

EuroMold 2013. – 20. svjetski sajam alatničarstva, aditivnih postupaka i skeniranja

Privedila: Ana Pilipović

EuroMold 2013 – World Fair for Mold-making and Tooling, Design and Application Development

EuroMold 2013 – the World Fair for Mold-making and Tooling, Design and Application Development in the year of its 20th anniversary presented numerous innovations and highlights from 3 to 6 December 2013 at the Frankfurt am Main. Fair have extremely positive response from trade experts and number of visitors and exhibitors once again was high. 3D printing technology is currently in a transition phase from a technology used to fabricate prototypes to a technology for manufacturing end products. The EuroMold has been oriented towards users in areas such as the automobile, sub-contracting, electric and electronic industries, household appliances, medical devices, consumer goods, air and space travel and leisure and sport. In addition, it is oriented to companies which provide application development as part of their business, which means everything in one place—the so-called total service provider.

Dr.-Ing. Eberhard Döring, Trade Fair Manager for EuroMold, draws a positive conclusion: EuroMold 2013 definitely rose to the occasion on its 20-year anniversary. The trade fair once again proved this year that the concept – unique the world over – of presenting the entire product development process chain is met with keen interest among numerous industry experts and has become irreplaceable for all segments of industry in this form. We once again succeeded in putting together a varied and highly interesting mix of exhibitors, exhibits, conferences, forums and promotions this year while simultaneously living up to our high quality standards. The immediate positive feedback from long-standing EuroMold patrons as well as newcomers - confirms the success of our efforts year after year. It is always enjoyable to prepare for the trade fair and continue developing it further!

Od 3. do 6. prosinca 2013. u Frankfurtu na Majni održan je sajam EuroMold. Dvadeseta obljetnica sajma obilježena je mnogim inovacijama, uz velik broj posjetitelja i izlagača. Na sajmu su osim predstavljanja

izlagača bili organizirani i mnogobrojni forumi, prigodne izložbe te jednodnevna, 15. konferencija Terry Wohlers s temom *Mogućnosti ulaganja u aditivnu proizvodnju i 3D tiskanje* (e. *Business and Investment Opportunities in Additive Manufacturing and 3D Printing*). Na konferenciji su prikazani konkretni primjeri proizvoda, omogućen je dublji uvid u tržišta aditivnih postupaka Kine i SAD-a te nova zbivanja i trendove u 3D tiskanju u medicinsko-tehničkom području, pitanja intelektualnog vlasništva u odnosu na ulaganja i istraživanje te javnog financiranja i gospodarskog potencijala.

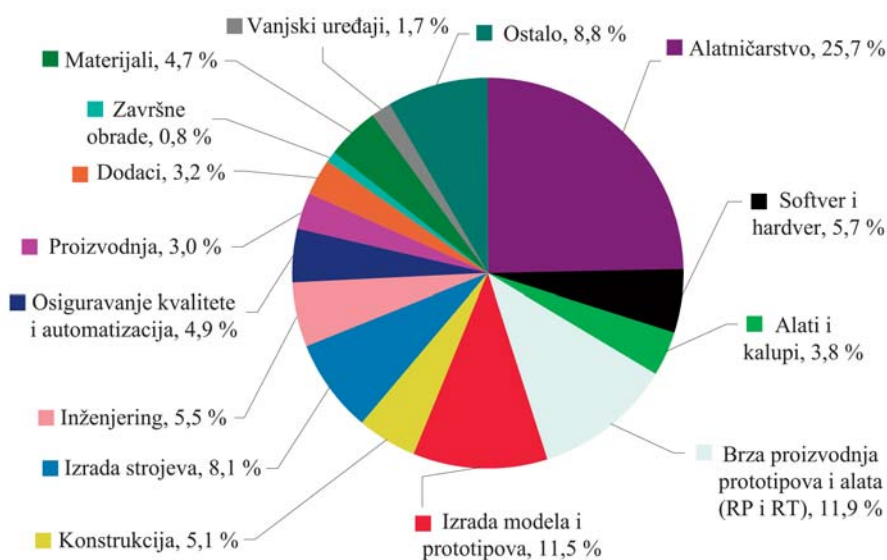
EuroMold 2013. bio je usmjeren na korisnike u područjima kao što su automobilska industrija, elektrotehnika, kućanski aparati, medicinski uređaji, roba široke potrošnje, klima i svemirska putovanja, razonoda i sport. Osim toga usmjeren je i na davatelje usluga, tj. tvrtke koje pružaju razvoj kao dio svojeg poslovanja, što znači *sve na jednome mjestu*.

Na sajmu se predstavilo 1 056 izlagača iz 37 zemalja, od toga 53 % iz Njemačke, a posjetila su ga 58 673 posjetitelja iz 83 zemlje, što je znatan porast u usporedbi s prošlim sajmom (66 % posjetitelja iz Njemačke, 7,4 % iz Italije, 6,4 % iz Francuske, 6,3 % iz Turske, 5,9 % iz Švicarske... i, prvi put, iz Japana i Finske). Za usporedbu, na prvom sajmu EuroMold 1994. bilo je samo 230 izlagača.

Najzastupljenije područje bilo je i ovaj put alatničarstvo (25,7 %), a zatim slijedi aditivna proizvodnja s 11,9 % (slika 1). Uz alatničarstvo i aditivne postupke, na EuroMoldu su prikazana i najnovija dostignuća iz područja obradnih centara, programske podrške, konstrukcija, osiguranja kvalitete, materijala i sl.

S već poznatim sloganom *Od konstrukcije do prototipa i serijske proizvodnje* (e. *From design to prototype to series*), sajam je dao sveobuhvatan pogled na cijeli proizvodni lanac za razvoj industrijskih proizvoda. Međunarodni i nacionalni izlagači predstavili su svoja najnovija tehnička rješenja iz različitih industrijskih grana. Kao nagrada za trud u organizaciji prijašnjih sajmova, zemlja partner sajma bila je Italija, s 56 izlagača, najviše na području alatničarstva. To je stavlja na drugo mjesto po brojnosti među izlagačima na dosadašnjim sajmovima EuroMold, odmah iza Kine.

Posebne teme sajma bile su lake konstrukcije, hibridni postupci, hidroformiranje, toplo oblikovanje, tokarenje i glodanje, zatim zlatarska i dentalna industrija, razvoj, simulacije te, kao i godine prije, tzv. B2B susreti posjetitelja i izlagača, koji su omogućili različite dogovore i suradnju. Također su organizirane posebne izložbe o rotacijskom kalupljenju, VDI/NCG smjernicama za procjenu kvalitete proizvodnje alata i kalupa, DigiFabb – 3D pisačima za svakoga te o 15 godina dodjele EuroMoldovih nagrada.



SLIKA 1 – Udio izlagača prema području

Koncept predstavljen na izložbi *DigiFabb*, da korisnici sami kod kuće izrađuju brojne proizvode 3D tiskanjem, već odavno nije znanstvena fantastika. Istekom patenata mnogih postupaka i padom troškova taj revolucionarni oblik proizvodnje niskobudžetnim 3D pisačima sada je dostupan mnogima. Na izložbi je istaknuto kako je samo pitanje vremena kada će pojedinačna 3D proizvodnja postati dio naše svakodnevice. Javna rasprava o ekonomskim i socijalnim posljedicama tog razvoja počela je prije dosta vremena, a očekuju se i drastične promjene u strukturi europskoga gospodarstva, što će biti osnova za treću industrijsku revoluciju.

U sklopu sajma dodjeljuju se svake godine nagrade za najbolje dostignuće, no ovaj je put dodijeljena nova *EuroMoldova* nagrada *Oscar za razvoj proizvoda* (e. *Oscar of product development*) te su tom prigodom predstavljeni mnogi nagrađivani pobjednici u proteklih 15 godina.

Aditivna proizvodnja polimernih tvorevina

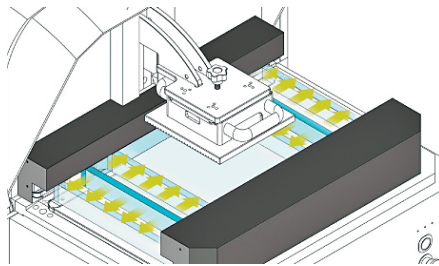
DigitalWax Systems (DWS)

Tvrtka *DWS*, uz ponudu svojih strojeva *DigitalWax J* (za zlatarsku industriju), *DigitalWax D* (za stomatologiju) i *DigitalWax W* (za izradu kompleksnih tvorevina od fotoosjetljivih polimera, od kojih su neki s nanočesticama), predstavila je seriju uređaja za općenitu primjenu *DigitalWax X*. Uređaji se temelje na postupku stereolitografije u kojem fotoosjetljivi polimerni kapljeviti materijal očvršćuje s pomoću laserske zrake. Uređaji iz serije *DigitalWax X* razlikuju se prema veličini radne komore, tj. *DigitalWax 020X* ima radnu komoru veličine 130 · 130 · 90 mm (slika 2), *DigitalWax 029X* 150 · 150 · 200 mm i *DigitalWax 030X* 300 · 300 · 300 mm.



SLIKA 2 – *DigitalWax 020X* (Foto: A. Pilipović)

DigitalWax 029X i *DigitalWax 030X* imaju TTT sustav (e. *Tank Translation Technology*, slika 3), koji se sastoji od elektromehaničkog uređaja koji automatski premješta spremnik smole tijekom izrade modela, tj. omogućuje smanjenje lokalnog trošenja spremnika uzrokovano prolaskom laserske zrake više puta kroz isto područje, poboljšavajući istodobno životni vijek spremnika i efikasnost procesa izrade. U uređaje su ugrađeni sustavi koji sprječavaju curenje smole po laseru.



SLIKA 3 – Shema TTT sustava (Foto: *DWS*)

Tvrtka ima u ponudi dva materijala za izradu kalupa za lijevanje voska, dva materijala s nanočesticama koje tvorevinama osiguravaju glatku površinu i visoku toplinsku postojanost te tri materijala za općenite primjene (PP koji je proziran omogućuje izradu tvorevina vrlo male hrpavosti).

Kako proizvodi načinjeni stereolitografijom nisu dovoljno očvršćeni tijekom izrade, tvrtka *DWS* nudi i dva uređaja za naknadno očvršćivanje: *UV Curing Unit S* i *M*, s time što *M* može očvršćivati cijelu platformu odjednom.

Formlab

Istekom patenta za stereolitografiju na tržištu su se pojavili niskobudžetni uređaji cijenom dostupni svakomu. Jedan takav uređaj maloga radnog volumena, od samo 125 · 125 · 165 mm, predstavila je tvrtka *Formlab* (slika 4). Debljina sloja može se podešavati na 25, 50 i 100 μm. Uz uređaj dolazi i softver *PreForm*, koji automatski određuje optimalnu orijentaciju tvorevine i generira potpurnu strukturu. Cijena uređaja *Form 1* je 3 299 USD, a akrilne fotoosjetljive smole 149 USD/litri. Na uređaju se mogu izrađivati tvorevine visoke preciznosti.

EnvisionTEC

Tvrtka *EnvisionTEC* uz svoje već poznate uređaje predstavila je i neke novosti. Uređaji *Xtreme 3SP* i *Xede 3 SP* (e. *Scan, Spin and Selectively Photocure*) temelje se na načelu skeniranja, rotacije i selektivnog očvršćivanja, tj. na brzom proizvodnji tvorevine postupkom digitalnog očvršćivanja s pomoću svjetlosnog signala – DLP. *Xtreme 3SP* ima radnu komoru veličine 254 · 381 · 330 mm, a *Xede 3 SP* (slika 5) 457 · 457 · 457 μm. Oba uređaja imaju rezoluciju u osima *x* i *y* 100 μm, a u *z*-osi od 25 do 150 mm, ovisno o vrsti materijala.



SLIKA 4 – Niskobudžetni uređaj za stereolitografiju *Formlab* i tvorevine načinjene na *Formlabu* (Foto: A. Pilipović)



SLIKA 5 – *Xede 3SP* (Foto: A. Pilipović)

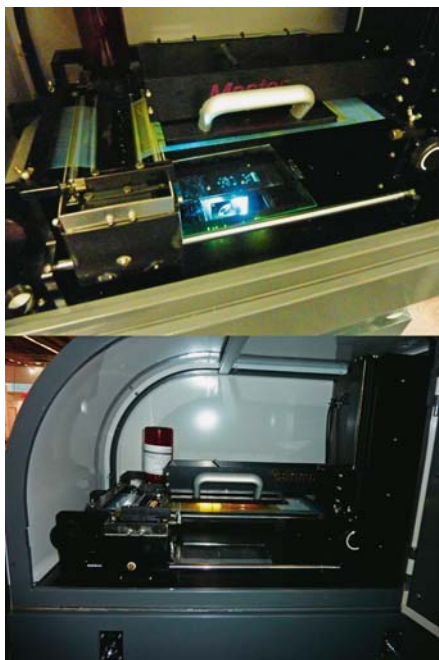
TNO i Rapidshape

Tvrtka *TNO* od sajma 2010., kada je predstavila liniju koja se sastoji od stotinu identičnih platformi koje se kreću kružno na konvejeru, gdje svaka platforma izrađuje različiti dio, nije predstavila veću novost. Ali je u suradnji s tvrtkom *Rapidshape* razvila *S90*, uređaj koji se temelji na DLP postupku – očvršćivanje s pomoću svjetlosnog signala (najčešće LED svjetlo).

Uređaj se primjenjuje za zlatarsku industriju i to je njihov prvi uređaj za masovnu proizvodnju prstenova (800 prstenova po smjeni). Upotrebom LED svjetla vrijeme pripreme maksimalno je skraćeno, tvorevine su visoke preciznosti, brzo je vrijeme izrade, snižena je potrošnja energije, a i jeftiniji su rezervni dijelovi.

Od ostalih niskobudžetnih uređaja koji se temelje na DLP postupku, na sajmu su bili izloženi *Pico* tvrtke *Asiga* (vrijeme izrade 12 mm/h pri rezoluciji sloja 25 μm i 48 mm/h pri rezoluciji sloja 100 μm , cijena uređaja je 6 990 USD), *SP4300* i *SP6200* tvrtke *Kevvox*, *Picaso* s veličinom komore 200 · 200 · 230 mm i brzinom izrade 30 cm^3/h te *Master +plus* tvrtke *Carima*, cijene približno 24 000 eura.

Postoje tri tipa uređaja *Master +plus* (*J*, *M* i *S*), koji se razlikuju prema veličini radne komore u smjeru *x* i *y*, dok sva tri imaju maksimalnu visinu 200 mm i brzinu od 20 do 40 mm po satu. Posebnost je uređaja specijalna PTFE (poli(tetrafluoretilen)) folija koja se prolaskom kroz valjak natapa fotoosjetljivom smolom i očvršćuje se pomoću svjetlosnog signala na radnoj podlozi koja se diže prema gore (slika 6).



SLIKA 6 – Način očvršćivanja s pomoću PTFE folije kod uređaja *Master +plus* (Foto: A. Pilipović)

Prodways

Predstavljeni uređaji francuske tvrtke *Prodways* temelje se na načelu DLP postupka, ali s poboljšanjem koje znači da do očvršćivanja projekcije slike dolazi dok se glava DLP projektor pomiče (e. *MOVINGLight technology*). Time se dobiva bolje očvršćivanje i rezolucija dijelova tvorevine nego kad je osvijetljena cijela komora. Izvor svjetlosti je UVA LED svjetlo (365 nm), kojim je osigurana brza polimeri-

zacija slojeva. U uređajima se mogu primijeniti različite vrste materijala: od kompozitnih (keramičkih i metalnih) do hibridnih i biokompatibilnih. Za izradu velikih tvorevina predstavljen je uređaj *M350* (dijagonala 1 m i visina 550 mm), za izradu kompozitnih materijala uređaj *K20* te za dentalnu medicinu i biomedicinu uređaj *D35*.

Solidscape

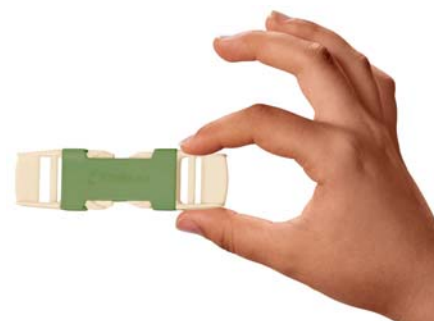
Solidscape, najpoznatija tvrtka na području izrade voštanih modela koji se primjenjuju kao taljive jezgre za lijevačke kalupe na području zlatarstva i stomatologije, izložila je novi uređaj *Solidscape Contact 600*, koji je dostupan na tržištu od ožujka 2014. godine po cijeni od oko 50 000 USD. S tim uređajem tvrtka očekuje širenje na izradu industrijskih tvorevina male mase, npr. lopatica turbina i modela za svemirsku industriju. Ključna je prednost u odnosu na dosadašnje *Solidscapeove* pisaače kraće vrijeme izrade tvorevine, 12 h umjesto 30 h.

Stratasys

Na području novih materijala tvrtka *Stratasys* predstavila je za postupak taložnog očvršćivanja poliamid PA12 u obliku žice koji je pet puta otporniji na pucanje i ima bolju žilavost nego dosadašnji materijali koji su se primjenjivali u taložnom očvršćivanju – FDM postupku. Prekidno istezanje prelazi 100 % iznos ostalih 3D tiskanih PA12, visoke je kemijske postojanosti i savojne žilavosti. Može se primjenjivati u elektronici, automobilskoj i svemirskoj industriji te za tiskanje ostalih širokoprimjenjivih proizvoda koji trebaju izdržati visoke vibracije, ponavljajuća naprezanja i zamor. Materijal se upotrebljava u kombinaciji s materijalom za potpunu strukturu *SR110*, koji se otapa u istoj otopini kao i ostali *Stratasysov* FDM potporni materijal. Materijal je za sada dostupan u crnoj boji.

Tvrtka je uvela nove spremnike materijala dvostrukoga kapaciteta *Xtend 184* za: ABS-M30, PC i *Ultem 9085*. S jednim spremnikom moguće je produljiti vrijeme izrade za 100 h u usporedbi sa starim, manjim spremnicima, što ga čini idealnim za izradu vrlo velikih tvorevina. To znači da je moguće bez nadzora ostaviti izradu tvorevina bez bojazni od prestanka rada stroja zbog nedostatka materijala.

Među ostalim novostima svakako se ističe druga generacija materijala *Digital ABS2* za postupak *PolyJet* koji omogućuje izradu tankostjenih modela s visokom dimenzijskom preciznošću. Dostupan je u boji bjelokosti i zelenoj boji (slika 7). Zbog visoke krutosti, postojanosti pri visokim temperaturama i poboljšane čvrstoće idealan je za izradu jezgri i kalupnih šupljina za primjenu u injekcijskom prešanju plastomera. Prednost je izrada oštih rubova i sitnih dijelova.



SLIKA 7 – Kopča izrađena od obje boje materijala *Digital ABS2* (Foto: *Stratasys*)

Na štandu je tvrtka izložila malu ubrizgavalicu na kojoj je prikazana izrada malih serija proizvoda načinjenih u plastičnom kalupu (materijal *Digital ABS*). Kalup je načinjen postupkom *PolyJet* te može izdržati visoke tlakove i temperature ubrizgavalice i izraditi do 60 komada u seriji. Također se mogu izrađivati ne samo cijeli kalupi nego i kalupni umetci, čime su sniženi troškovi izrade, skraćeno je vrijeme i mogu se proizvoditi tvorevine komplicirane geometrije. U suradnji s njemačkom tvrtkom *Seuffer* tvrtka *Stratasys* usporedila je klasičnu izradu kalupa s postupkom *PolyJet* (slika 8 i 9). Klasičnom CNC obradom potrebno je oko osam tjedana za izradu kalupa od metala, uz cijenu od 40 000 eura, dok postupkom *PolyJet* s materijalom *Digital ABS* treba manje od 24 h, i to za manje od 1 000 eura, što je ušteda od 97 %.

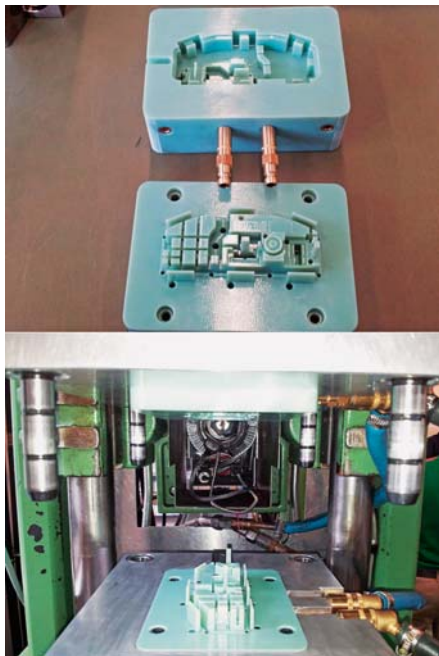


SLIKA 8 – Kalupi načinjeni CNC obradom i postupkom *PolyJet* uz gotovu tvorevinu (Foto: *Stratasys*)

MakerBot

Američka tvrtka *MakerBot* u ponudi ima samo niskobudžetne pisaače koji se temelje na FDM postupku. Na prošlom sajmu bio je izložen *MakerBot Replicator 2*, dok sada u ponudi imaju i pisaač *Replicator 2x – experimental 3D printer*, koji ima otvorene parametre prerade i može tiskati ABS. Za izradu potporne strukture do sada je upotrebljavan materijal za model, a sada u ponudi imaju materijal *Support* koji se može otopiti u limonenu. Takva topljiva potporna struktura proširuje mogućnosti pravljenja

tvorevina na pisačima koji su npr. načinjeni od jednoga komada, a sastoji se od pokretnih dijelova. Od ostalih materijala novost je savitljivi *Flex*. Svi materijali dobivaju se u obliku žice promjera 1,8 mm.



SLIKA 9 – Kalup načinjen postupkom *PolyJet* i učvršćen u kalupnu ploču (Foto: A. Pilipović)

Svakako treba spomenuti da tvrtka na internetu ima besplatnu programsku podršku kojom se može svatko koristiti.

Među ostalim novostima predstavljenima na sajmu je mali 3D skener *MakerBot Digitizer* (slika 9). Programska podrška skenera vrlo je jednostavna i nije potrebno nikakvo znanje konstruiranja i 3D modeliranja za upotrebu. Maksimalna veličina koja se može skenirati je f 20,3 cm i visine 20,3 cm, rezolucije 0,5 mm, dimenzijske preciznosti ± 2 mm. Skener je idealan za bijele i zaobljene površine. Kod tamnih tvorevina potrebno je prije skeniranja primijeniti bijeli mat sprej. Cijena skenera je 1 400 eura.



SLIKA 10 – 3D skener *MakerBot* (Foto: A. Pilipović)

Trend udruživanja tvrtki, nastavila je i tvrtka *Stratasys* koja je početkom ove godine kupila tvrtku *MakerBot*.

Arburg

Na sajmu je također svoj izložbeni prostor imala poznata tvrtka na području injekcijskog prešanja. Ali ovaj put prikazala je svoj novi stroj *Freeformer* (predstavljen javnosti već na sajmu *K'2013* u Düsseldorfu), koji se temelji na postupku taložnog očvršćivanja – FDM. Velika je prednost tog stroja upotreba standardnih materijala u obliku granulata, a ne specijalnih materijala za FDM postupak u obliku žice. U časopisu *Polimeri* 34(2013)2-3 može se detaljnije pročitati o tom stroju. Na njemačkom tržištu dostupan je od ove godine, a drugdje tek od 2015., a očekivana cijena stroja bit će oko 150 000 eura.

Ostali niskobudžetni pisači

Svakako treba izdvojiti nekoliko niskobudžetnih pisača, u prvom redu industrijski pisač *The Kühling&Kühling RepRap* (slika 11). *RepRap Industrial* je prvi pisač za industrijsku upotrebu. Karakteristike pisača su: veličina komore 200 · 185 · 280 mm, debljina žice 3 mm, materijali koji se mogu tiskati: ABS, PS-HI, PVA, PLA, PC, PA. Pisač ima dvije glave ekstrudera i četiri različite mlaznice promjera od 0,25 do 0,75 mm.

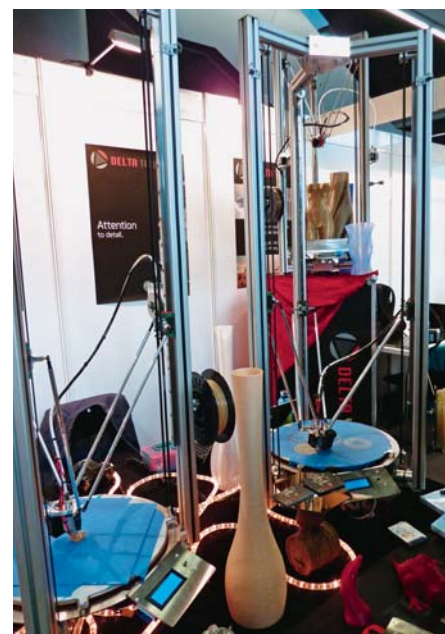


SLIKA 11 – Industrijski pisač *The Kühling&Kühling RepRap* (Foto: A. Pilipović)

Tvrtka *Leapfrog* predstavila je dva pisača: *Creatr* i *Xeed*. *Creatr* je dostupan s jednom glavom ekstrudera po cijeni od 1 250 eura te s dvije glave ekstrudera po 1 500 eura, dok je cijena *Xeeda* 7 000 eura. Dimenzije komore pisača *Creatr* jesu 230 · 170 · 200 mm, minimalna je debljina sloja 0,05 mm, dok pisač *Xeed* ima mnogo veću komoru, 350 · 270 · 220 mm, uz minimalnu debljinu sloja od 0,035 mm. Na oba pisača mogu se izrađivati tvorevine od ABS-a, PLA, PVA te materijala *Laybrick Sand-stone* (mješavina krede i kopoliestera) i *Laywood* (dr-

vnoplastomerni kompozitni materijal s 40 % drva s toplinskom izdržljivošću sličnom PLA).

Zanimljivo rješenje konstrukcije 3D pisača predstavila je švicarska tvrtka *Delta Tower*. Radna je podloga pisača nepomična, dok glava ekstrudera ima pomak u tri osi (slika 12). Na pisaču se mogu izrađivati tvorevine promjera f 330 mm i visine do 600 mm, što ga čini jedinim niskobudžetnim pisačem koji može izrađivati tako visoke tvorevine. Ostale karakteristike pisača su: debljina žice 3 mm, debljina mlaznice 0,4 i 0,8 mm, rezolucija sloja od 0,1 do 0,3 mm. Moguće je prerađivati PLA, ABS, PA, ali i druge plastomere.



SLIKA 12 – 3D niskobudžetni pisač za izradu visokih tvorevina tvrtke *Delta Tower* (Foto: A. Pilipović)

Njemačka tvrtka *3Dfactories* izložila je na sajmu svojih šest pisača, čije cijene ovise o veličini komore: *Visions3Dprinter* (veličina komore 150 · 150 · 150 mm, cijena 947 eura), *Easy3Dmaker* (veličina komore 200 · 200 · 230 mm, cijena 1 790 eura), *Profi3Dmaker* i *Profi3Dmaker Double* (veličina komore 400 · 260 · 190 mm, 2 990 eura, odnosno 3 750 eura), *ProProfi3Dprinter* (veličina komore 700 · 400 · 300 mm, cijena 16 490 eura) i najveći *Maxi3Dprinter 1* (veličina komore 1 000 · 1 000 · 6 000 mm, cijena 77 990 eura). Tvrtka također nudi materijale ABS, PLA, PVA i savitljivi polimer *Elastic Print Plus*.

Od ostalih pisača koji se temelje na FDM postupku na sajmu su se mogli vidjeti: *iRapid Black* tvrtke *iRapid* (cijena 999 eura, veličina radne komore 250 · 150 · 120 mm), *UP! mini* (veličina komore 120 · 120 · 120 mm, materijal ABS) i *UP! plus 2* (veličina komore 140 · 140 · 135 mm, materijal ABS i PLA), *Ultimaker 2* tvrtke *iGo 3D*.

ColorFabb

Tvrtka *colorFabb* za niskobudžetne pisaače nudi tri vrste materijala u dvije debljine žice, 2,85 i 1,75 mm: PLA/PHA temperature prerade 195 – 220 °C, dostupan u raznim bojama, drvnoplastomerni kompozit *woodFill* temperature prerade 195 – 230 °C i prozirni materijal *_XT* s visokom temperaturom prerade od 220 do 240 °C.

3D Systems

Tvrtka *3D Systems* predstavila je mnogo novosti, no svakako treba istaknuti dva uređaja. Riječ je o *ProJet 4500*, koji omogućuje izradu tvorevina u boji, i *ProJet 5500 X*, koji može izrađivati tvorevine od kompozitnih materijala (miješanjem krutog i elastičnog polimera dobiju se razne tvrdoće). Uređajem *ProJet 5500 X* (slika 13) tvrtka postaje velik konkurent tvrtki *Stratasys* koja je do sada na svojim uređajima iz obitelji *Connex* jedina imala mogućnost izrade kompozitnih tvorevina. Uređaj se temelji na višezlaznom oblikovanju i moguće je izraditi tvorevine raznih nijansi sive boje, crne, bijele i prozirne. Prednost je stroja velika radna komora (533 · 381 · 300 mm), debljina sloja (32 i 29 μm) i odvajanje potporne strukture pri povišenim temperaturama (to je moguće zato što se za potpornu strukturu primjenjuje vosak), čime je omogućeno odvajanje potporne strukture iz teško dostupnih dijelova (što je otežano prilikom odvajanja potporne strukture s pomoću vode).



SLIKA 13 – *ProJet 5500 X* – uređaj za izradu kompozitnih tvorevina (Foto: *3D Systems*)

ProJet 4500 (slika 14) je brzi pisaač koji izrađuje tvorevine u milijun boja te se one mogu odmah upotrijebiti bez potrebe za naknadnom obradom kao što je bio slučaj pri izradi tvorevina 3D tiskanjem. Radna komora uređaja je 203 · 254 · 203 mm, debljina sloja koja se može izrađivati je 0,1 mm, nema potrebe za potpornom strukturom i za stroj je razvijen novi materijal *VisiJet C4 Spectrum*, koji se može reciklirati i ponovno upotrijebiti.



SLIKA 14 – *ProJet 4500* – uređaj za izradu tvorevina u boji (Foto: *3D Systems*)

Tvorevine velikih dimenzija (radna komora 1 500 · 750 · 550 mm) i preciznost stereolitografije (debljina sloja od 0,05 do 0,15 mm) s visokom brzinom proizvodnje mogući su na novom uređaju *ProX 950* (brzina izrade konture je 3,5, a jezgre 25 m/s).

No svakako treba spomenuti cijenom povoljan mali uređaj *ProJet 1200* (slika 15), koji izrađuje tvorevine stereolitografijom. Radna komora veličine je samo 43 · 27 · 180 mm, što ga čini idealnim za izradu sitnih tvorevina (debljina sloja je 0,03 mm). Uređaj radi s materijalom *VisiJet FTX Green*, koji pri visokim temperaturama izgori bez ostatka pepela pa se upotrebljava za proizvodnju pramodela nakita.



SLIKA 15 – Najmanji uređaj tvrtke *3D Systems*, koji izrađuje tvorevine stereolitografijom – *ProJet 1200* (Foto: *3D Systems*)

Tvrtka je predstavila i dva nova materijala: *VisiJet M5 Black* i *VisiJet M5-X*. *VisiJet M5 Black* upotrebljava se za izradu funkcijskih tvorevina, a zbog crne boje najčešće se primjenjuje u elektronici i za automobilske dijelove. Za razliku od njega, *VisiJet M5-X* je bijele boje i rabi se za ambalažu (boce), cijevi, ventile i ostale tvorevine gdje se zahtijeva krutost.

EOS

Veliki konkurent tvrtki *3D Systems* na području selektivnoga laserskog srašćivanja je njemački *EOS*, koji je na sajmu predstavio dva nova stroja za izradu plastičnih (*EOS P 396*) i metalnih (*EOS M 400*) tvorevina. *EOS P 396* (slika 16) je nasljednik uređaja *EOSINT 395*, kojemu

je poboljšana regulacija temperature površine praha s pomoću pirometra i ugrađena nova generacija CO₂ lasera snage 70 W. Dimenzije radne komore jednake su kao i kod prethodnika – 340 · 340 · 600 mm, a za sada je moguća izrada tvorevina samo od PA2200 i *PrimePart PLUS* (PA2221). Zanimljivo je da se na uređaju može podešavati pet različitih debljina sloja: 0,06, 0,1, 0,12, 0,15 i 0,18 mm.



SLIKA 16 – *EOS P 396* za izradu polimernih tvorevina (Foto: *EOS*)

Uređaj je dostupan na tržištu od proljeća 2014.

Mcor Technologies Ltd

Jedine strojeve na sajmu s područja laminiranja predstavila je irska tvrtka *Mcor Technologies Ltd*. Tvrtka nije pokazala nove strojeve, nego samo poboljšanja na starim uređajima *Matrix 300* i *Iris*. Riječ je o dvostruko bržoj izradi tvorevina, odnosno skraćanju vremena izrade za 50 %. Kao materijal, *Matrix 300* i *Iris* upotrebljavaju papir.

Cipres

Prije dvije godine tvrtka *Cipres* razvila je postupak bojenja poliamidnih tvorevina načinjenih selektivnim laserskim srašćivanjem. Boja je otporna na abraziju, postojana je u kloriranoj vodi, jakim otopinama za čišćenje i limunskoj kiselini te, najvažnije od svega, zadržana je dimenzijska stabilnost tvorevine. Boja prodire 1 mm u dubinu tvorevine, a dodatnom toplinsko-kemijskom obradom površina tvorevine je vodonepropusna i postojana na pritisnoj opterećenju.

Kraton

Tvrtka *Kraton* specijalizirala se na području izrade materijala. Na sajmu je predstavila elastoplastomer TPE za primjenu kod postupaka selektivnoga laserskog srašćivanja, taložnog očvršćivanja, ali i kao granulatu za postupak *Freeform* tvrtke *Arburg*. Uz TPE, u ponudi je i drvno-plastomerni kompozit čija je matrica polipropilen (PP).

Aditivna proizvodnja pješčanih i keramičkih tvorevina

Voxeljet

Kad je riječ o 3D tiskanju velikih tvorevina, najpoznatije su tvrtke *Voxeljet* i *ExOne*. Posljednjih godina na svakom *EuroMoldu* njemačka tvrtka *Voxeljet* predstavi novi stroj. Ovaj put riječ je o *VX2000*, koji ima radnu komoru dimenzija 2 060 · 1 060 · 1 000 mm (slika 17). Visoka proizvodnost postiže se s pomoću *ink-jet* glave s 13 280 mlaznica s rezolucijom do 600 dpi, ovisno o primjeni. Debljina sloja koja se može podešavati na stroju je od 100 do 400 µm, odnosno brzina prerade je 21,6 mm/h (47 l/h). Najčešće se primjenjuje u automobilskoj i zrakoplovnoj industriji, u ljevaonicama za izradu kalupa, za izradu pumpi ili propelera. Na stroju se mogu prerađivati svi dostupni materijali *Voxeljet*, tj. poli(metil-metakrilat) (PMMA) i kvarcni pijesak. Trenutačno razvijaju i keramiku i drvo. Cijena stroja zajedno s transporterom (što je potrebno zbog pravljenja i rukovanja velikim tvorevinama) i uređajem za naknadnu obradu i prosijavanje materijala bit će 1 000 000 eura.



SLIKA 17 – *Voxeljet VX2000* za izradu velikih tvorevina 3D tiskanjem (Foto: *Voxeljet*)

Lithoz

Na području prerade keramičkih tvorevina jedina tvrtka koja je izložila svoj stroj bio je austrijski *Lithoz*. Njihov uređaj *CeraFab 7500* temelji se na postupku litografske prerade keramike (više se može pročitati u časopisu *Polimeri* 33(2012)3-4). Na uređaju se mogu prerađivati *LithaLox Al₂O₃*, *LithaCon ZrO₂* i *LithaBone Ca₃(PO₄)₂*.

Aditivna proizvodnja metalnih tvorevina

Tvrtke *3D Systems*, *EOS*, *DMG Mori*, *CybaMan* i *Matsuura*, *Fabrisonic* i *SLM Solutions* izložile su sustave za izradu metalnih tvorevina, od

kjih neki čine uspješnu kombinaciju aditivne proizvodnje i glodanja (više o tome na mrežnim stranicama časopisa *Polimeri*).

CAD programska podrška

netfabb

Na području CAD programske podrške dostupno je niz programa koji olakšavaju razvoj proizvoda. Tvrtka *netfabb* izdala je novu verziju programa *netfabb profesional 5*. Novosti u softveru su analiza cijene, kvalitete i stabilnosti postupka prerade tvorevina ovisno o debljini stijenke, volumenu potporne strukture i vremenu izrade pojedinog sloja, zatim automatsko stvaranje *powerpoint* izvještaja sa slikama i svojstvima modela, analiza i popravak površina modela za izradu tvorevina u boji, otkrivanje geometrijskih grešaka u *.STL modelu*, površinske deformacije i sl.

Materialise

Belgijska tvrtka *Materialise* predstavila je brojne novosti u pogledu novih modula i poboljšanja programa. Novi programi su *Build Processor* za tvrtku *EOS*, *MiniMagics^{PRO}* i *3-matic^{STL} 8.0* s dva nova modula. *Lightweight Module* namijenjen je za izradu rešetkastih struktura, a *Texturing Module* za izradu različitih tekstura površine polazeći od 2D *bitmap* slike. Od novih verzija programa treba spomenuti *Magics 18*, za rad sa *STL* datotekama.

Od ostalih novosti izdvaja se *on-line* aplikacija *3D Print Barometer*. Aplikacija omogućuje identificiranje gdje se i kako aditivni postupci mogu najbolje primijeniti ovisno o veličini tvorevine, funkcionalnosti, količini serije itd.

Od novih materijala tvrtka je predstavila plastomerni poliuretana *TPU 92A-1*, koji ima povišenu elastičnost te otpornost na trganje, dinamička naprezanja i abrazivno trošenje.

3D skeniranje

Njemačka tvrtka *GOM*, koja se specijalizirala na području optičkih mjerenja, na *EuroMoldu* je predstavila novi *Atos Core* (slika 18), optički 3D skener za mjerenje i inspekciju malih i srednjih proizvoda. Senzor skenera *Atos Core* omogućuje različite funkcije mjerenja, od jednostavnih 3D skeniranja do posve automatiziranog mjerenja i inspekcije. Optika i elektronika integrirane su u maloj glavi senzora. Glava senzora može se brzo i jednostavno zamijeniti

ovisno o volumenu koji je potrebno izmjeriti. Mjerenje i inspekcija mogu se obavljati ručno ili automatski. Plavo svjetlo senzora (e. *blue-lightning*) omogućuje točnije mjerenje neovisno o pozadinskom svjetlu (tj. svjetlu u prostoru u kojem se skenira).



SLIKA 18 – Novi 3D skener *Atos Core* tvrtke *GOM* (Foto: *GOM*)

Tvrtka je također predstavila pokretni 3D sustav inspekcije za velike proizvode. Novi model *6130* u sustavima *Atos ScanBox* može mjeriti proizvode visine do 3 m i mase do 2 tone.

Profesionalne skenere predstavile su i tvrtke *Faro*, *Steinbuchler* i *Creaform*, a niskobudžetne tvrtka *Range Vision* (cijena skenera 7 585 eura) i *David Vision Systems GmbH*, čiji skeneri *SLS-1* i *SLS-2* stoje do 2 000 eura.

Alatničarstvo

Hasco

Na području opreme koja se primjenjuje u alatničarstvu svakako treba spomenuti tvrtku *Hasco*, koja svake godine na *EuroMoldu* predstavi mnogo novosti. Sada je prikazala sustav za temperiranje kalupa za injekcijsko prešanje *Hasco CoolCross* i *DLC* premaz za izbacivala. Novost je kod sustava *CoolCros* u tome što se kanali za temperiranje križaju, a *DLC* premaz daje povišenu tvrdoću i malo trošenje površine izbacivala.

Umjesto zaključka

EuroMold 2013. na svoju 20. obljetnicu još je jedanput potvrdio poziciju vodeće industrijske platforme od predstavljanja cijelog lanca razvoja proizvoda do same proizvodnje, te je postao nezamjenjiv u svim segmentima industrije. Aditivni su se postupci u posljednjih nekoliko godina transformirali od postupaka za proizvodnju prototipova do proizvodnje funkcionalnih tvorevina. 21. sajam *EuroMold* održat će se od 25. do 28. studenog 2014.