

Suunnittele

Lelut ja koriste-esineet ovat tällä hetkellä suosituimpia 3d-tulostusaiheita. Harrastajatason tulostimien jälki ei aina ole kovin hienosystä.

Tällaisen olion mallintaminen Tinkercadilla onnistuu alle 10-vuotiaaltakin.



Olion jalat osoittautuivat niin ohuiksi, että tulostimen piti tehdä niiden ympärille tukirakenteita.



KUVAT JUKKA LEHTINEN

ja valmista

Kiinnostus 3d-tulostukseen ja rakenteluun kasvaa vauhdilla. Aloittelijallekin on tarjolla monta mahdollisuutta aloittaa rakentelu.

Teknologiakirjoittaja **Chris Anderson** tekee siitä, tulevaisuudentutkija **Risto Linturi** tekee siitä ja kohta kuulemma kaikki muutkin tekevät. 3d- eli kolmiulotteinen tulostus ja siihen liittyvä rakentelu ovat nyt selkeästi pinnalla.

Varsinaista 3d-tulostamista ei voi vielä sanoa kovin helpoksi, mutta harrastamisen aloittaminen on helppoa.

Suunnitteleminen on hyvä tapa aloittaa. Siihen tarvitaan vain tietokone ja suunnitteluohjelma. Nykyisin cad-suunnitteluohjelmia myös helppokäyttöisiä ja ilmaisia, toisin kuin ennen, jolloin ne olivat kalliita ja vaativat ammattitaitoa.

Joitakin palveluita kehutaan niin helpoksi, että lapsikin sitä osaa käyttää.

Helppoa se onkin. Verkkopeli Minecraftin harjaannuttamat 7- ja 9-vuotiaat koululaiset hoksaavat nopeasti, miten piirtäminen Tinkercad-verkkopalvelussa sujuu. Alle tunnissa on syntynyt kaksi veikeää otusta, jotka voi tallentaa stl-tiedostomuotoon muistitikulle. Sen jälkeen tarvitaan vain 3d-printteri.

Tinkercadiin ei kuitenkaan kannata enää tutustua, sillä palvelun sulkemisesta ilmoitettiin pian kokeilumme jälkeen. Helppokäyttöisiä ilmaisia mallinnusohjelmia on muitakin, esimerkiksi Sketchup.

Kirjasto esittelee uutta tekniikkaa

Helsingin Lasipalatsista löytyy kaupunginkirjaston Kohtaamispaikka ja Ultimaker-tulostin mallinnusten tulostamiseen.

”Jalat ovat aika ohuet ja tyhjän päälle on vaikea tulostaa. Tulostin tekee tähän tukirakenteita”, mediatyöntekijä **Sampo Matikainen** arvioi poikien mallinnusta.

Tukirakenteiden takia otuksen hienostuneet yksityiskohdat jäävät muoviseinän taakse, ja niiden irrottaminen voi olla hankalaa. Ensimmäisen otus kaatui puolivälissä tulostusta, kun painopiste nousi liian korkealle. Olisi pitänyt huomioida tulostus jo suunnittelussa.

Jäljelle jääneestä puolikkaasta näkee, miten tulostin täyttää kuorien sisään jäävästä alueesta vain osan.

Ukkeleiden tulostuksen aikana Matikainen esittelee tulostinta. Avoimen suunnittelun ansiosta tulostinta voi kehittää itse tai siihen voi etsiä valmiiksi suunniteltuja muokkauksia. Printterin muokkaamiseen tarvittavia osia, kuten letkujen kiristimiä ja tuuletuksen suuntaajia voi tulostaa itse.

”3d-tulostin on kirjastossa, jotta ihmiset voivat käydä tutustumassa siihen. Aivan kuten internetiä pääsi kokeilemaan kirjastossa sen alkuaikoina”, Matikainen sanoo.

Lasipalatsin Kohtaamispaikalla tulostinta voi kokeilla omilla tai verkosta löytyvillä mallleilla. Yksinään ei laitetta pääse kokeilemaan, vaan apuna on virkailija. Yhden tulosteen hin-

ta kirjastossa on 40 senttiä. Sama kuin paperitulosteenkin.

Ennen kesää kirjastolle on tulossa kaksi uutta 3d-tulostinta.

”Tarkoitus on, että myöhemmin annamme apua myös suunnittelussa”, Matikainen kertoo.

Helsingin kaupunki on kevään aikana avaamassa Lasipalatsin Kohtaamispaikalle Kaupunkiverstaan, jossa voi kokeilla muun muassa 3d-tulostusta sekä muitakin rakenteluun sopivia laitteita. Suunnittelija **Lotta Muurisen** mukaan tarkoitus on, että kaupunkiverstaassa esimerkiksi start-up-yrittäjät voivat rakennella omia prototyyppejään.

”Saatavilla on muutakin apua yrittäjänä olemiseen”, Muurinen sanoo.

Rakenna mitä vain

Kaupunkiverstaan esikuvana on Massachusettsin teknillisen korkeakoulun MIT:n Fablab eli valmistuslaboratorio, jossa kokeillaan miten erilaisia tavaroita rakennetaan.

Suomessa Fablab löytyy Aalto-yliopiston Media Factorystä Helsingin Arabianrannasta. Tila on tarkoitettu opiskelijoiden kokeiluun. Laitteina on laser- ja vinyylileikkurit, kaksi 3d-tulostinta ja jyrsin. Niiden lisäksi on myös elektroniikan valmistukseen tarvittavia laitteita.

Ranskalainen vaatesuunnittelun opiskelija **Lucille Pialot** testaa laserleikkurilla suunnitteleman vaateen hapsuja. Leikkuri tekee tarkasti jokaisesta hapsusta samankokoisen.



Useita uusia 3d-tulostinmalleja on tulossa markkinoille.

Tutkija Cindy Kohtala Aalto-yliopistosta kertoo, että 3d-tulostimilla ja laserleikkureilla tehdään muun muassa koruja, muotiasusteita ja sisustukseen liittyviä esineitä.

”3d-tulostaminen on vain yksi osa rakentelua. Ensikertalaisen kannattaa kokeilla laserleikkuria. Kaksiulotteisen kuvion suunnittelu on kolmiulotteista paljon helpompaa”, studiopäällikkö **Anu Määttä** sanoo. 2d-suunnittelua voi tehdä esimerkiksi Adobe Illustratorilla.

Määttä tekee MikroPC:n logon vanerista. Kuvan käsittelyyn menee reilu viisi minuuttia ja leikkuri polttaa kuvion 29 sekunnissa. Halutessaan pintaa olisi voinut myös kaivertaa.

Kaksiulotteinen leikkaaminen ei tarkoita, että lopullinen esine ei olisi kolmiulotteinen. Sopivalla suunnittelulla saa levystä leikatuista osista koottua melkein mitä vaan.

Helsingin Fablabissa on avoimet ovet yleensä tiistaisin, jolloin siellä voi vapaasti vieraila. Paikalla on henkilökuntaa opastamassa.

”Fablab auttaa ihmisiä kehittämään omia juttujaan. Meidän tehtävämme on auttaa toteuttamisessa”, Media Factoryn projektipäällikkö **Juhani Tenhunen** kertoo.

Amerikansuomalainen **John Paavo Tengström** on Fablabin vakiovierailijoita. Tengström kehittää nfc-tageihin perustuvaa Taganize-palvelua, johon hän tekee Fablabissä prototyyppejä.

Palvelussa nfc-tagin on esimerkiksi oven nimikyltissä. Nfc-puhelimella voi lukea, milloin huoneessa työskentelevä henkilö on taas paikalla. Tengströmin palvelussa tagin tietoja voi vaihtaa web-palvelussa, niin että tagiin ei kosketa.



Aalto-yliopiston Fablabissa on kerran viikossa avoimet ovet. Paikalla on henkilökuntaa neuvomassa miten laitteita käytetään. Studiomestari Ali Neissi (kuvassa vasemmalla) auttaa elektronikkapajassa.

”Tarkoitus on, että muilla on mahdollisuus kehittää omia tuotteitaan, jotka käyttävät meidän palvelua”, Tengström sanoo.

Rakentelija yhdistää tekniikoita

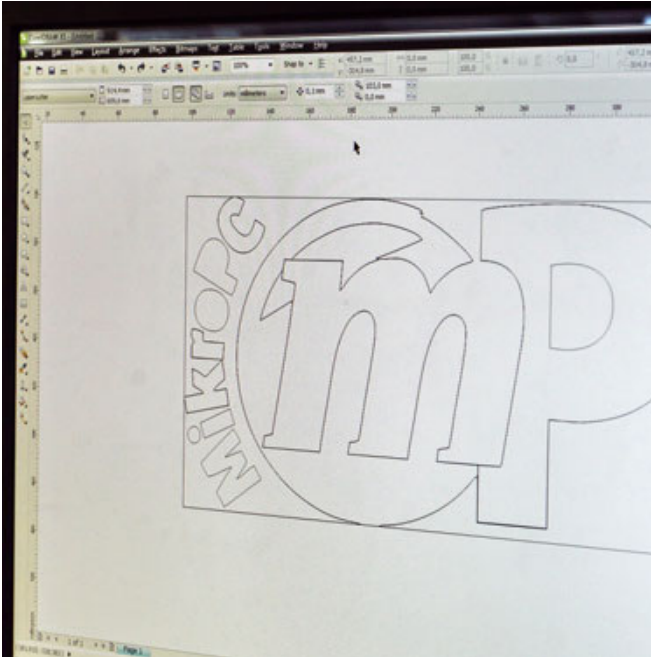
Tietotekniikan ja elektroniikan yhdistäminen printtaamalla, leikkaamalla, jyrsimällä ja miksei vaikka kutomalla tehtyihin tavaroihin on niin kutsutun makers-liikkeen ydintä.

Raspberry Pin ja Arduinon tapaiset halvat tietokoneet ja piirilevyt ja niillä valmistetut laitteet tarvitsevat kotelaita, johdon pidikkeitä ja muita osia.

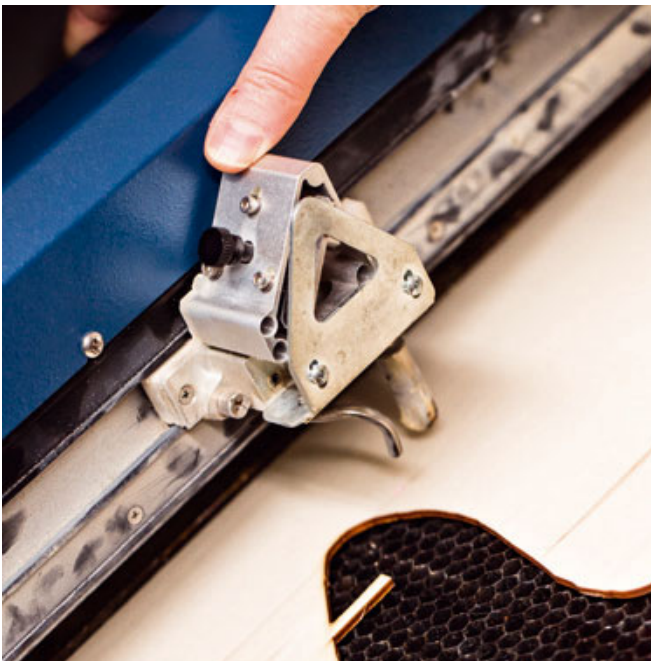
Kirjailija ja Wired-lehden entinen päätoimittaja Chris Anderson on kirjoittanut aiheesta kirjan, jossa hän uskoo edessä olevan uuden teollisen vallankumouksen, joka palauttaa tuotannon takaisin Kiinasta Yhdysvaltoihin. Anderson itse jätti päätoimittajan työn keskittyäkseen kauko-ohjattavia lennokkeja valmistavaan yritykseensä.

Rakentelukulttuuriin pääsee toden teolla käsiksi vierailemalla Hacklabissä. Niitä on Suomessa Helsingissä, Turussa, Tampereella ja Jyväskylässä.

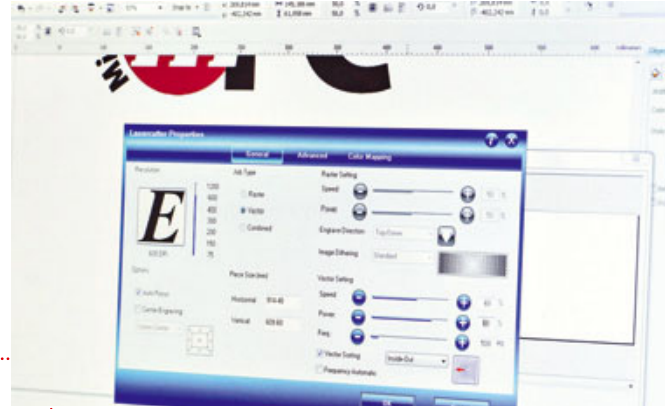
Helsingin Hacklabissä on avoin kerhoilta



Suunnittelun opiskelun ja rakentelun voi aloittaa kaksikulotteisessa maailmassa. Ensimmäisen halutun esineen ääriiviivat piirretään piirto-ohjelmassa.



Laserleikkuri polttaa useita erilaisia materiaaleja.



Laserleikkuria ohjataan tietokoneella.

Laserleikkuri muistuttaa tavallista tulostinta. Tulostettavat tiedostot voi tehdä esimerkiksi Corel Draw'lla.



MPC:n logo valmistui alle varttittunnissa.

tiistaisin, jolloin paikalla voi käydä tutustumassa. Vuoden jäsenmaksu on 20 euroa, mutta 40 euron kuukausimaksulla saa avaimen ja varastotilaa tavaroilleen. Eteisessä on kolikkoautomaatti, josta voi ostaa suklaapatukoita ja Arduinoja. Paikka on täynnä erilaista tavaraa, etupäässä elektroniikkaa.

Hacklabin nurkasta löytyy 3d-tulostin. Mallina on avoimen lähdekoodin Reprap-tulostin. Se näyttää juuri sellaiselta marsmönkijän pienoismallilta, joka valmistaa itse itsensä jos selviää perille. Useat Reprapin osista ovat tulostettuja.

Hacklabissa rakentelu painottuu elektroniikkaan. Yhdistys järjestää elektroniikkakurssin muutaman kerran vuodessa.

"Hacklabsissa on monenlaisia rakentelijoita. Joillekin sen merkitys on sosiaalinen, kun voi jakaa ideoita ja saa neuvoja muilta. Joillakin taas ei ole muuta tilaa missä voisi rakennella", Helsingin Hacklabin hallituksen jäsen **Jari Kangas** sanoo.

Palvelu tekee oman esineen

Jos ei halua tulostaa, niin voi käyttää tulostuspalvelua, kuten Shapewaysiä. Palveluun

lähetään haluttu esine, josta saa hinta-arvion. Tulostettu esine tulee postissa.

Kolmiulotteisesta tulostuksesta on saatavilla myös Suomesta. Esimerkiksi Maker3d tarjoaa printtauspalvelua Objet-tulostimella etupäässä yrityksille. Tyypillinen tilaus on prototyyppi tai erikoisesineet.

Ammattilaiskäyttöön tarkoitettu tulostin tekee kuumennettua muovia puristavia harastelijatulostimia tarkempaa jälkeä. Printteissä on nestemäistä valokovettuvaa hartsiä.

Periaate on kuitenkin sama. Printteri kasaa kerros kerrallaan halutun esineen. ●

3d-tulostimia



Minifactory 2.0

SUOMALAINEN 3D-TULOSTIN, jonka ensimmäinen beetaversio myytiin nopeasti loppuun. Uutta mallia aletaan toimittamaan ennakkotilaaajille huhtikuussa.

Materiaali: suositus on pla-muovi, mutta myös abs, nylon ja laywood ovat mahdollisia.
Tulostusalue (cm): 15,5 × 15,5 × 15,5, lasinen, lämmitetty.
Tarkkuus: 0,1 mm
Hinta: 979,60 euroa
Lisätieto: minifactory.fi



Form 1

STEREOLITOGRAFIAA KÄYTTÄVÄ 3d-tulostin sai kaikkien aikojen suurimman Kickstarter-rahoituksen viime syksynä. Jos 3d-tulostimien kehitystä vertaa kotitietokoneiden alkuaikoihin, niin Form 1 on MacIntosh. Muotoilu, toimintatapa ja suljettu järjestelmä ovat kuin Applelta kopioitu.

Materiaali: Nestemäinen muoviharts (Formlabsin myymä.)
Tulostusalue (cm): 12,5 × 12,5 × 6,5 mm
Tarkkuus: 0,025 mm
Hinta: 2550 euroa
Lisätieto: formlabs.com



Ultimaker

HOLLANTILAINEN ULTIMAKER myy puukuorisia ja avoimen suunnitteluun perustuvia 3d-tulostimia. Pirteän näköistä Ultimakeria voi kokeilla muun muassa Lasipalatsissa tai Aallon Fablabissa. Tulostin pitää koota itse.

Materiaali: Pla- ja abs-muovi
Tulostusalue (cm): 21 × 21 × 20,5 cm
Tarkkuus: Teoriassa jopa 0,0125 mm
Hinta: 1194 euroa
Lisätieto: ultimaker.com

Mallinnusohjelmia

Sketchup

MONIPUOLINEN MALLINNUSOHJELMA sopii hyvin esineiden suunnittelun. Ohjelmaa on helppo käyttää, ja sopii myös huoneiden ja talojen piirtämiseen.

Ilmaisiversion käyttöä skl-tiedostomuotoa, mutta stl-tiedoston saa liitännäisellä.

Hinta: Perusversio ilmainen
Lisätieto: sketchup.com

Blender

HOLLANTILAISEN MAINOSTOIMISTON ohjelmaprojektina alkanut ja nyt gpl-lisenssillä toimiva Blender ei ole helpoin vaihtoehto aloittaa 3d-mallinnusta, mutta avointa ohjelmistokehitystä suosivalle se on hyvä vaihtoehto.

Ohjelman vahvuus on yhteisö, jolta saa apua ohjelman käytön opetteluun. Tarjolla on myös harjoitustehtäviä.

Blenderiä kehittää noin 100 vapaaehtoista, ja siitä on versiot windows-, linux-, OS X ja FreeBDS-käyttöjärjestelmille. Ohjelmalla voi tehdä myös 3d-animaatioita.

Hinta: Ilmainen.
Lisätieto: blender.org

123d Design

AUTOCADIN HARRASTELIJOILLE tekemä 123d Design on ilmainen mallinnusohjelma edistyneemmälle harrastelijalle. Ohjelma toimii verkossa ja sen voi asentaa tietokoneelle. Myös iPad-versio löytyy.

Mallinnusohjelman lisäksi 123d:llä on muita ohjelmia, joilla voi mallintaa esimerkiksi valokuvia.

Ohjelman käyttö vaatii aloittelijalta harjoittelua.

Hinta: Ilmainen, Premium-palvelun vuosihinta on noin 75 euroa.
Lisätieto: 123dapp.com/design

Rakentelupaikkoja ja resursseja

Aalto Fablab
 Hacklab Helsinki
 Hacklab Turku
 Hackerspace 5w (Tampere)
 Hacklab Jyväskylä
 Maailmalaajuinen Hackerspaces verkosto
 Thingiverse
 Pursotinklubi

fablab.aalto.fi
 helsinki.hacklab.fi
 hacklabturku.org
 5w.fi
 hacklabjkl.org
 hackerspaces.org/wiki
 thingiverse.com
 facebook.com/groups/pursotinklubi

Kolmiulotteisia esineitä voi tehdä kaksikulotteisella suunnittelulla. Kuvassa puusta laserleikkurilla tehty kotelo Raspberry Pi-tietokoneelle.



Teolliset tekniikat toimiston pöydälle

KOLMIULOTTEINEN VALMISTUS on lisäävää valmistusta eli esine valmistetaan ainetta lisäämällä eikä poistamalla, kuten esimerkiksi jyrsimillä tehdään.

3d-tulostaminen syntyi, kun **Charles Hull** keksi stereolitografian vuonna 1984. Stereolitografiassa nestemäinen valokovetteinen muovi kovetetaan kerros kerrokselta kunnes esine on muotoutunut. Tarkkuus on parhaimmillaan millin sadasosia.

Formlabs-yritys on tuomassa myyntiin alle 3000 euroa maksavia stereolitografia-tekniikkaa käyttäviä Form 1 -tulostimia.

TOINEN TAPA tehdä tarkkaa tulostetta on ruiskuttaa nestemäistä hartsia kerroksittain. Kun kerros on valmis kovetetaan se uv-valolla. Tekniikalla pystyy tulostamaan yhteen esineeseen useita eri materiaaleja. Tätä tekniikkaa

käyttää esimerkiksi Objet-tulostimet, joilla valmistetaan ammattimaisia prototyyppisiä ja mittatilausesineitä.

Harrastelijatulostimet toimivat pursottamalla sulaa muovia kerroksittain tulostuslevylle. Pursotusmenetelmän nimi on fused deposition modelling.

Muovi syötetään tulostimeen nauhana, joka sulatetaan lähes 280-asteisessä tulostuspäässä. Tulostuspää liikkuu kolmiulotteisesti x-, y- ja z-akseleilla muodostaen kolmiulotteisen esineen.

Lämmitetyn tulostuslevyn ansiosta jähmettynyt esine on helpompi irrottaa, ja samalla vältetään leveissä esineissä mahdollinen lämpölaajenemisen aiheuttama vääristyminen.

Tulostusta varten mallintamisohjelmalla tehty tiedosto tallennetaan useimmiten stl-tiedostomuotoon (STereo Lithography). Tulostinta varten tiedosto käännetään G-koodiksi.

PURSOTTAMALLA TEHDYN tulosteen jälki on usein sellaista, ettei sitä kaupallisesti voi myydä. Avoimen lähdekoodin ansiosta ja 3d-tulostuksen suosion kasvaessa tulostimet paranevat vauhdilla, kun harrastajien kiinnostus on enemmän tulostimien kehityksessä eikä varsinaisissa tulosteissa.

Fdm-tulostuksessa materiaali on usein tärkkelyksestä tehty biohajoava pda-muovi tai kestävä abs-muovi, josta esimerkiksi legopalikat on tehty. Kehitteillä on paljon muitakin materiaaleja. Yksi mielenkiintoinen on laywood, joka on muovin ja puun komposiittimateriaali.

Harrastelijoiden välineistöä puuttuvat vielä kohtuuhintaiset 3d-skannerit. Tarvetta tulee myös laitteille, joilla käytetty muovi puristetaan uudelleen käytettäväksi nauhaksi. ●

Netti vauhdittaa kehitystä

3D-TULOSTAMINEN ON jatkoa tietokoneen ja internetin kehitykselle. Tilanne muistuttaa 1980-luvun alkua, jolloin ensimmäiset kotitietokoneet alkoivat tulla koteihin.

Tietokoneita alettiin valmistaa harrastelijoiden piireissä, mistä ne kehittyivät nopeasti kuluttajatuotteiksi. Koneiden mahdollisuuksista puhuttiin paljon, mutta useimmilla käyttö jäi kuitenkin pelaamiseen. Samalla tavalla 3d-tulostuskokeilut taitavat olla useimmille jonkinlaisten lelujen tai koristeiden tekemistä.

Toinen vertauskohta voisi olla 1990-luvun alku, jolloin internet aloitti yleistymisen yliopistoissa.

NETILLÄ JA sen yhteisöllisyydellä on iso merkitys 3d-tulostamisen ja rakentelun yleistymisessä. Tulostimien valmistus on ottanut

oppia linux-käyttöjärjestelmän avoimesta kehityksestä. Verkko on pullollaan apua. Yksi avun lähde aloittelijalle on esimerkiksi Pursotinklubi, joka toimii Facebookissa.

Valmiita ja vapaasti käytettäviä malleja löytyy internetistä. Tunnetuin paikka etsiä malleja on Makerbot-tulostimien valmistajan Thingiverse-palvelu.

”Mallien jakaminen on toistaiseksi huonosti organisoitu ja sopivien löytäminen on vaikeaa”, sanoo Fablabaja tutkiva **Cindy Kohtala** Aalto-yliopistosta. Varsinkin monimutkaisemmissa malleissa olisi toivottavaa, että mallin lisäksi jaettaisiin myös valmistustapa.

Tulevaisuudentutkija **Risto Linturin** mukaan omien esineiden suunnittelu ei ole välttämätöntä. ”Kun suunnittelu alkaa yleistyä niin valmiita suunnitelmia on kyllä tarpeeksi

verkossa. Toiset voi suunnitella ja toiset tulostaa, mitä kukin haluaa tehdä.”

UUSIA TULOSTIMIA tulee markkinoille koko ajan. Samalla myös ominaisuudet paranevat. Onneksi monet avoimen järjestelmän laitteet ovat itse päivitettävissä. Parhaimmillaan uusia osia voi itse tulostaa.

Kun tulostinta hankkii pitää miettiä onko innostunut itse tulostamisesta vai tulostimesta. ”Tilasin ensimmäisen tulostimeni valmiiksi koottuna koska halusin kokeilla tulostinta enkä itseäni”, Suomen näkyvin 3d-tulostamisen harrastaja Risto Linturi sanoo.

Tekniikka uudistuu nopeasti ja uusia parempia laitteita odotetaan kokoajan markkinoille. ”Kannattaa hankkia sellainen laite, että sen raaskii uusia parin vuoden päästä uuteen”, Linturi neuvoo. ●