöön.

”Virasojan 3D-tulostuskerho on oiva esimerkki siitä, mitä monialainen yhteistyö ja innostuneisuus asiaan voivat saada aikaan. Yritykset, kaupunki, Vuoksenlaakson teknillinen seura ja vanhemmat ovat kaikki nähneet mitä iloa ja hyötyä tällainen kerho voi saada aikaan: lapset oppivat jo hyvin nuorena tekniikan taitoja

ja uusin teknologia tulee tutuksi. Kynnys uuden tekniikan käyttöön madaltuu ja kärsivällisyys kasvaa realiteettien edessä: tulostamisen monimutkaisuus ja hitaus on yllättänyt monet kerholaiset. Kyse ei ole vain siitä, että laitetaan materiaalia laitteeseen ja se alkaa samoin tein tulostaa haluttua esinettä. Kohde pitää ensin mallintaa, laitteiden kanssa näperrellä ja sen jälkeen odotella hitaan tulostusprosessin valmistumista. Kun lopputuloksena syntyy juuri sellainen esine kuin toiveissa oli, on kaikki vaiva lopulta sen arvoista”, hehkuttaa Luotsie – uutta luova yrittäjäyys Etelä-Karjalassa -hankkeen projektipäällikkö **Heini Kähkönen**.

Kuva 2. Tuotoksen tarkistelu. Kerhossa lapset ja vanhemmat pääsevät monipuolisesti sekä konkreettisesti tekemään mm. 3D-suunnittelua ja valmistusta. Osa ryhmistä tekee pitempiaikaisia hankkeita. Ohjelmassa on luonnollisesti myös retkiä, opetusta, sekä monenlaisia tempauksia. Itse asiassa toiminta jakaantuu kolmenlaiseen kerhoon: aloittelijoiden kerho, edistyneiden kerho projektitoille sekä perhekerho, johon kaikki vauvasta vaariin voivat tulla mukaan. Nuorin kerholainen täytti juuri 1 vuotta!



Tuotoksen tarkistelu.



Kerholaiset pääsevät konkreettisesti tekemään 3D-suunnittelua ja valmistusta.

Kerho löytyy Facebookista: <https://www.facebook.com/groups/Imatragoes3D>

Hydrauliikkalohkolle 72 %:n painonsäästö lisäävällä valmistuksella

Lisäävää valmistusta käyttäen valmistetut tuotteet tulisi suunnitella jo alusta alkaen kyseiselle valmistusmenetelmälle. Jos tuote valmistetaan samanlaiseksi kuin esimerkiksi koneistamalla valmistettu tuote, niin se kärsii niistä rajoitteista mitkä koneistus on suunnitteluun tuonut. Näin ollen lisäävää valmistusta käytettäessä tulee suunnittelu aloittaa käytännössä alusta. **Mikko Hovilehdon** diplomityössä suunniteltiin uudelleen hydrauliikkalohko, jonka painoa saatiin pudotettua huomattavat 72 %.

Tämä artikkeli perustuu Mikko Hovilehdon diplomityöhön, joka on tehty syksyn 2015 ja kevään 2016 välillä aiheesta "AM-tekniikalla valmistettavan tuotteen suunnittelun karakterisointi". Työ on tehty yhteistyössä Metson kanssa DIMECC:n tutkimusohjelman *Future Digital Manufacturing Technologies and Systems* MANU-projektissa Next Generation Manufacturing P6. Projektin on osaltaan rahoittanut TEKES ja osallistuneet yritykset. Projekti alkoi 1.10.2012 ja loppuu 31.12.2016. Projektissa on mukana useita suomalaisia yliopistoja sekä tekniikan alan yrityksiä.

3D-tulostus ja lisäävä valmistus

Määritelmän mukaan 3D-tulostus viittaa edullisiin kuluttajatulostimiin, kun taas lisäävä valmistus on ammattitermi samalle tekniikalle.

ollut olemassa maailmalla ja Suomessa 1980-luvun puolivälistä alkaen. Eli itse asiassa ei puhuta mistään uudesta ilmiöstä, vaan jo lähes 30 vuotta vanhasta teknologiasta. Lisäävä valmistus on tällä hetkellä globaalisti valmistustekniikoiden kehittämisen kiinnostavimpia kohteita. Tekniikka kiinnostaa niin tuotteiden valmistuksen, tietotekniikan, liiketoimintamallinen, lääketieteen kuin koruvalmistuksen ja muotoilunkin osaajia.

Maailmalla metallien 3D-tulostamista käytetään mm. lentokoneen suihkumootorin komponenttien ja lääketieteellisten instrumenttien valmistuksessa. Lisäävää valmistusta ja 3D-tulostusta tutkitaan paljon maailmanlaajuisesti erilaisissa kaupallisissa ja akateemisissa osaamiskeskuksissa. Yksi näistä keskuksista, EOS Finland, on Suomessa, Turussa. Itse asiassa, eräs maailman käytetyimmistä metallin lisäävän valmistuksen menetelmistä, DMLS (*direct metal laser sintering*), on suomalainen 80-luvun loppupuolella tehty keksintö. Turussa on tämän aiheen parissa töissä noin 50 henkilöä ja metallin lisäävän valmistuksen laitteita on noin 20.

Tiedon puute hidastaa

Lisäävän valmistuksen hyödyntäminen on suuri mahdollisuus myös Suomelle, sillä maassamme on vahvaa teollista ICT-osaamista. Suurimpia pullonkauloja lisäävän valmistuksen ja 3D-tulostuksen laajemmalle käytölle ovat pääasiassa tiedon puute, kotimaisten menestystarinoiden puute ja lisäävää valmistusta ajatellen, erityisesti tämän tekniikan vaatiman suunnittelutaidon puute.

Lisäävää valmistusta käyttäen valmistetut tuotteet tulisi suunnitella jo alusta alkaen kyseiselle valmistusmenetelmälle. Jos tuote valmistetaan samanlaiseksi kuin esimerkiksi koneistamalla valmistettu tuote, niin se kärsii niistä rajoitteista mitkä koneistus on suunnitteluun tuonut. Näin ollen lisäävää valmistusta käytettäessä tulee suunnittelu aloittaa käytännössä alusta. Lisäävässä valmistuksessa on ihan omat suunnittelusääntönsä ja -periaatteensa, mutta näiden avulla voidaan toisaalta saavuttaa

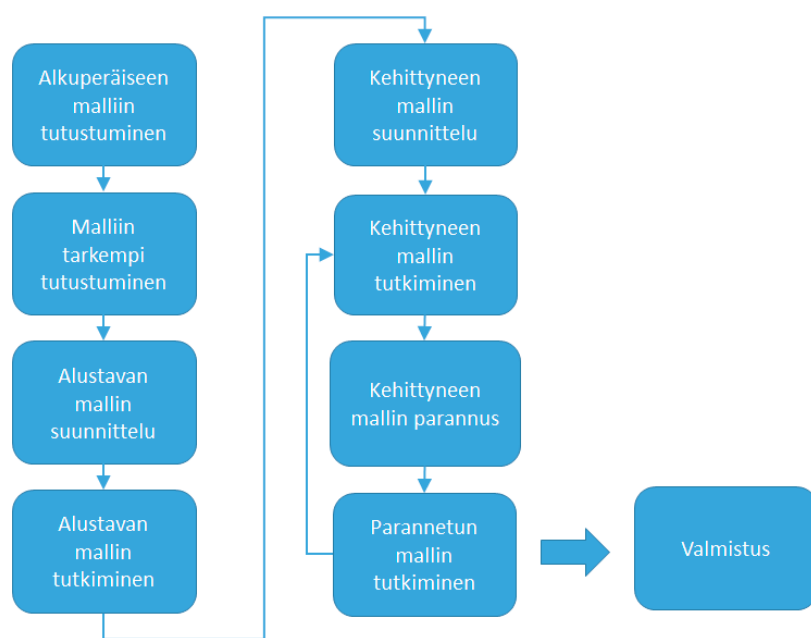
kaikki tekniikan hyödyt: painonsäästö, monimutkaiset rakenteet ja tuotteen suorituskyvyn merkittävä tehostuminen. Lisäävä valmistus mahdollistaa aivan uudenlaisten tuotteiden, tuotannon ja liiketoiminnan tekemisen, jos vain sen tuoma etu osataan oikein ymmärtää.

Lisäävässä valmistuksessa on rajoitteita

Suunnittelu lisäävää valmistusta varten sisältää paljon huomioitavaa. Ensimmäiseksi tulee tiedostaa millä lisäävän valmistuksen menetelmällä tuote aiotaan valmistaa. Tämän jälkeen suunnittelijan tai suunnittelijoiden tulee olla tietoisia kyseiseen menetelmään liittyvistä mahdollisuuksista, rajoituksista sekä suunnittelusäännöistä. Tässä kohtaa on erittäin tärkeää ymmärtää, että lisäävässä valmistuksessa on rajoitteita ja pullonkauloja aivan samalla tavalla kuin missä tahansa muussakin valmistustekniikassa. Toisin sanoen 3D-tulostus ei ole oikotie helpompaan tuotantoon, mutta oikein ymmärrettynä antaa valtavan mahdollisuuden tehdä asioita uudella tavalla ja täysin uudenlaisia tuotteita.

Suunniteltaessa 3D-mallia on myös pidettävä mielessä, että mallin tulee olla niin sanotusti kiinteä eli vesitiivis (*water tight*). Suunnittelusääntöjä liittyy varsinkin metallisten tuotteiden valmistamiseen. Yksi suuri yksittäinen pullonkaula on tukielementtien tarve. Koska mitään ei voi rakentaa "tyhjän" päälle, pitää tällaisten "roikkuvien rakenteiden" alle generoida tukirakenteita. Pahimmillaan tukirakeita ei voida ollenkaan poistaa kappaleen sisältä tai ainakin niiden poisto vie hyvin paljon aikaa, mutta oikealla suunnittelulla vältetään helposti tukielementtien aiheuttamilta ongelmilta. Pääsääntö on pyrkiä suunnittelemaan ns. "itse itseään" tukevia rakenteita, joissa ei tarvita ollenkaan tukielementtejä. Juuri tämän takia suunniteltaessa tuotteita lisäävän valmistuksen menetelmille kannattaa toimia yhteistyössä alan eriytösoaajien kanssa. Jos kyseessä on tuote, jota on valmistettu jo perinteisillä valmistusmenetelmillä, mutta nyt haluttaisiin tehdä lisäävällä valmistuksella, tuotteen suunnitteluprosessi voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavalla tavalla (katso kuva 1):

1. Alkuperäiseen malliin tutustuminen
2. Aihepiirin ja mallin tarkempi tutkiminen
3. Alustavan mallin suunnittelu
4. Alustavan mallin tutkiminen, mitä tulisi muuttaa



Kuva 1. Suunnittelun työvaiheet, kun perinteisillä menetelmillä valmistettu tuote suunnitellaan uudelleen lisäävää valmistusta varten.

5. Kehittyneen mallin suunnittelu
6. Kehittyneen mallin tutkiminen muiden asiantuntijoiden kanssa, mitä tulisi parantaa
7. Parannusten ja muutosten toteuttaminen malliin
8. Mallin tutkiminen asiantuntijoiden kanssa ja siirtyminen vaiheeseen 9 tai palaaminen vaiheeseen 7
9. Valmistus

Monimutkaisuus ei vaikuta kustannuksiin

Alkuperäistä mallia ei todennäköisesti kannata alkaa kopioida, mutta siihen kannattaa tutustua. Esimerkiksi Mikko Hovilehdon diplomityössä hydraulikkalohkon suunnittelussa tutustuttiin enemmän alkuperäisen lohkon kaavioon kuin itse tuotteeseen. Suunnitteli-

jan tulee myös muistaa, että tuotteen monimutkaisuus lisäävän valmistuksen tapauksessa ei vaikuta valmistuksen kustannuksiin mikäli tuotteen tilavuus ei kasva. Tämä onkin yksi lisäävän valmistuksen suurista mahdollisuuksista.

Suunnittelussa pitää ottaa huomioon myös tuotteen jälkikäsitely. Valmistettua tuotetta joudutaan aina käsittelemään jossain määrin, esimerkiksi hiekkapuhaltamalla, hiomalla ja joissain tapauksissa myös koneistamaan. Lisäävän valmistuksen jälkeen vaaditaan siis aina jonkinlainen jälkikäsitely valmistetuille pinnoille, jotta aikaansaadaan haluttu pinnanlaatu. Tällöin on jo suunnitteluvaiheessa otettava huomioon, että koneistukset on mahdollista toteuttaa, tuote pystytään kiinnittämään koneistusta varten sekä tuote kestää

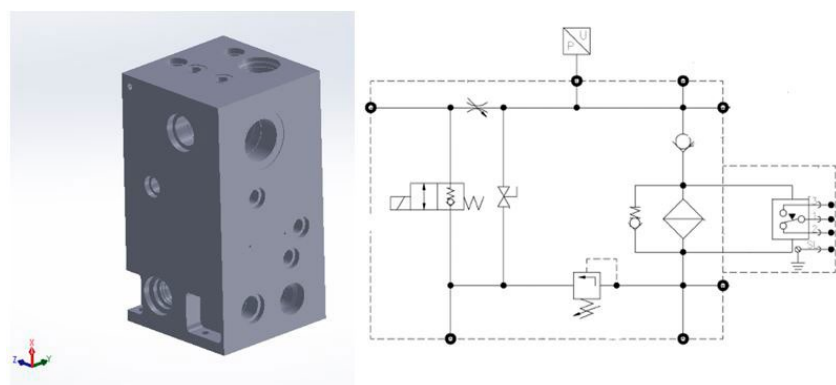
koneistuksesta aiheutuvat voimat.

Kehitettäessä tuotetta lisäävää valmistusta varten, kannattaa tuote valmistaa ennen viimeistä suunnitteluvärsiötä esimerkiksi muovista edullista materiaalin pursotusmenetelmään (ns. FDM, *fused deposition modeling*) perustuvaa laitetta käyttäen. Näin saadaan tuotteesta fyysinen malli, jota tutkimalla voidaan löytää parannuskohteita. Malli voidaan valmistaa myös suoraan metallista, mutta pelkästään kokeilua ja hahmottelua varten sen valmistaminen muovista on huomattavasti edullisempaa ja nopeampaa.

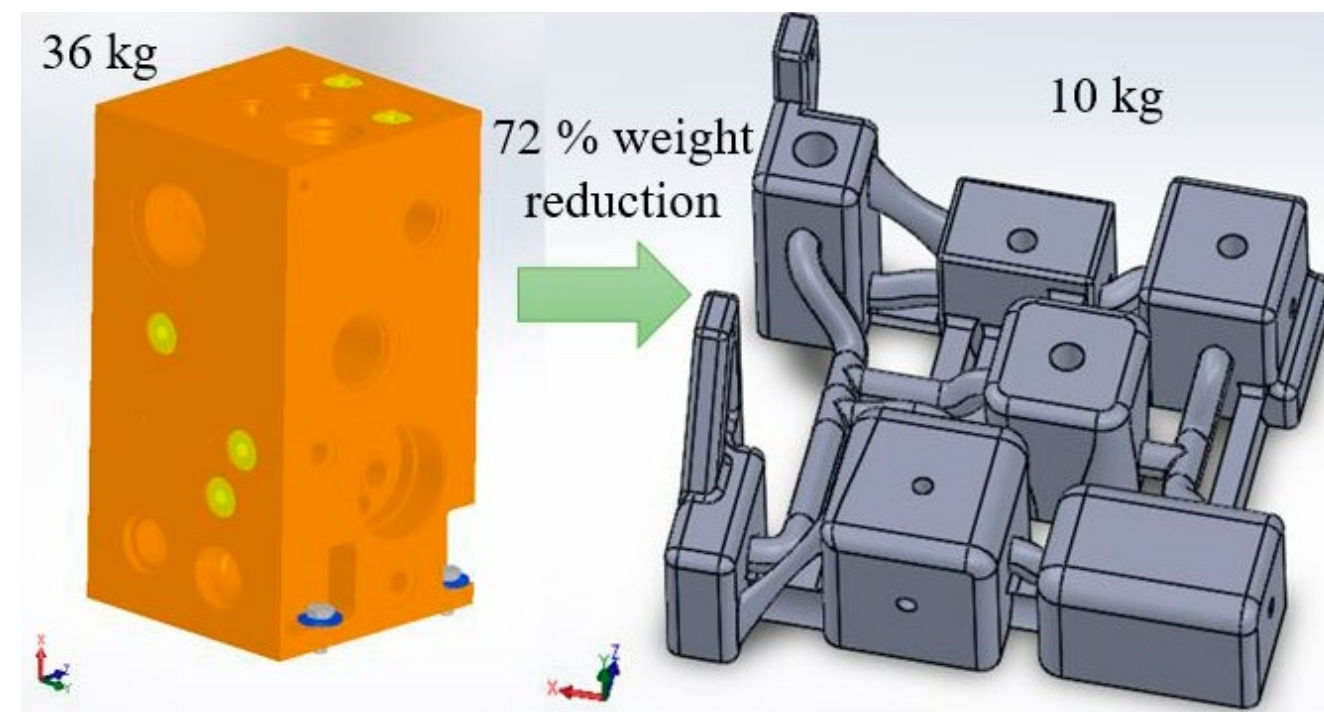
Mikko Hovilehdon diplomityössä suunnittelussa käytetty tuote, hydraulikkalohko, oli alkuperäisenä suuri ja painava (36 kg) ja se oli suunniteltu valmistettavaksi koneistamalla. Tuotteessa oli paljon ylimääräistä painoa sekä apureikiä, joiden avulla saatiin luotua varsinaiset virtauskanavat. Tuote valittiin tarkasteltavaksi sen takia, että sen suunnittelu ja valmistus metallien jauhepetitektiikalla voisi tuoda huomattavan säästön painon suhteen sekä parantaa sen toimivuutta parantuneen virtauksen ansiosta. Jauhepetitemetelmällä kyseistä tuotetta ei sellaisenaan kannata valmistaa, joten suunnittelu aloitettiin alusta. Syy tähän on se, että tällaisen "massiivirakenteen" valmistukseen pienen fokusoidun lasersäteen (halkaisija tyypillisesti n. 0.1 mm) avulla menee erittäin kauan aikaa ja tätä kautta tuotteen valmistuskustannukset karkaavat helposti käsistä. Kuvassa 2 on esitettyä alkuperäinen tuote sekä sen kaavio.

Pisaranmuotoiset putket haasteena

Hydraulikkalohkon suunnittelussa oli erityisen haastavaa sen monimutkaisuus. Tuotteessa on useita komponentteja, joille tulee koneistaa pesät ja nämä kaikki kohteet pitävät olla myös koneistettavissa, mikä luo huomattavan paljon rajoitteita mallin suunnitteluun. Tuote suunniteltiin kaavion perusteella sekä hyödyntäen komponenttivalmistajien tarjoamia mittoja pesien koneistusta varten. Suunnittelussa suurimmat hankaluudet liittyivät venttiilipesien sijoitukseen sekä pisaranmuotoisten putkien 3D-käyrien mallintamiseen. Mallinnus tehtiin SolidWorks-ohjelmistolla. Putkien minimihalkaisijaksi oli



Kuva 2. Alkuperäinen hydraulikkalohko sekä lohkon toimintakaavio.



Kuva 3. Vanha ja uusi hydraulikkalohko.

määritelty 8 mm. Putkista ja kanavista piti suunnitella pisaranmuotoiset, sillä valmistusmenetelmä aiheuttaa rajoituksen, jonka takia halkaisijaltaan yli 7 mm putkien tai kanavien teko ei onnistu kohtisuorassa valmistussuuntaan nähden. Tämä johtuu edellä mainitusta 3D-tulostamisen haasteesta jossa "tyhjän" päälle ei voida rakentaa, ja kun putken halkaisija kasvaa niin muodostuu ns. "tyhjänpäällä roikkuvia" (*overhanging structures*) pintoja. Alkuperäisen mallin suodatin päätettiin vaihtaa toisen tyyppiseen suodattimeen, helpottaen uuden mallin suunnittelemista. Lopullinen design on esitetty kuvassa 3. Alkuperäinen lohko painoi 36 kg ja uudelleensuunnit-

telun avulla saatiin erittäin merkittävä 72 %:n painonsäästö, eli lopullisen tuotteen paino oli 10 kg.

Suunniteltuun tuotteeseen pitää valmistuksen jälkeen vielä koneistaa pesiä hydraulikkakomponentteja varten. Lopulliseen malliin lisättiin x:n muotoisia poikittais-tukia varmistamaan, että tuote kestää pesien koneistuksesta aiheutuvat voimat. Metallien jauhepetisulatuksella valmistettava tuote tarvitsee lisäksi tukirakenteet valmistusprosessia varten.

Kuten tässä artikkelissa on käynyt hyvin konkreettisesti ilmi, yritysten pitäisi pystyä ennakkoluulottomasti testaamaan, paitsi tuotteidensa soveltuvuutta lisäävään valmistukseen ja

3D-tulostukseen, myös miten paljon parempia tuotteista voidaan tehdä, suunnittelemalla ne täysin uudella tavalla. Näin uuden teknologian mahdollisuudet voidaan hyödyntää kaikin mahdollisin tavoin. Tässä kohtaa koulutuksen merkitys kohoaa keskeiseen rooliin. Uusia työelämään saapuvia sukupolvia tulee kouluttaa tietämään tekniikasta, sen mahdollisuuksista ja rajoitteista. Koulutusta on lisättävä myös olemassa olevassa teollisuudessa, jotta tekniikan implementointi voisi edetä ennakkoluulottomasti Suomessa. Lisäksi koulutusta tarvitaan, että suomalainen teollisuus pysyy kansainvälisessä kilpailussa mukana. ■

Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla on koulutettu lisäävän valmistuksen ja 3D-tulostuksen osaajia usealla eri kurssilla ja opintojaksolla. Koulutusta on tehty mm. kurssilla *Additive Manufacturing and 3D printing* vuodesta 2012 alkaen. Lisäksi Lappeenrannassa on koulutettu teollisuutta vuodesta 2014 lähtien, ja koko ajan tehdään räätälöityjä koulutuspaketteja teollisuuteen. Yliopistolla on myös kesäkoulussa (LUT Summer School) järjestetty kahtena eri kesänä *Additive manufacturing and 3D printing* -kurssi, jolla oli viime kesänä 35 opiskelijaa kahdeksasta eri maasta. Yliopistolla on suunnitelmissa aikaansaada vuoden 2017 aikana myös jatko-opintokokonaisuus lisäävästä valmistuksesta sekä 3D-tulostuksesta.

Mikko Hovilehto, Heidi Piili, Ville-Pekka Matilainen, Joonas Pekkanen ja Antti Salminen:

Lasertyöstön tutkimusryhmä, Konetekniikan osasto, School of Energy Systems, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Lauri Jokinen:
Metso Minerals.

3D-tulostuskoulutuksella osaamista yrityksiin

Jyväskylän ammattikorkeakoulun yhtenä strategiana on pitkään ollut insinöörin tutkintoon tähtäävän koulutuksen lisäksi täydennyskoulutus jo valmistuneille tekniikan alan ammattilaisille. Yksi pitkäaikaisimmista on CAD-koulutukset. Jo yli kahdenkymmenen vuoden ajan järjestettyjen koulutusten teemat ovat vaihdelleet suunnittelun eri aihepiirien ympärillä. Alun 2D AutoCAD -koulutuksista on edetty 3D-mallinnukseen ja sen ominaisuuksien hyödyntämiseen. Uusimpana täydennyskoulutuksena on aloitettu 3D-tulostuksen eli lisäävän valmistuksen opetus. Ensimmäinen koulutusjakso päättyi lokakuussa ja toinen alkoi marraskuussa.

Aiemmin Keski-Suomessa vastaavanlaisia koulutuksia on järjestetty Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopistokoulutuksella Pokella Äänekoskella. Hyvät kokemukset, kuten jokaiselle opiskelijalla oma tulostin, joka voidaan ottaa tarvittaessa mukaan työssäoppimisjaksolle, päätettiin säilyttää. Myöskään ensisijaisten hakijoiden ammatillisista osaamista ei rajattu mitenkään, vaan kurssi pidettiin avoimena kaikille suunnittelusta kiinnostuneille.

Suosio yllättää

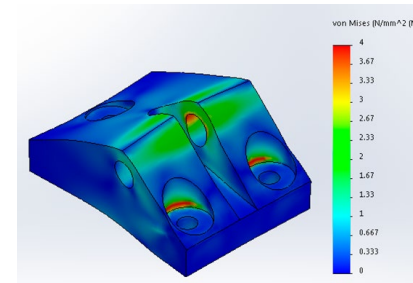
Kurssin suosio yllätti kouluttajat täysin. Yli 70 hakijaa kahdelletoista aloituspaikalle on varmasti kaikkien aikojen ennätys työvoimakoulutuksissa. ”Myös hakijoiden ammatillinen tausta ja kotipaikkakunnat olivat täysi yllätys. En voinut kuvitellakaan, että alasta kiinnostuneissa hakijoissa on artesaaneja, muotoilijoita, kultaseppiä, mediatekniikan osaajia, koneistajia, fyysikoita, kemistejä, arkkitehtejä, sähkö- ja automaatioalan

sekä kaupallisen koulutuksen omaavia henkilöitä”, kertoo koulutuksesta vastaava **Antti Henell** ja jatkaa: ”haastattelutilanteessa oli turha kysellä Etelä-Suomesta tulevalta kultasepältä hänen motivaatiotaan. Riitti kun varmistin hänen ymmärtävän, että koulutuksen perusteet pohjautuvat konesuunnitteluun ja hänen itse on etsittävä tieto kuinka 3D-tulostusta sovelletaan hänen alallaan.” Kokonaisuutena noin 10 % hakijoista oli Jyväskylän talousalueen ulkopuolelta, joten tarvetta vastaaville koulutuksille on varmasti myös muualla Suomessa.

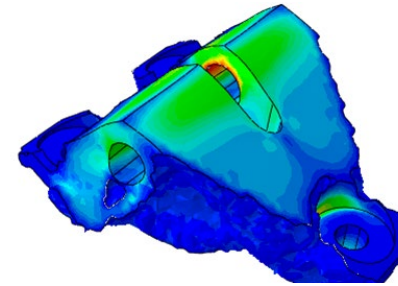
Koska tulostamaan oppii vain tulostamalla, kaikilla oppilailla oli oma henkilökohtainen MiniFactorin Dual-tulostin. Tulostimen toiminnallisuus oli Henellin mukaan sopivalla tasolla. Kahdella suuttimella kyettiin yhdistämään eri värejä ja käyttämään tukirakenteita. Materiaalivalikoima oli riittävä, jotta pystyttiin testaamaan, kuinka eri materiaalit ja jopa värierot materiaaleissa käyttäytyvät tulostettaessa. Tulostami-

sen käytännön ongelmat tulivat myös ryhmälle hyvin esille jo koulutuksen aikana. Tulostaminen ei ole tämän hintaluokan tulostimilla vain pelkkiä plug and play -toimintoja, vaan tulostimet vaativat myös kalibrointia ja huoltoja. ”Avoimessa ympäristössä lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat tulostusjälkeen. Kaikkia tällaisia ongelmia jouduimme ratkomaan kesän aikana”, paljastaa Henell.

Kurssin teoriaosuuden sijoittuminen kesälle oli tilojen käytön kannalta erinomainen valinta. Koko JAMK:in välineistö oli koulutuksen käytössä. Oppilailla oli vapaa pääsy tiloihin myös iltaisin ja viikonloppuisin. Myös viereinen protopaja mahdollisti tulosteiden viimeistelyn ja testauksen. ”Käydessäni eräänä perjantai-iltana tulostusluokassa oli töissä vielä kaksi opiskelijaa sekä yhdeksän tulostinta kahdestatoista. Tiesin, että olemme oikeilla jäljillä. Mahdollisuuksien luominen ja vapaat kädet tehdä haluamia tehtäviä, on tehokkain ratkaisu tälle kurssille”, Henell iloitsee.



Simuloinnin avulla alkuperäisen rakenteen arvioitiin kestävän n. 7000 Newtonin voima.



Optimoitun kappaleen simulaatiosta pääteltiin, että se tulee kestämaan suunnitteen yhtä hyvin kuin alkuperäisenkin rakenne.

Mallinnusta, optimointia, testausta ja tulostusta

Kurssin laajuus oli 120 päivää ja kautuen 60 päivän koululla tapahtuvaan teoriaosuuteen ja samannimiseen työssäoppimisjaksoon oppilaiden ammatillista vastaavassa työympäristössä. Kurssi aloitettiin kolmen viikon perehdyttämisen ja kertaustuksen suunnitteluun ja koneenpiirustukseen. Palautteessa oppilaat pitivät tätä tarpeellisuutena, sillä harjoittelujaksolla lähes kaikki työskentelivät myös teknisten dokumenttien kanssa.

Tulostuksen ja mallinnuksen lisäksi materiaalteknikan osiolla tulostusmateriaaleina käytettyjä PLA- ja ABS-muoveja testattiin vetokokein ja tutkittiin kosteuden vaikutusta tulostusjälkeen. Vetokokeen avulla todennettiin topologisen optimoinnin tulokset. Muotoa optimoitiin siten, että saatiin aikaan puolet kevyempi rakenne. Simulointi ennusti kestävyysvähintään tarkasti.

Tulostettavien kappaleiden mallintaminen ja simulointi tehtiin SolidWorks-ohjelmistolla. Optimointiin käytettiin Abaqus- ja Tosca-ohjelmistojä.

Käytännön tekeminen parasta

Taina Tossavainen oli yksi koulutukseen osallistujista. Hän on muotoilija, joka on tehnyt konseptointia, markkinointia, suunnittelua ja visualisointia useille suomalaisille kaikkien tuntemille

yrityksille, kuten Fazer, L'Oréal ja L'Oréal. 3D-mallintaminen on hänelle tuttua ja nyt hän halusi laajentaa osaamistaan 3D-tulostuksen rintamalla. Hänelle jäi positiivinen kuva koulutuksesta, vaikka kyseessä oli ensimmäinen 3D-tulostukseen keskittyvä opetusjakso. Koska kyseessä oli myös tietyllä tavalla testiryhmä, toivoi JAMK palautetta kurssilaisilta. Kurssilaiset omaksuivat tämän hyvin ja tästä muodostui hyvä vuoropuhelu koko prosessin ajaksi koulutuksen järjestäjän ja kurssilaisten välille.

Tossavainen mielestä parasta oli käytännön tekeminen. Koulutukseen sisältyi myös yritykseen tehtävä harjoittelujakso. Tämä oli myös hyvä asia. Näin pääsi käytännössä hyödyntämään oppimaansa. Yhtenä haasteena oli harjoittelupaikan löytäminen. Harjoittelupaikan osui elokuulle, joka hieman vaikeutti harjoittelupaikan löytämistä johtuen kesälomakaudesta juuri ennen harjoittelun aloittamista. JAMK käytti omia verkostojaan harjoituspaikkojen löytämiseksi, mutta oma-aloitteisuus edesauttoi sopivan paikan löytymisessä.

Tossavainen kokee yhdeksi positiiviseksi asiaksi joustavuuden. Harjoittelupaikan löytäminen oli hieman vaikeaa. Samoin koulutuksen sisältöä oli mahdollista muokata omien kiinnostuksen kohteiden mukaan. Mitä pidemmälle koulutus eteni, sitä enemmän se muodostui omatoimiseksi ja joustavammaksi. Tämä oli hyvä asia, sillä osallistujilla oli hyvin heterogeeninen tausta ja intressit. Iso plussa Tossavainen mukaan oli myös siinä, että kurssilaiset pääsivät oma-aloitteisesti tekemään harjoitustöitä iltaisin ja viikonloppuisin. Omatoiminen työskentely lisäsi oppimista. Mallinnuksessa käytetty SolidWorks-ohjelmisto oli tuttu, joten hän pystyi keskittymään asioihin, joita haluaa kehittää lisää, kuten pintamallinnus.

Osalla kurssilaisista meni enemmän aikaa mallinnuksen opetteluun, joka vähensi aikaa 3D-tulostuksen opetteluun. ”Valmiiden verkosta löytyvien mallien käyttäminen oli toisaalta siinä mielessä hyvä, että pystyi tutkimaan vaikeampien muotojen ja rakenteiden tulostusta. Tämä opetti ymmärtämään tulostuksen rajoja ja järkevyyttä sekä kehitti omien mallien suunnittelussa”, Tossavainen pohtii.

Avoimuus koulutuksen aikana palkitsi järjestäjää sekä opiskelijoita. Paikalla kierteli välillä muutakin JAMK:in henkilöstöä ja vierailijoita, jotka eivät osallistuneet koulutukseen, joiden kanssa pystyi vaihtamaan ajatuksia. Lisäksi paikalla kävi muita innokkaita 3D-tulostuksesta kiinnos-

tuneita, joilta sai ideoita ja ratkaisuja.

Koulutuksen sisältö täytti odotukset. Tietyt aihealueet tehtiin hiukan liian nopealla aikataululla. ”Ei aina kunolla ehtinyt sisäistää oppimaansa, kun oli aika jo esitellä tuloksia muille”, Tossavainen kertoo. Kuusi kuukautta onkin hänen mielestään minimipituisuus tämän kaltaiselle koulutukselle, jotta siinä todella ehtii tekemään käytännön harjoituksia. Pintakäsittely jäi myös liian vähälle huomiolle. Tähän hän toivoisi enemmän selkeää osiota opetuksessa ja käytännön tekemistä.

Koulutuksessa käytiin lävitse 3D-tulostuksen mahdollisuuksia ja rajoituksia suunnittelun näkökulmasta. Samoin opeteltiin tulostettavien rakenteiden optimointia. Tätä olisi Tossavainen mielestä voinut miettiä enemmän, olisiko jokin toinen menetelmä tai ohjelma paremmin toiminut kaikille taustasta huolimatta.

Kehitysideana Tossavainen heittää mahdollisuuden verkostoitumisesta eri kurssien välillä. Esimerkiksi jos ensimmäiselle kurssille osallistuneet voisivat tavata nyt aloittaneen kurssin osallistujia.

Tossavainen kertoo, että ei ole vielä koulutuksen jälkeen päässyt täysin hyödyntämään saatua oppia työssään. Hän kokee tärkeäksi, että tuntee nyt 3D-tulostuksen mahdollisuudet ja potentiaalin. Tossavainen haluaisikin viedä muotoilun ja 3D-tulostuksen teknisiä elementtejä mm. soveltavan taiteen sovelluksiin. ”Työn alla on useampi aihio ja odotan innolla millaisia mahdollisuuksia tulee vastaan”, Tossavainen paljastaa. ■



”Parasta oli käytännön tekeminen”, kertoo koulutukseen osallistunut Taina Tossavainen.

Lapin AMK rakentaa 3D-tulostuksen oppimisympäristöä

Lapin Ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksen tavoitteena on rakentaa ja kehittää 3d-tulostuksen ympärille uudenlainen oppimisympäristö, jossa koneensuunnittelun opetukseen integroidaan uutta tekniikkaa ja käytäntöä. Oppimisympäristön rakentamisessa tärkeänä kumppanina on Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) Lasertyöstön tutkimusryhmä (LUT Laser).

Nimeni on **Ari Pikkarainen** ja toimin Lapin Ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksessa lehtorina. Vastuualueeseeni kuuluvat koneensuunnittelun opetus ja siihen liittyvät oppiaineet. Taustaltani olen konetekniikan insinööri (YAMK) ja olen työskennellyt päätoimisena opettajana 10 vuotta. Tätä ennen toimin kone- ja laitesuunnittelijana, jonka kautta pääsin työskentelemään laaja-alaisesti alueen tehtaissa ja yrityksissä erilaisten suunnittelutehtävien parissa. Syksyllä 2015 sain mahdollisuuden suorittaa diplomi-insinöörin tutkinnon Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa (LUT), kun sain opiskelupaikan kevään 2015 yhteishaussa. Pääsin konetekniikan JeDI-koulutukseen (Joustavasti etäopiskellen Diplomi-Insinööriksi), joka soveltui minulle erinomaisesti. Kolmen lapsen isälle, joka työskentelee niin päiväopetuksen kuin ilta- ja viikonloppuopetuksen parissa, opiskelun suorittaminen täysipäiväisenä opiskelijana työn ohessa olisi ollut melkein mahdotonta. Koulutusmuoto yhdistää sopivasti etäopetuksen ja lähiopetusjaksot, joita on 4-6 vuodessa. Etäopiskelu antoi mahdollisuuden päivittää insinöörin tutkintoni DI-tutkinnoksi minulle sopivalla tavalla. Opiskelut ovat tämän artikkelin kirjoitushetkellä loppusuoralla valmistumisen häämöttäessä kevätlukukauden 2017 lopussa. Tämä artikkeli liittyy tekemääni diplomityöhön, joka käsittelee 3D-tulostamisen ympärille luotavaa oppimisympäristöä konetekniikan opetuksessa sekä tekniikan haltuunottoa koulussamme.

Lapin ammattikorkeakoulussa on noin 5800 opiskelijaa ja 470 henkilökuntaan kuuluvaa. Lapin AMK ulottuu kolmeen kaupunkiin: Rovaniemelle, Kemiin ja Tornioon tarjoten tutkintoon johtavaa koulutusta niin teollisuuden ja luonnonvarojen, kaupan ja kulttuurin, hyvinvointipalveluiden kuin matkailupalveluidenkin osaamisalalla. Lapin AMK syntyi tammikuussa 2014 silloisen Kemi-Tornion AMK:n ja Rovaniemen AMK:n yhdistymisen tuloksena. Lapin AMK:n konetekniikan koulutus tapahtuu Kemin Tekniikan yksikössä ja siellä on alkamassa uusi aikakausi erityisesti koneensuunnittelun opetuksessa 3D-tulostuksen

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Konetekniikan koulutuksen yhtenä osana Lapin AMK:ssa on koneensuunnittelun opetus, johon kytkeytyy sekä tuotekehityksen että tuotantotekniikan eri osa-alueet ottaen huomioon erityisesti valmistettavuuden, käynnissäpidettävyyden ja käytettävyyden periaatteet. Suunnittelun opetus nojaa vahvasti käytännössä tehtäviin suunnittelutöihin. Näissä konetekniikan opiskelijat muodostavat projektiluonteisesti suunnittelutoimiston, jossa toteutavat yhteistyökumppanien tilaamia suunnittelu- ja kehitystöitä soveltaen oppimiaan tietoja ja taitoja. Matkan varrella lukuisat yhteistyökumppanit ovat olleet toimeksiantajan roolissa. Näitä ovat mm. Ammattiopisto Lappia, Outokumpu, Lapin ammattiopisto ja uusimpana Euroopan hiukkasfysiikan tutkimuskeskus CERN, jonka kanssa Lapin AMK solmi pysyvän yhteistyösopimuksen vuoden 2015 lopussa. Erityyppiset toimeksiannot ja yhteistyökumppanit antavat opiskelijoille mahdollisuuden harjoitella todellisia työelämän taitoja aidossa ympäristössä.

Materiaalin pursotus suosituinta

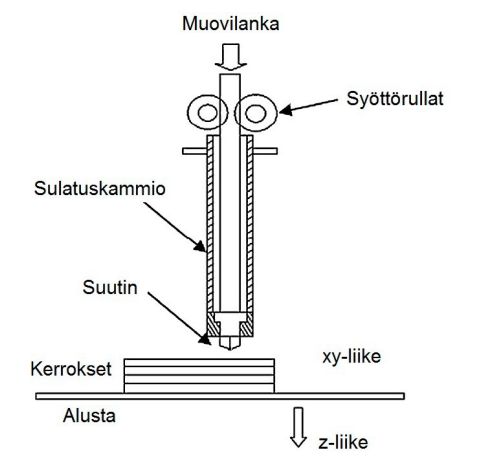
3D-tulostaminen, tai ammattitermein lisäävä valmistus (*additive manufacturing*), on menetelmä, jossa 3D CAD-mallista voidaan valmistaa konkreettinen esine ilman perinteisen valmistustekniikan edellyttämiä vaiheita. 3D-tulostamalla voidaan valmistaa tuotteita metallista, muovista, keraamista sekä erilaisista komposiitti- ja yhdistelmä materiaaleista. Tu-

lostusteknologiat jaotellaan yleisesti seitsemään eri kategoriaan, joita ovat esimerkiksi allasvalopolymerisaatio (*vat photopolymerization*), jauhepetisulatus (*powder bed fusion*) ja materiaalin pursotus (*material extrusion*). Näistä jo pelkän markkinaosuudenkin pohjalta suosituin tekniikka on tulostaminen materiaalia pursottamalla, kuten kuvassa 2 nähdään.

Materiaalipursotuksen kaikkein yleisin tekniikka on FDM (*fused deposition modeling*), jossa tulostettavana materiaalina toimivat yleisimmin muovit, kuten PLA ja ABS. FDM:ssä muovimateriaali on kerällä olevana lankamaisena filamenttina, joka syötetään laitteistoon tulostinpäässä sijaitsevien vetorullien avulla. Vetorullat johdattavat filamentin sulatuskammioon, jossa se sulataan muovilaadun sulamispisteen mukaisesti ja pursotetaan paineen avulla suuttimen läpi lämmitetylle alustalle, kuten kuvassa 3 nähdään.

DFAM ohjaa suunnittelua

3D-malli on suunnittelun lopputulos ja 3D-tulostuksessa suunnittelu eroaa totutuista periaatteista esimerkiksi lastuavaan työstöön nähden. 3D-tulostus antaa suunnittelijalle lähes vapaat kädet suunnitella ja tulostaa rakenteita, jotka olisivat melkein mahdottomia tai ainakin erittäin kalliita valmistaa perinteisin menetelmin. Tällöin kappaleen suunnittelussa tulee ottaa huomioon valitun tulostustekniikan mahdollisuudet ja rajoitukset, joiden pohjalta menetelmästä käytetään nimitystä DFAM



Kuva 3. FDM-tekniikan periaate (Gibson, Rosen, Stucker 2015).

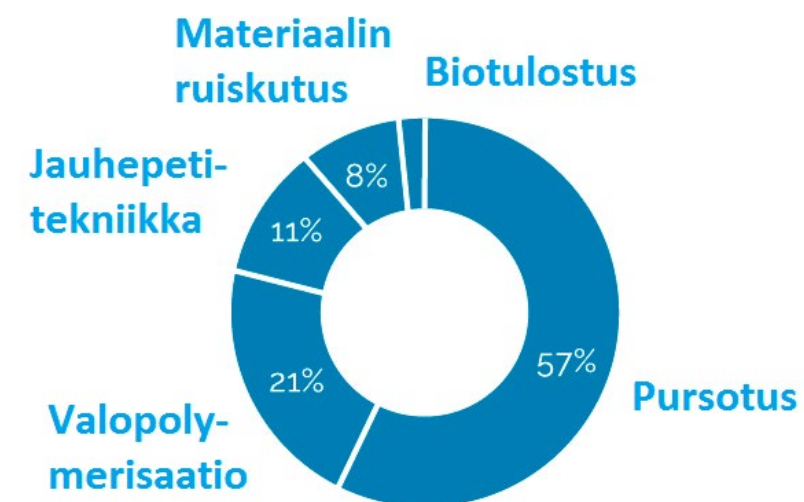
(Design for additive manufacturing).

DFAM voidaan käsittää suunnittelua ohjaavaksi prosessiksi, joka sisältää joukon ohjeistuksia ja sääntöjä kappaleen suunnittelulle ja tulostamiselle. Prosessi tähtää tulostamisen kannalta optimoituun lopputulokseen ja antaa mahdollisuuden tulostaa tarpeen mukaisia kappaleita. DFAM asettaa myös koneensuunnittelun opetukselle ja oppimiselle uudenlaisen näkökulman - jossa tehdään ero perinteisten konepajamenetelmien ja 3D-tulostamisen välillä. DFAM-prosessi voidaan kuvata useasta eri näkökulmasta katsottuna ja kuvassa 4 nähdään yksi malli, joka kuvaa prosessin vaiheita erityisesti kappaleen suunnittelun näkökulmasta katsottuna.

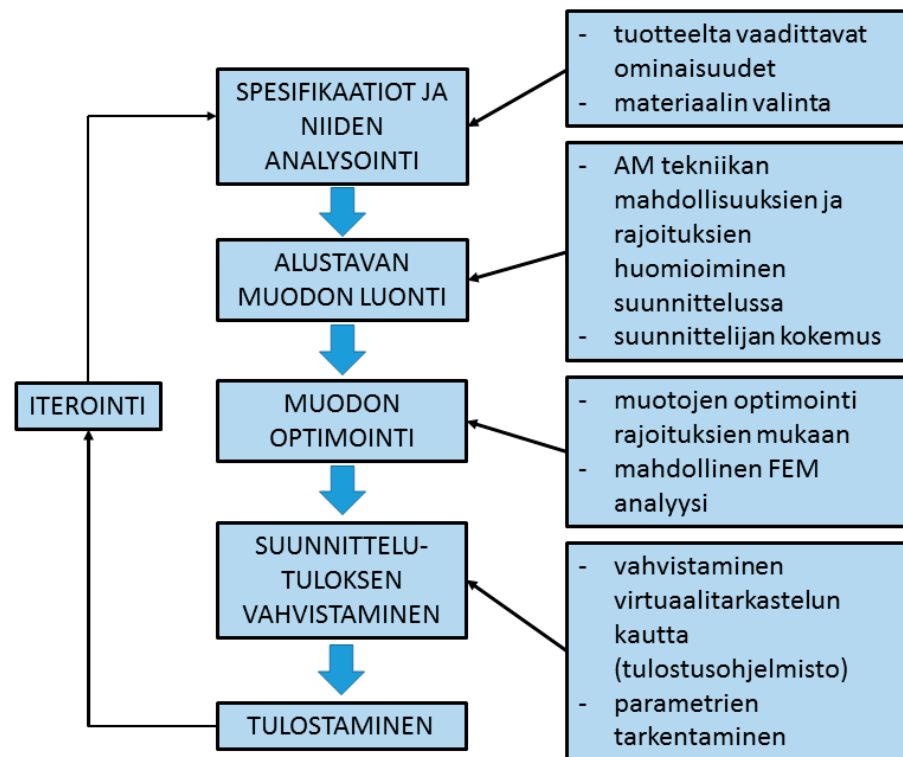
Suunnittelijan on tunnettava suunnitteluprosessin lisäksi myös DFAM-säännöt, jotka ohjaavat suunnittelua. Säännöt ovat ensisijaisesti riippuvaisia käytettävästä tekniikasta sekä materiaalista ja auttavat näin suunnitteluprosessin läpiviemisessä 3D-tulostamista ajatellen. Sääntöjä voidaan käyttää myös uusien käyttäjien koulutuksessa esittelemällä niiden avulla tulostamisen hyviä käytänteitä ja myös ei-hyviä käytänteitä. Ohjeistukset koskevat niin tulostustekniikkaa kuin tulostusprosessin mukanaan tuomia piirteitä, joita on lueteltu kuvassa 5.

Tyhjän päälle ei voi tulostaa

Hyvänä esimerkkinä DFAM-periaatteen soveltamisesta on ilmaisu, jonka mukaan tyhjän päälle ei voida tulostaa. Tämä tarkoittaa mahdollisten tukimateriaalien käyttämistä, jotta tulostaminen onnistuisi. Paras



Kuva 2. Maailmanlaajuiset markkinaosuudet vuoden 2015 viimeisellä neljänneksellä (Aniwa 2016).



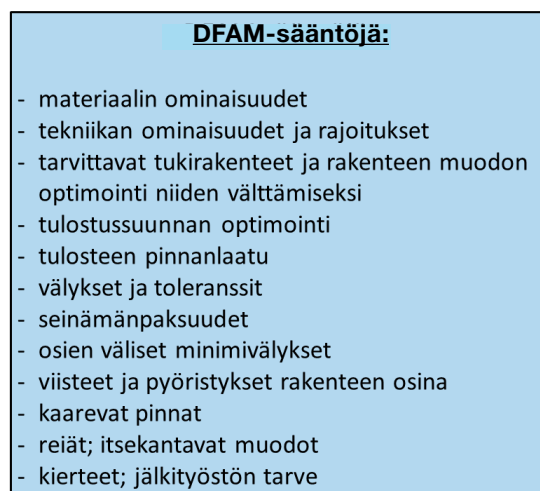
Kuva 4. DFAM-prosessi (Vayre, Vignat, Villeneuve 2012).

tilanne on se, jossa tukimateriaaleja ei tarvita ollenkaan oikeanlaisen muodon ja tulostusasennon valinnan johdosta. Tässä keskeisin ohjenuora on asettaa kappale mahdollisuuksien mukaan asentoon, jossa rakenteesta tulee itsekantava, kuten kuvassa 6 nähdään. Kuvan tilanteessa B tarvitaan rakenteen alaisia tukimateriaaleja kulmasta riippuen. Yleisesti käytetään 45 asteen sääntöä eli sen yli menevät kulmat ovat itsekantavia eivätkä tarvitse erillisiä, tulostettavia tukirakenteita. Sama pätee vaihtoehtoon A, mikä suoraan alustalle tulostettaessa ei tar-

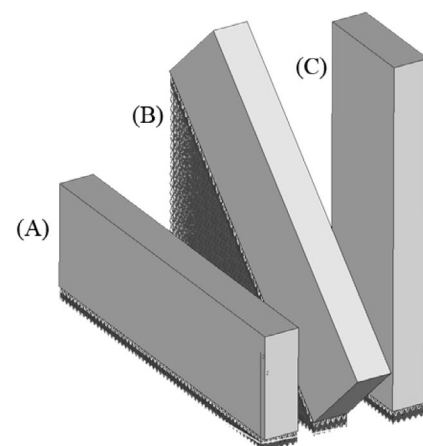
vitse erillisiä tukirakenteita mutta jos kappale nostettaisiin irti alustasta, vaatisi se alleen tukirakenteen. Toinen hyvä esimerkki on ohjeistus reikien tulostamiseen ja oikeanlaisen halkaisijan valintaan. On huomattu, että AM-sovelluksissa maksimi itsekantavan reiän koko on 7mm, jonka jälkeen reiän yläosassa on havaittavissa roikkumista. Tätä isommat reiät on varustettava tukirakenteella, optimoitava reiän muoto itsekantavaksi tai mahdollisuuksien mukaan, muutettava tulostussuuntaa. Periaate reiän koon optimoinnista on nähtävissä kuvassa 7.

FDM-tekniikka haltuun

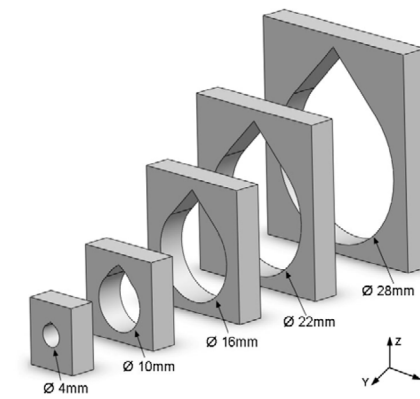
Lapin AMK:n koneensuunnittelun opetuksen tueksi hankittiin syksyllä 2016 6 kpl FDM-tekniikkaan perustuvaa tulostinta suomalaiselta Minifactory-tulostinvalmistajalta. Tavoitteena on rakentaa ja kehittää 3D-tulostuksen ympärille uudenlainen oppimisympäristö syksyn 2016 ja kevään 2017 aikana, jossa koneensuunnittelun opetuksen integroidaan uutta tekniikkaa ja käytäntöjä. Oppimisympäristön rakentamisessa tärkeänä kumppa-



Kuva 5. Huomioon otettavia DFAM-sääntöjä (Stratasys 2016, Thomas 2009).



Kuva 6. Tulostusasennon vaikutus tarvittavaan tuentaan (Thomas 2009).

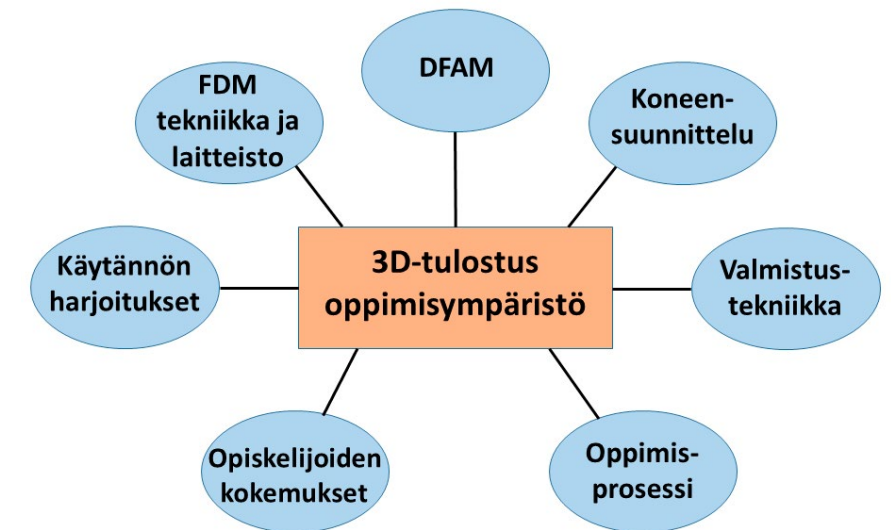


Kuva 7. Tulostettava reikä ja sen optimointi itsekantavaksi (Thomas 2009).

nina on Lappeenrannan teknillisen yliopiston (Lappeenranta University of Technology, LUT) Lasertyöstön tutkimusryhmä (LUT Laser). Se on erikoistunut erityisesti metallien tulostamiseen tarjoamalla korkeakoulutasoista opetusta ja täydennyskoulutusta 3D-tulostamisen parissa.

Oppimisympäristön luomisessa on tarkoitus ottaa FDM-tekniikka haltuun, opiskella sen käyttöä ja erityispiirteitä sekä lisätä koneensuunnittelun opetukseen DFAM-periaatteiden soveltaminen erityisesti prototyyppien suunnittelussa, valmistuksessa ja hyödyntämisessä. Oppimisympäristön periaate voidaan nähdä kuvassa 8.

Odotukset 3D-tulostamisesta ja sen mahdollisuuksista ovat aloittavilla käyttäjillä yleensä varsin korkeat mutta vasta käytännön harjoitukset antavat todellisen kuvan tekniikoiden rajoituksista ja siitä, mitä suunnittelijan on tiedettävä ja otettava huomioon, jotta saadaan aikaan onnistunut 3D-tulostettu tuote. Asiat, kuten tulostettavan materiaalin valinta, oikeiden lämpötilojen etsiminen ja sopivan tulostusnopeuden säätö materiaalien ominaisuuksien mukaan ovat asioita, jotka on opittava käytännön kautta DFAM - periaatteiden lisäksi. Erilaiset tekniikat antavat valtavan määrän mahdol-



Kuva 8. 3D-tulostuksen oppimisympäristön periaate

lisuuksia myös opettamisen sekä oppimisen näkökulmasta. Teke-mällä oppiminen saa tämän myötä aivan uutta sisältöä ja mahdollistaa myös opiskelijoiden tehokkaan osallistumisen oman oppimisensa kehittämiseen ja rakentamiseen.

3D-tulostaminen antaa opiskelijoille uudenlaisen näkökulman suunnitteluun ja valmistustekniikkaan sekä sen mahdollisuuksiin niin perinteisten kuin uusienkin menetelmien parissa. Oppimisympäristössä opiskelijat voivat käyttää FDM-tekniikkaa osana konetekniikan opiskelua ja saada näin uudenlaista tietoa erilaisten tuotteiden ja koneenosien toiminnasta ja rakenteesta. Perinteinen 3D-suunnittelu mahdollistaa tuotteen virtuaalisen tarkastelun, mutta vasta 3D-tulostaminen antaa kohteen tarkastelulle konkreettisen merkityksen ja suunnittelun opiskelulle aivan uuden sisällön. Prototyyppien perinteisen hyödyntämisen lisäksi opiskelijat voivat käyttää tulosteita erilaisissa projekteissa malleina sekä rakennusosina ja havaita näin polun suunnittelusta valmistukseen konkreettisesti. ■

Lähteet:

- Lapin ammattikorkeakoulu, 2016.
- Gibson, Ian. Rosen, David. Stucker, Brent. Additive Manufacturing Technologies, 2015.
- Vayre, B. Vignat, F. Villeneuve, F. Designing for Additive Manufacturing, 2012.
- Thomas, Daniel. The Development of Design Rules for Selective Laser Melting, 2009.
- FIRPA – Suomen Pikavalmistusyhdistys, 2016.
- LUT Lasertyöstön laboratorio, 2016.
- Stratasys Inc. – DFAM periaatteet, 2016.
- Aniwa. 3D printers comparison. 3D printers market: <http://www.aniwaa.com/3d-printing-market-watch-q4-2015>, 2016.

Ari Pikkarainen:

Konetekniikan koulutus, Lapin Ammattikorkeakoulu, Kemi

Heidi Piili:

Lasertyöstön tutkimusryhmä, Konetekniikan osasto, School of Energy Systems, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

3DStep Event – protoilusta teolliseen mittakaavaan

Professori Olaf Diegelin johtamassa paneelikeskustelussa pohdittiin, miksi pohjoismaat eivät vielä hyödynnä 3D-tulostuksen mahdollisuuksia täysimittaisesti ja miten kehitystä voidaan vauhdittaa.

Lokakuussa järjestetty 3DStep Event kokosi Tampere-taloon yli kaksisataa 3D-tulostuksesta kiinnostunutta yritystä, tutkijaa ja kehittäjää. Mukana oli yhtälailla suomalaisia pörssiyhtiöitä kuin valmistavan teollisuuden *startup* -yrityksiä. Tapahtumaan toivat vahvan panoksensa kansainväliset eturivin toimijat, kuten Airbus, Materialise, Yamazaki Mazak, FIT AG ja Croft Additive Manufacturing.

Tapahtuman esityksissä ja työpajoissa nousi esiin alan selkeä tavoite: protoilusta ja kokeiluvaiheesta on aika siirtyä teollisen mittakaavan toimintaan määrällisesti ja laadullisesti. Tämä tarkoittaa mm. 3D-tulostukseen liittyvän suunnitteluosaamisen strategista kehittämistä, intensiivistä pyrkimystä sarjatuotantoon sekä teollisten standardien ja laatuvaatimusten omaksumista.

Professori **Olaf Diegelin** johtamassa paneelikeskustelussa pohdittiin, miksi pohjoismaat eivät vielä hyödynnä 3D-tulostuksen mahdollisuuksia täysimittaisesti ja miten kehitystä voidaan vauhdittaa. Mahdollisuuksia löydettiin mm. innovaatiokulttuurien jalostamisesta, osaamisen systemaattisesta kehittämisestä ja investoinneista. Paneeliin osallistuivat **Peter Sander** (Airbus), **Bart Peeters** (Materialise), **Reijo Karppinen** (Dynaset), sekä **Petri Räsänen** (Pirkanmaan liitto).

Tapahtuman yhteydessä järjestettiin pohjoismaiden ensimmäinen rakennusten 3D-tulostukseen keskittyvä innovaatiotyöpaja *Future Construction and*



Tapahtuman yhteydessä järjestettiin pohjoismaiden ensimmäinen rakennusten 3D-tulostukseen keskittyvä innovaatiotyöpaja Future Construction and Robotics.

Robotics. Rakennusten 3D-tulostus on vuoden 2016 kuluessa noussut aktiiviseksi kehityksen ja kokeilun aiheeksi. Työpajaan osallistui lähes kolmekymmentä rakennusalan eurooppalaista ammattilaista ja kehittäjää. Esimerkiksi

työpajaan osallistunut IAAC (Barcelona, iaac.net) kehittää pienikokoisia tulostusrobotteja, jotka kykenevät kiipeämään ja tulostamaan samanaikaisesti. Työpaja toteutettiin yhteistyössä Tampereen aikuiskoulutuskeskuksen kanssa. ■



3DStep starttasi Ylöjärvellä

3D-tulostuksen innovaatioyhtiö 3DStep Oy perustettiin keväällä 2016 vauhdittamaan suomalaista teknologiavallankumousta. Yhtiön tavoitteena on tuoda 3D-tulostuksen hyödyt teollisuuden ja yritysten tarjolle ja tehdä 3D-tulostuksesta normibisnestä. Yhtiön omistajia ovat Ideascout Oy sekä Avant Tecno Oy. Toiminnan strategisena kumppanina on suunnittelutoimisto Enmac Oy.

Palvelutoiminnan ytimessä on edistyskellinen kaksilaserinen SLM280HL-metallitulostin, jolla voi tulostaa mm. alumiinia, terästä ja titaania. Kone kykenee suurten kappaleiden (280*280*365 mm) valmistukseen, sekä pienempien kappaleiden sarjatuotantoon. Lisäksi yrityksen palveluihin kuuluvat edistyneet koulutuspalvelut yhdessä kansainvälisten toimijoiden kanssa, sekä Masters' Studio, teollisuuden ja yritysten oppimisyhteisö.

Innovaatiokeskus

3DStep-innovaatiokeskus sijaitsee Pilkingtonin tehdaskampuksella Ylöjärvellä. Toimitilat koostuvat tuotantotiloista, sekä toimisto- ja koulutustiloista. Visiona on toteuttaa kampukselle laaja, monen toimijan 3D-tulostuksen innovaatiokeskus, josta löytyvät kaikki alalla tarvittavat teknologiat ja palvelut. Teknologiakahvila lienee palvelusta oleellisin, ainakin tähän mennessä käytyjen keskusteluiden pohjalta.

Rakennamme konkreettista toimijoiden bisnesekosysteemiä, joka kykenee palvelemaan teollisuutta ketterästi aiheen kaikilla osa-alueilla, kuten suunnittelussa, valmistuksessa ja jälkikäsittelyssä.

Ekosysteemiin ovat tervetulleita yritykset toimialasta riippumatta, joiden visiona on vauhdittaa 3D-tulostuksen jalokauttamista suomalaiseen ja pohjoismaiseen teollisuuteen. Innovaatiokeskuksen avajaisia vietettiin syyskuun lopulla.

Lisätietoja: www.3dstep.fi



Oppimisen ja oivaltamisen Masters' Studio

Masters' Studio toiminnan sydämenä ovat säännölliset yhteisötapaamiset, kuvassa jäseniä metallitulostimen äärellä.

Masters' Studio on 3D-tulostuksen suomalainen asiantuntija- ja oppimisyhteisö. Yhteisön tavoitteena on vahvistaa 3D-tulostuksen hyödyntämiseen liittyvää ammatitoimintaa, jakaa uusinta tietoa, sekä tuoda aiheesta kiinnostuneita yrityksiä, yksityishenkilöitä ja innovaattoreita yhteen. Master's Studio on aktiivinen yhteisö, joka etsii myös 3D-tulostukseen lisää bisnesmahdollisuuksia.

Masters' Studio toiminnan sydämenä ovat säännölliset yhteisötapaamiset, uutiskirje, sekä koulutus. Yhteisön jäsenet saavat mm. alennuksia kou-

lutuksista ja tulostuspalveluista, sekä ensikäden tiedon tulevista tapahtumista.

Lisätietoja toiminnasta ja eduista: www.3dstep.fi/yhteiso

Joulukuun yhteisötapaamisessa tutustutaan koneenosien uudenaanlaiseen suunnitteluun ja tammikuussa vuorossa ovat bioniset muodot. Vuoden 2017 kokoontumisissa tartutaan ajankohtaisiin aiheisiin, erityisesti suunnittelun näkökulmasta. Luvassa on myös yllätystapahtumia ja -vieraita.

Tulevia tapahtumia:

13.12.2016 klo 15-18 Parempia koneenosia 3D-tulostuksella Vieraana Enmac Oy ja Avant Tecno Oy. Maksuton tilaisuus Masters' Studion jäsenille. Normaalihinta 50€
5.1.2017 klo 8.30 - 10.00 Aamukahvi - Bioniset muodot Tutustutaan 3D-tulostuksen mahdollistamiin bionisiin muotoihin ja niiden tarjoamiin tuotesuunnittelumahdollisuuksiin. Maksuton tilaisuus Masters' Studion jäsenille. Normaalihinta 25€
12.1.2017 klo 9.00 - 12.00 3D-tulostus kilpailukyvyn kehittäjänä. Yhteistyössä Tampereen Kauppakamarin kanssa. Ilmoittautuminen: https://www.lyyti.fi/ilmoittaudu/3Dtulostus_kilpailukyvyn_kehittajana_4071
14.2.2017 klo 15-18 3D-tulostus hitsausalan vauhdittajana Vieraana Jani Hämäläinen, Kemppi Oy Maksuton tilaisuus Masters' Studion jäsenille. Normaalihinta 50€.

Paikka: 3DSTEP Innovaatiokeskus, Huurretie 9
 Lisätietoja tapahtumista: www.3DStep.fi/yhteiso
 Lisätiedot ja ilmoittautuminen sähköpostilla: info@3dstep.fi

Mukaan pääset lähettämällä sähköpostin osoitteeseen info@3dstep.fi. Jäsenmaksu on 100€ (+ALV) / vuosi.

Tervetuloa mukaan!

3D Crush Café - Ideoita, kahvia, pupuja ja viihdettä

Pohjoismaiden ensimmäinen 3D-tulostuskahvila, 3D Crush Café Tampereella, täytti 2.12.2016 kaksi vuotta. Sammeli Majava on onnistunut yhdistämään kahvilakonseptiinsa erilaiset mielenkiinnon kohteensa. Keskikerroksessa valmistetaan 3D-tulosteita, yläkerrassa on puputerapiaa ja alakerrassa voi mieltymystensä mukaan, vaikka pelata pelejä. Kahvila toimii asiakaslähtöisesti, joten myös erilaisia yksityistilaisuuksia 3D-koulutuksista synttärilämmittelyihin on tarjolla.

Optimismia ja innostusta

Sammeli Majava on ollut lapsesta asti innostunut 3D:stä, johon hän tutustui netistä lukemalla ja videoita katsomalla. Alussa häntä kiinnosti myös sci-fi-elokuvat, jotka olivat lähellä tätä maailmaa ja Sammeliä kiehtoivat mahdollisuudet luoda jotain ”tyhjistä”, kuten Star Trekin replikaattorit. Ajatus yhdistää 3D-tulostus ja kahvila oli ollut jo pitkään mielessä ja kun

sopiva liiketila löytyi keskeiseltä paikalta Tampereelta, arvostetusta Lähteenlinnan kiinteistöstä alkoivat työt kahvilan alullepanolle. Jokin aika sitten Sammeli toteutti jälleen yhden liikeideoistansa ja yhdisti kahvilaan puputerapiahuoneen. Kahvilan yläkerrassa asustelee neljä terapiakania, joita asiakkaat voivat käydä silittelemässä ja syöttämässä. Tämä laajentaa hyvin asiakaskuntaa. Sammeli kertoi, että kahvilaa pitäessä

on päässyt toteuttamaan itseään. Saa tehdä ja kokeilla omia hullujakin ideoita. Erilaiset palvelut laajentavat asiakaskuntaa, joten tulevaisuus näyttää hyvältä.

3D-tutuksi

3D Crush Cafessa Sammeli Majava kertoo mielellään 3D-tekniikoista ja niiden mahdollisuuksista. Muutaman minuutin pikaperehdytyksen lisäksi



Sammeli toteutti jälleen yhden liikeideoistansa ja yhdisti kahvilaan puputerapiahuoneen.

kahvilassa järjestetään erilaisia aiheeseen liittyviä kursseja. Oman kiinnostuksensa mukaan voi valita kolmen tunnin yleistietokurssin, jossa käydään läpi 3D-tulostusta, skannausta ja mallinnuksen alkeita tulostustarkoituukseen Sketch-Up -ohjelmistolla. Tietämystä voi sitten laajentaa yksilöllisillä jatkokursseilla - yksin tai ryhmässä.

Myös lapsille järjestetään päiväleirejä ja kursseja. He ovatkin innokas ja ennakoluuloton kohderyhmä. Yksi tapa yhdistää huvi ja hyöty on pitää kahvilassa 3D-teemabileet, esimerkiksi syntymäpäiväjuhlat. Erilaiset teematilaisuudet sopivat erittäin hyvin aikuisporukoillekin.

Tyytyväiset asiakkaat

Haastattelupäivänä 3D Crush Cafessa kävi hurja pöhinä. Oli pupujen katsojia, 3D-tulostuksen vuoksi tulleita, paperikopioiden tarvitsijoita ja kahvila-asiakkaita. Kaikesta näkee, että kahvilassa olijat viihtyivät. Asiakaspalvelusta onkin tullut positiivista palautetta. Kerran käyneet asiakkaat tulevat todennäköisesti uudelleen ja tuovat kavereitaankin.

Haasteena on saada uudet asiakkaat astumaan sisään ja toisaalta saada puputerapia- ja kahvila-asukkaat kiinnostumaan 3D-tulostuksesta. 3D-tulostus koetaan vielä suuren yleisön joukossa liian outona asiana. Voiko syynä olla se, että ammattimaista 3D-tulostusta tarvitsevat eivät noteeraa kahvilaa? Ja toisaalta puputerapia-asukkaat eivät huomaa, missä 3D-tulostusta tarvitsisivat? Kuitenkin, jos kahvilassa liikkuu silmät auki, voi havaita, että esimerkiksi näin joulun alla voisi olla hauskaa suunnitella ja tulostaa omia piparkakkumuotteja.

Laitteistojen kehitys

Kahden vuoden aikana kahvilan 3D-tulostuslaitteistoihin on tullut vain pieniä muutoksia. Peruslaitteisto on sama, mutta ohjaus on nykyisin saatu pieneen tilaan laitteen kylkeen. Ennen laitteistoon oli liitettävä erillinen tietokone. Nyt



Muutaman minuutin pikaperehdytyksen lisäksi kahvilassa järjestetään erilaisia 3D-tulostukseen liittyviä kursseja.

laitteen omaan pieneen tietokoneeseen laitetaan muistikortti. Pursotusmäärää, lämpötilaa ja tulostusnopeutta voidaan säätää jälkepäin - ilman, että tarvitsee tehdä koko ohjelmaa uusiksi.

Elintarviketulostimien markkinoille tulo näyttää tapahtuvan ennakoitua hitaammin. Sammeli Majava haluaisi hankkia sokeritulostimen, mutta valmistaja ei ole vielä saanut sitä myyntiin. Ongelmana lienevät elintarviketähtäimessä vaadittavat lupa-asiat.

Tulevaisuuden suunnitelmia

Sammeli Majavan tavoitteena on edelleenkin nostaa Suomi ykkösmaaksi 3D-tekniikoiden saralla. Tässä 3D ajatellaan hyvin laajasti sisältäen esimerkiksi skannauksen, mallinnuksen, virtuaalitodellisuuden ja tulostuksen. Tavoitteeseen pääsyä auttaisi se, että toimijoita olisi Suomessa enemmän. Tarjonnan monipuolistuessa alalle saataisiin lisää uskottavuutta. Laitteistojen taso paranisi. Tunnettuuden lisääntymisen myötä 3D-tulostamisen tarve kasvaa ja kaikille riittää asiakkaita.

Jotta päästäisiin tavoitteeseen Suomen-laajuisesti tarvitaan kulttuurillinen asennemuutos 3D-maailmaa kohtaan. Jokaisella kadun tallaajalla pitäisi olla ajatus, että kyse on aivan yhtä tavallisesta asiasta kuin paperin tulostamisesta. Koulutus on tässä avainasemassa. Peruskouluissa 3D-tulostus pitäisi saada pakolliseksi aineeksi ja tähän suuntaan ollaankin menossa. Näin kasvaisi

uusi sukupolvi, joka suhtautuu 3D-tekniikoihin luontevasti. Kun lapset oppivat, niin vanhemmat seuraavat perässä!

Tulevan sukupolven varaan ei kuitenkaan pidä heittäytyä, vaan kulttuurinmuutos tarvitsee saada eteenpäin mahdollisimman pian. Tähän tarvitaan informointia. Pitää pystyä löytämään yhteisiä intressejä ja yhteistyötä kaikkien 3D-tekniikoiden parissa työskentelevien kesken. Asioita pitää viedä yhteistuumin eteenpäin. Jos tulee toinen 3D-tulostuskahvila, Sammeli kannustaa ja tilanteen mukaan on valmis auttamaan.

Sammelin haaveena on, että pystyisi palkkaamaan väkeä, toinen 3D-tulostuskahvila, 3D-tuotantopaikka. Tavoite, että olisi useampi erilainen eri materiaaleille tarkoitettu tulostin. Muitakin 3D-juttuja tarjolle, että pääsisi näyttämään mitä kaikkea tällä tekniikalla voidaan tehdä. Haasteena on asiakasvirran saaminen sopivalle tasolle. Sitten on helpompi saada muutkin investoinnit liikkeelle. ■

Lisätietoja:

3D Crush Café
Itsenäisyydenkatu 10
33500 Tampere
<http://www.3dcrush.fi/>
<https://www.facebook.com/3DCrushCafe>

Näkymätön taide koettavaksi

Maalaustaiteen mestariteokset kuuluvat kaikille, mutta näkövammaisilla ei ole mahdollisuutta niitä kokea itse. Taide ja sen kokeminen on hyvin henkilökohtaista. Halusimme mahdollistaa sen kokemuksen kaikille maailman lähes 300 miljoonalle näkövammaiselle. Huipputason 3D-ammattilaisten suunnittelemat 3D-mallit tarjotaan ladattavaksi verkosta ilmaiseksi. Näistä malleista voidaan 3D-tulostimia käyttämällä tulostaa teokset edullisesti missä päin maailmaa tahansa paikallisten näkövammaisten koettavaksi.

Mona Lisan tekijät:
Adventure Club & Unseen Art
Lisätietoja: <http://site.adventure-club.fi/unseen/>



Mona Lisan evoluutio ensimmäisestä prototyypistä viimeistelyyn teokseen.



Taikapöly

Lisäävän valmistuksen ja 3D-tulostuksen tienraivaaja on lähtenyt liikkeelle



Tämä on Taikapöly-lehden ensimmäinen numero. Lehden julkaiseminen täysimääräisenä alkaa vuoden 2017 keväällä. Lehden tavoitteena on tuoda lisäävään valmistukseen ja 3D-tulostukseen liittyvä uusin tieto yritysten ja aiheesta kiinnostuneiden tietoon, sekä vauhdittaa suomalaisia yrityksiä menestykseen seuraavan sukupolven tuotteiden suunnittelussa ja valmistuksessa.

Jos olet kiinnostunut lehdestä, niin ilmoittaudu mukaan lehden Facebook-ryhmään, jota kautta saat lisätietoa heti, kun sitä on saatavilla. Ryhmässä voit myös esittää toiveita ja ideoita tulevien lehtien sisällöstä. www.facebook.com/taikapoly

Uuden sukupolven tuotteita 3D-metallitulostuksella

**Tuotesuunnittelua toiminnallisuuden ehdoilla
— Ei valmistusmenetelmien rajoitteiden ehdoilla!**

Liity maamme edelläkävijöiden joukkoon, jotka jo hyödyntävät radikaalisti nopeampaa tuotekehityssykliä sekä lähes rajoituksetonta muotovapautta uuden sukupolven tuotteiden kehittämisessä ja sarjavalmistamisessa.

Monilaserkoneiden edelläkävijä SLM Solutions tarjoaa markkinoiden tehokkaimmat 3D-metallitulostimet puoliautomaattisesti vaihdettavalla tulostuskammiolla 500x280x365 mm, täysautomaattisella jauheenseulonnalla sekä erillisellä jälkikäsittelyasemalla.

