

## 19. svjetski sajam za aditivne postupke, alatničarstvo i 3D skeniranje – EuroMold 2012



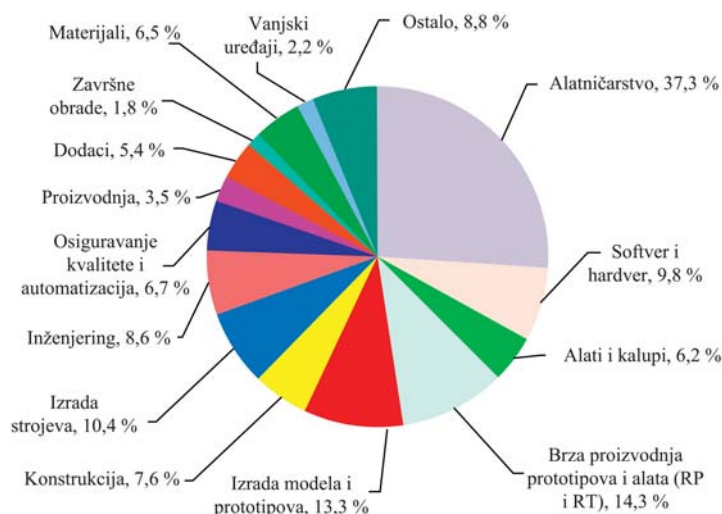
Privedila: Ana PILIPOVIĆ

### 19th World Fair for Moldmaking and Tooling, Design and Application Development – EuroMold 2012

EuroMold 2012 was held in Frankfurt/Main from 27 to 30 November 2012 with the concept From Design to Prototyping to Series Production. At this year's EuroMold special topics was Jewellery Industry. Austria was the partner country of EuroMold 2012 because Austria is the 7<sup>th</sup> important export market for Germany and the country has a strong position in plastics sector (plastics processing, machinery, tooling and moldmaking, materials, and packaging). For the first time was organized a two-day symposium Photonic Process Chains – the revolution in production? In the same time 14<sup>th</sup> Annual International Wholers Conference: Advances in Metal Additive Manufacturing was organized within EuroMold by collaboration of the Ministry of Education and Research (BMBF), German Engineering Federation VDMA, DEMAT and the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT. The next EuroMold 2013 will be held in Frankfurt/Main from 3 to 6 December 2013.

EuroMold 2012 održan je u Frankfurtu od 27. do 30. studenog 2012. To je sada već najpoznatiji svjetski sajam posvećen aditivnim postupcima, alatničarstvu i 3D skeniranju. Održan je pod sloganom *Od konstrukcije do prototipa i serijske proizvodnje* (e. *From Design to Prototyping to Series Production*) u organizaciji tvrtke DEMAT. Na sajmu se predstavilo više od 1 000 izlagača iz 35 zemalja, od toga 61,1 % iz Njemačke, a posjetilo ga je gotovo 56 000 posjetitelja iz 97 zemalja (što je pad od 1,5 % u odnosu na godinu prije). Najzastupljenije područje na sajmu bilo je i ovaj put alatničarstvo s 37,3 % (slika 1). Uz alatničarstvo, aditivne postupke i 3D skeniranje, na EuroMoldu su prikazana najnovija dostignuća na području obradnih centara, novih materijala, računalnih programa i ostaloga potrebnoga za razvoj proizvoda.

Zemlja partner sajma bila je Austrija, koja je na sedmome mjestu po uvozu na njemačko tržište. Vrijednost robne razmjene između Austrije i Njemačke iznosi 88 milijardi eura. Austrijska plastičarska industrija obuhvaća izradu opreme za proizvodnju plastike, proizvodnju materijala, izradu kalupa i alata te proizvodnju dijelova i gotovih proizvoda.



SLIKA 1 – Udio izlagača prema područjima

U sklopu sajma prvi je put organiziran dvodnevni simpozij posvećen laserima i drugim svjetlosnim izvorima za proizvodnju tvorevina pod nazivom *Fotonički proizvodni lanac – revolucija u proizvodnji?* (e. *Photonic Process Chains – the revolution in production?*) u organizaciji tvrtke DEMAT, Fraunhoferova instituta za laserske tehnike (e. *Fraunhofer Institute for Laser Technology, ILT*), Ministarstva obrazovanja i istraživanja (e. *Ministry of Education and Research, BMBF*) i Njemačkoga inženjerskog saveza (e. *German Engineering Federation, VDMA*). Nastavilo se održavanjem 14. međunarodne konferencije *Napredak u aditivnoj proizvodnji metalnih dijelova* (e. *Advances in Metal Additive Manufacturing*) u organizaciji tvrtke Wholers Associate Inc. Konferencija je organizirana kako bi se javnost upoznala sa sve većom proizvodnjom metalnih proizvoda postupcima aditivne proizvodnje (AM), koji se osim za izradu kalupa i alata sve više upotrebljavaju i u svemirskoj industriji, medicini (izrada implantata), zlatarstvu i umjetnosti. Novost sajma bila je konferencija o bionici, oblikovanju za bioniku, potencijalima bionike (nj. *Bionik im Betrieb*), koja je organizirana u suradnji s *Ministarstvom gospodarstva* pokrajine Hessen.

Posebne teme sajma bile su zlatarstvo i B2B susreti posjetitelja i izlagača. Porastom vrijednosti zlata na tržištu i zahtjeva kupaca za nakitom kompliciranih oblika razvila se potreba za što većom primjenom aditivnih postupaka u zlatarskoj industriji. Stoga su izložci bili prisutni

na većem broju izložbenih prostora. Istodobno, na održanim tribinama detaljno je prikazana uloga aditivnih postupaka u proizvodnji od konstrukcije do gotove tvorevine. B2B susreti omogućili su kontakte posjetitelja i izlagača te različite dogovore i suradnju.

Svake godine dodjeljuje se nagrada *Oscar za razvoj proizvoda* (e. *Oscar of Product Development*) za postignuća u razvoju proizvoda ili usluga. U velikoj konkurenciji prve tri nagrade osvojile su dvije tvrtke iz Njemačke i jedna iz Austrije. *Zlatnu medalju* dobila je tvrtka *Hans Herrmann Bosch GmbH* iz Njemačke za visokoprecizne i predobrađene metalne dijelove kompleksne geometrije načinjene elektrokemijskom obradom (e. *electro-chemical machining, ECM*) primjenom keramičkih elektroda s galvanskom prevlakom. *Srebrna medalja* dodijeljena je tvrtki *Lithoz GmbH* iz Austrije za aditivnu proizvodnju keramičkih tvorevina, dok je *brončana medalja* pripala njemačkoj tvrtki *Concept Laser GmbH* za novi uređaj *XLine 1000 R* koji se temelji na načelu selektivnoga laserskog taljenja.

### Aditivna proizvodnja nemetalnih tvorevina

#### Stereolitografija (e. *Stereolithography, SLA*)

Na području stereolitografije najpoznatija je tvrtka *3D Systems*, koja je na sajmu predstavila strojeve *ProJet 6000*, *7000*, *iPro 8000* i *9000*. Riječ je o industrijskim strojevima visoke preciz-

nosti. Na strojevima *ProJet 6000* i *7000* moguća je prerada sedam različitih vrsta materijala dobre žilavosti, savitljivosti, postojanih pri povišenim temperaturama, za proizvodnju prozirnih i neprozirnih tvorevina, za primjenu u stomatologiji i zlatarstvu. Materijal *VisiJet Jewel* primjenjuje se za izradu jezgri za ljevačke kalupe za zlatarstvo. Plave je boje jer se pokazala najboljom iz iskustva mnogih proizvođača nakita. Minimalna debljina sloja kod strojeva *iPro 8000* i *9000* je 0,05 mm, a radna komora može biti sve do dimenzija 1 500 · 750 · 550 mm. Materijali koji su dostupni imaju slična svojstva kao polipropilen, ABS i polikarbonat.

### Višestruko oblikovanje (e. *Multi Jet Modeling, MJM*)

Tvrtka *3D Systems* također je najpoznatiji proizvođač strojeva koji se temelje na postupku višestrukog oblikovanja. Ovaj put predstavila je poboljšanu verziju uređaja *ProJet 3500 HD-Max* (slika 2) i *3500 CPXMax*. Uređaji mogu raditi s tri skupa parametara za preciznost i razlučivost: HD (e. *high definition*) razlučivosti 375 · 375 · 790 dpi i debljina sloja 32 µm, UHD (e. *ultra high definition*) razlučivosti 750 · 750 · 890 dpi i debljina sloja 29 µm i XHD (e. *extreme high definition*) razlučivosti 750 · 750 · 1 600 dpi uz debljinu sloja 16 µm. Oba stroja mogu proizvoditi tvorevine od šest različitih plastomernih materijala *VisiJet* temeljenih na vosku. Dodatna je novost pokretanje i upravljanje strojevima na daljinu iz bilo kojeg dijela svijeta uređajima kao što su *iPhone* ili *iPad*, na koje se instalira poseban softver koji izgleda poput upravljačkog sučelja samog stroja.



SLIKA 2 – Uređaj *3500 HDMax* (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Manje tvrtke *Asiga*, *Rapid Shape* i *Solidscape* također su predstavile svoje uređaje. Tu treba spomenuti uređaj *3Z Pro* (slika 3) tvrtke *Solidscape*, koji izrađuje voštane tvorevine koje se

primjenjuju kao taljive jezgre za ljevačke kalupe na području zlatarstva i stomatologije. Karakteristike stroja su preciznost od ±0,0254 mm i rezolucija 5 000 · 5 000 · 8 000 dpi.



SLIKA 3 – Uređaj *3Z Pro* za izradu tvorevina od voska (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Također treba istaknuti uređaj *Pico* tvrtke *Asiga* jer cijenom od 6 990 \$ pripada skupini šire dostupnih uređaja. Izvor svjetlosti je UV LED rasvjeta, dimenzije radnog prostora su 40 · 30 · 75 mm, a stroj se primjenjuje za izradu tvorevina potrebnih u stomatologiji, zlatarstvu, medicini, elektronici, arhitekturi itd.

### *PolyJet*

Izraelska tvrtka *Objet* predstavila je najveći uređaj za izradu tvorevina od fotoosjetljivih polimera. Riječ je o uređaju *Objet 1000* (slika 4) s radnom komorom dimenzija 1 000 · 800 · 500 mm. Na uređaju se mogu preraditi tvorevine od čak 100 vrsta različitih materijala, a kako se uređaj temelji na postupku *PolyJet Matrix*, pri izradi tvorevina moguća je kombinacija 14 različitih materijala u samo jednome proizvodnom ciklusu. Tvrtka *Objet* ponosna je na paletu od čak 123 vrste različitih materijala, od elastomera do polipropilena i ABS-a. Na sajmu je predstavila program *Objet 30 Scholar* namijenjen akademskoj zajednici koji uključuje uređaj *Objet 30*, uređaj za čišćenje potporne strukture, dvogodišnju ili trogodišnju zalihu materijala, održavanje i edukaciju po pristupačnoj cijeni.



SLIKA 4 – Uređaj *Objet 1000* (Foto: *Objet*)

### Očvršćivanje s pomoću digitalnoga svjetlosnog signala (e. *Digital Light Processing, DLP*)

Na području postupka očvršćivanja s pomoću digitalnoga svjetlosnog signala uređaje su izložile tvrtke *EnvisionTEC* i *DigitalWax Systems*. Postupak se temelji na očvršćivanju fotoosjetljivih polimera s pomoću DLP projektor i pravljenju tvorevine na platformi koja se podiže prema gore.

Kod tvrtke *EnvisionTEC* pozornost je privukla cijena njihova najmanjeg uređaja *Perfactory Micro* (slika 5), koji je predstavljen tržištu prije pola godine, a ponajprije je namijenjen zlatarskoj industriji. Cijena uređaja je približno 10 000 eura, radni volumen je 40 · 30 · 100 mm i rezolucije u osi z 1 mm.

Tvrtka *DigitalWax Systems* u ponudi ima više od deset uređaja. Oni se također dijele prema dimenzijama radne komore, ali i području primjene: *DigitalWax J* za zlatarsku industriju (e. *jewelry*), *DigitalWax D* za stomatologiju (e. *dentistry*) i *DigitalWax W* za izradu kompleksnih tvorevina od fotoosjetljivih polimera od kojih su neki s nanočesticama.



SLIKA 5 – *Perfactory Micro* (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

### Selektivno lasersko srašćivanje (e. *Selective Laser Sintering, SLS*)

Najveći europski proizvođač strojeva na načelu selektivnoga laserskog srašćivanja je tvrtka *EOS*. Na sajmu je predstavila brojne novosti. Riječ je o tri nova uređaja: *Formiga P110*, *EOSINT M 280* i *Presious M 080* te dva nova materijala: *Prime Part PLUS* i *PA 1101*. Uređajima *EOSINT M 280* i *Presious M 080* izrađuju se metalne tvorevine (opširnije u poglavlju o aditivnoj proizvodnji metalnih tvorevina).

*Formiga P110* nasljednik je vrlo uspješnog uređaja *Formiga P100*, s jednakom veličinom radne komore (200 · 250 · 330 mm), pri čemu se na uređaju mogu izrađivati poliamidne i polistirenske tvorevine. Novost su uređaja dva nova parametra: *Balance 1.0* s debljinom sloja 120 µm i *Top Quality 1.0* s debljinom sloja 60 µm.

Materijal *Prime Part PLUS* (PA 2221) je poliamid 12 (PA12) koji se može miješati u omjeru 30 % čistoga materijala i 70 % recikliranoga. Time se snižuju troškovi materijala, jer je prethodni materijal *PA 2200* zahtijevao miješanje u omjeru 50:50 %. *PA 1101* je poliamid 11 (PA11), koji ima visoko prekidno istezanje i izvrsnu žilavost, što ga čini idealnim za primjenu kod zglobova (šarki) i uskočnih spojeva.

### 3D tiskanje (e. 3D Printing, 3DP)

Tvrtka *ExOne* predstavila je uređaj *S-Print* za izradu pješčanih jezgri za ljevačke kalupe. Zbog rezolucije u osima  $x$  i  $y$  0,1 mm i debljine sloja 0,24 mm moguća je izrada tankih stijenki jezgre. Radna komora je 800 · 500 · 400 mm, a osim posebnoga ljevačkog pijeska može se upotrijebiti i kvarcni pijesak.

I ovaj put tvrtka *Voxeljet* predstavila je dva nova uređaja, *VXC800* (slika 6.a i 6.b) i *VX200* za izradu tvorevina i kalupnih jezgri od PMMA i pijeska. Posebnost stroja *VXC800* je da nema ograničenja u duljini tvorevine (slika 7), dok su širina i visina maksimalnih dimenzija 850 · 500 mm. To je omogućeno horizontalnim remenastim konvejerom koji upravlja izradom pojedinog sloja i stroj s jedne strane izrađuje tvorevinu, a s druge strane istodobno vadi načinjenu tvorevinu. Karakteristike stroja su debljina sloja od 150 do 400  $\mu$ m, rezolucija 600 dpi i brzina izrade u smjeru osi  $z$  je 35 mm/h, što omogućuje izradu tvorevina s finim detaljima i izvrsne kvalitete površine.



a)



b)

SLIKA 6 – Stroj *VXC800*: a – prednji dio stroja, b – stražnji dio stroja (Foto: A. Pilipović i D. Godec)



SLIKA 7 – Jednodijelna pješčana tvorevina (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Stroj *VX200* najmanji je u paleti uređaja tvrtke *Voxeljet*. Dimenzije komore su samo 300 · 200 · 150 mm, debljina sloja je 150  $\mu$ m i brzina izrade u smjeru osi  $z$  je 12 mm/h.

### Taložno očvršćivanje (e. Fused Deposition Modeling, FDM)

Novi industrijski uređaj na području taložnog očvršćivanja predstavila je tvrtka *Stratasys*. Riječ je o uređaju *Mojo* (slika 8) s dimenzijom radne komore u obliku kocke 12,7 cm. Cijena uređaja je oko 8 000 eura, a debljina sloja koju može izradivati je 0,178 mm. Uz *Mojo* dolazi i uređaj za čišćenje potporne strukture *WaveWash 55 Support Cleaning System*.



SLIKA 8 – Uređaj *Mojo* tvrtke *Stratasys* (Foto: D. Godec)

### Niskobudžetni 3D pisači

Na području taložnog očvršćivanja tržište su preplavili niskobudžetni pisači, cijene od 10 000 do 20 000 kn, ovisno o tome imaju li mogućnost dobave samo jedne vrste materijala, dvije ili više. Od pisača tvrtke *Fabbster*, koji je od prošlog sajma obnovljen, pa do pisača tvrtke *3D Systems*. Radni prostor *Fabbstera* (230 · 230 · 210 mm), debljine slojeva (44, 88, 175 i 350  $\mu$ m), brzina dobave materijala (300 mm/s) i maksimalna temperatura prerade (300 °C) ostali su isti, ali način dobave materijala temelji se na novom postupku nazvanom *SDM* (e. *Stick Deposition Moulding*). Riječ je o zupčastim štapićima koji

se izrađuju injekcijskim prešanjem. Štapići su u raznim bojama pa je moguće dobiti višebojni proizvod, ali nije moguće točno odrediti sloj, tj. prelazak u drugu boju. Za sada je moguća prerada samo akrilonitril/butadien/stirena (ABS). Cijena uređaja je samo 1 000 eura.

Već na samom ulazu pozornost je privukao izložbeni prostor tvrtke *3D Systems* nazvan *Cube Shop and Cafe* (slika 9), gdje su posjetitelji mogli popiti kavu iz netom načinjene čaše na podlošku. Prostor je uređen tako da su na policama poslagani najmanji pisači *Cube* u stilu kafića. Dimenzije radnog prostora stroja *Cube* su 140 · 140 · 140 mm, ima mogućnost tiskanja proizvoda u slojevima od 0,25 mm od ABS-a u deset različitih boja. Cijena uređaja na sajmu bila je 1 200 eura (slika 10), dok je redovita cijena 1 450 eura.



SLIKA 9 – Izložbeni prostor *Cube Shop and Cafe* (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Malo skuplji uređaj tvrtke *3D Systems* je pisač *3D Touch*, koji nije novost, ali ga svakako treba istaknuti zbog pristupačne cijene od početnih 2 500 eura pa naviše, ovisno o broju glava (jedna, dvije ili čak tri). Pisač je zbog relativno niske cijene, radne komore veličine 185 · 275 · 210 mm kod pisača s tri mlaznice te mogućnosti tiskanja ABS-a i polilaktida (PLA) odličan za primjenu u obrazovnim ustanovama (školama, fakultetima), ali i tvrtkama te kućanstvima.



SLIKA 10 – 3D pisar *Cube* (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Sljedećem cjenovnom razredu (oko 2 500 eura) pripada pisar *Replicator 2* tvrtke *MakerBot Industries*. Riječ je o pisaru koji ima mogućnost izrade proizvoda ne samo od ABS-a nego i od PLA u obliku žice promjera 1,75 mm. U odnosu na prethodnika radni volumen povećan je za 37 % (dimenzije uređaja su 285 · 153 · 155 mm).

Na *EuroMoldu 2011* najavljen je niskobudžetni uređaj *BluePrinter* istoimene danske tvrtke, koji radi na načelu selektivnoga toplinskog srašćivanja (e. *Selective Heat Sintering, SHS*), koji je sada bio i izložen. Nažalost, pisar nije radio, što je izazvalo razočaranje posjetitelja. Uređaj radi na načelima selektivnoga laserskog srašćivanja (a takvi se uređaji ubrajaju u industrijske strojeve, odnosno u visoki cjenovni razred), ali se materijal u prahu ne sinterira laserom, već tiskarskom vrućom glavom kojom se slojevi materijala slijepe. Radni prostor je 160 · 200 · 140 mm, može izrađivati sloj debljine 0,1 mm, radna brzina je 5 – 7 mm/h, a najmanja debljina koju može načiniti je 1 mm. Cijena stroja je 12 500 eura, a uređaja za čišćenje viška praha 3 000 eura, dok je cijena korištenog materijala 95 €/kg.

#### Proizvodnja laminiranih objekata (e. *Laminated Object Manufacturing, LOM*)

Na sajmu je tvrtka iz Velike Britanije *Mcor Technologies* predstavila dva uređaja za proizvodnju laminiranih objekata, *Mcor Matrix 300+* i *Iris* (slika 11), koji trenutačno jedini na tržištu omogućuju izradu papirnatih tvorevina. Riječ je o postupku u kojem se papiri slažu jedan na drugi tako da se papir prethodno premaže adhezivom. Uređaj *Iris* spojen je s običnim uredskim pisarom koji ocrta konturu tvorevine, a nanosena boja prodire kroz čitavu debljinu pa-

pira i time stvara obrise u raznim bojama (slika 12). Nakon toga slijedi rezanje konture nožem i nanošenje novog sloja (tj. papira). Uređaj *Matrix 300+* ima mogućnost izrade samo jedno-bojnih tvorevina, što ovisi o upotrijebljenom papiru, odnosno boje pojedinog sloja ovisit će o boji papira.



SLIKA 11 – Uređaj *Iris* za proizvodnju laminiranih papirnatih objekata (Foto: *Mcor*)



SLIKA 12 – Papirnata tvorevina načinjena na uređaju *Iris* (Foto: *Mcor*)

Uređaji upotrebljavaju standardni 80-gramski A4 papir, pa su tvorevine malo manjih dimenzija, 256 · 169 · 150 mm. Debljina sloja je 0,1 mm, a u zoni rezanja sloja kamo se nanosi boja, papir je zajedno s bojom debljine 0,19 mm. Rezolucija boja uređaja *Iris* za *x-y-z* os je 5760 · 1440 · 508 dpi, a preciznost 12 · 12 · 100 mm. Tvorevine su dobrih mehaničkih svojstava, ali apsorbiraju vlagu. Cijena uređaja *Matrix 300+* je 24 000 eura, dok *Iris* stoji 34 000 eura. Niska cijena osnovnog materijala (papir) i rezanje konture nožem umjesto laserom čine ove uređaje pristupačnijima u usporedbi s ostalim strojevima na području aditivne proizvodnje.

#### Aditivna proizvodnja metalnih tvorevina

Na području metalnih tvorevina tvrtka *EOS* u suradnji s tvrtkom *Cookson Precious Metals* predstavila je uređaj *Precious M 080* (slika 13), koji se temelji na načelu postupka izravnoga laserskog srašćivanja metala (e. *Direct Metal Laser Sintering, DMLS*). Na uređaju je moguće

samo 1 675 eura. Format skeniranja su datoteke .obj, .stl, .ply, koje se mogu primijeniti za



SLIKA 13 – Aditivna proizvodnja zlatnih tvorevina – uređaj *Precious M 080* (Foto: *EOS*)



SLIKA 14 – Aditivna proizvodnja zlatnih tvorevina – nakit načinjen od 18-karatnog zlata (Foto: *EOS*)

izraditi nakit i dijelove satova od 18-karatnoga žutog zlata (slika 14).

Također, na području metalnih tvorevina predstavila je uređaj *EOSINT M280* (slika 15) za proizvodnju kalupa/alata, kalupnih umetaka i izravno tvorevina. Volumen radne komore je 250 · 250 · 325 mm, snaga lasera nudi se u dvije opcije, 200 ili 400 W. Uređaj može izrađivati tvorevine od raznih metala, npr. čelika, aluminija  $AlSi_{10}Mg$ , nehrđajućeg čelika, titana  $Ti_{64}$ , legura nikla i kobalt-kroma.

Već je spomenuto da je tvrtka *Concept Laser* osvojila brončanu medalju za novi uređaj *X Line 1000 R*, koji se temelji na načelu selektivnoga laserskog taljenja. Riječ je o uređaju s najvećom radnom komorom na području aditivne proizvodnje metalnih tvorevina (630 · 400 · 500 mm). Specifičnost je stroja okretna radna komora. Zbog dugog vremena hlađenja velikih tvorevina radna komora se s gotovom tvorevinom okrene za 180° u zonu rukovanja i čišćenja, a istodobno se u zoni izrade može započeti pravljenje nove

tvorevine. Snaga lasera je 1 kW, debljina sloja od 30 do 200  $\mu\text{m}$  i za sada se mogu izrađivati tvorevine od aluminijsa, titana i legura nikla.



SLIKA 15 – Uređaj EOSINT M280 (Foto: EOS)

Od noviteta ovog sajma svakako treba spomenuti i uređaj SLM 500 HL (slika 16) tvrtke SLM Solutions. Radna komora po veličini je poslije stroja X Line 1000 R i iznosi 500 · 280 · 325 mm. Stroj ima dva vlaknasta lasera snage 400 i 1 000 W, koji mogu raditi odvojeno ili zajedno, čime je povećana produktivnost stroja. Karakteristika stroja je poseban mehanizam koji omogućuje transport teških tvorevina velikih dimenzija izvan radne komore. Debljina sloja je od 20 do 200  $\mu\text{m}$ .



SLIKA 16 – Uređaj SLM 500 HL tvrtke SLM Solutions Matrix 300+ (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Na sajmu je izlagala samo jedna tvrtka s područja postupaka taljenja s pomoću snopa elektrona (e. *Electron Beam Melting*). Riječ je o švedskoj tvrtki Arcam, koja na ovom sajmu nije predstavila nikakav novitet. U svojoj ponudi nudi uređaj koji se najčešće primjenjuje u medicini za izradu implantata, Arcam A1, koji ima radnu komoru dimenzija 200 · 200 · 180 mm i može izrađivati slojeve debljine od 0,05 do 0,07 mm.

Tvrtka Realizer SLM također nije predstavila nikakve novitete, no valja spomenuti njihove uređaje SLM 50, SLM 100 i SLM 300. Uz uređaj Mlab tvrtke Concept Laser, SLM 50 jedan je od najmanjih uređaja na području izrade metalnih tvorevina. Radna komora je samo  $\phi$  70 · 40 mm, s maksimalnom snagom lasera 120 W. Sva tri uređaja mogu prerađivati titan, aluminij, kobalt-

krom, čelik i nehrđajući čelik, a SLM 50 i zlato. Keramički su materijali tek u razvoju.

Nezaobilazan proizvođač na području aditivne proizvodnje metalnih tvorevina je i tvrtka Renishaw. Na sajmu je izložila dva stroja: AM 125 i AM 250, koji se razlikuju u radnom volumenu, snazi lasera i promjeru laserske zrake. Radni volumen AM 125 je 120 · 120 · 125 mm, snaga lasera je 100 ili 200 W, dok je radni volumen stroja AM 250 245 · 245 · 300 mm, snaga lasera 200 ili 400 W. Debljina sloja koja se može prilagoditi kod oba stroja je od 20 do 100  $\mu\text{m}$ .

### Aditivna proizvodnja keramičkih tvorevina

Na području proizvodnje keramičkih tvorevina na sajmu se moglo vidjeti samo predstavljanje stroja CeraFab 7500 tvrtke Lithoz GmbH, koji je osvojio srebrnu medalju. Stroj se temelji na postupku litografskog praoblikovanja keramike (e. *Lithography Ceramic Manufacturing, LCM*). To je postupak u kojem fotoosjetljiva polimer-na smola pomiješana s česticama keramičkog praha očvršćuje s pomoću LED rasvjete. Cijena stroja bit će oko 200 000 eura i uskoro se očekuje njegov izlazak na tržište.

### Alatničarstvo

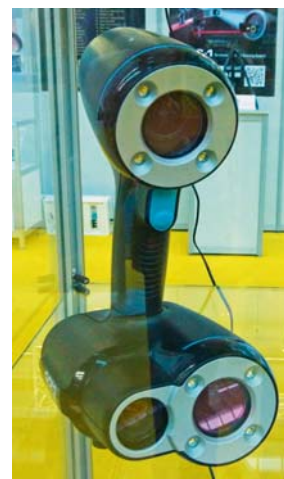
Na području alatničarstva svakako treba spomenuti nezaobilaznu tvrtku Hasco, koja je na sajmu demonstrirala brzu izmjenu kalupa serije K3600 na ubrizgavalici za injekcijsko prešanje. Kalup ima mogućnost mijenjanja iz vrućega u hladni uljevni sustav i obrnuto. Na sajmu su predstavili i svoje druge proizvode za dijelove kalupa, npr. izolacijske ploče preše, vruće mlaznice, hidraulične ili pneumatske jednostruke iglične ventile, ravna izbacivala itd.

Tvrtka Meusburger predstavila je mnoge dodatke, odnosno elemente kalupa i prekidače u aluminijskom kućištu koji se mogu montirati u dva položaja.

### Softverska oprema i 3D skeniranje

Uz razvoj novih uređaja i materijala tvrtka 3D Systems na ovom sajmu prikazala je razvoj novih računalnih programa i usluga 3D skeniranja. On-line program Quickpart omogućuje učitavanje .stl datoteka i definiranje cijene ovisno o vrsti materijala i postupka. Za obradu 3D skenova upotrebljava se program Rapidform, koji ima tri modula: prvi, XOR, generira parametarske modele izravno na temelju 3D skenova, drugi, XOV, omogućuje ispitivanje gotovih tvorevina i treći, XOS, omogućuje pretvorbu rezultata skeniranja u mreže i površine. Drugi program, Alibre, omogućuje konstrukciju, simulaciju i automatsku izradu 2D dokumentacije na temelju 3D skenirane tvorevine. Cijena osnovnog softvera je oko 1 200 kn.

Ipak, najpoznatije na području izrade skenera su tvrtke GOM i Steinbichler Optotechnik, koje imaju zastupništvo u Zagrebu. Više o tim tvrtkama već je pisano u časopisu Polimeri 32(2011)3-4, 148-151.



SLIKA 17 – Novi skener Go!SCAN 3D (Foto: Ana PILIPOVIĆ)

Velik konkurent tvrtkama GOM i Steinbichler Optotechnik je CREAMFORM, tvrtka koja je na prethodnom sajmu predstavila dva skenera, a sada deset. Posebno su izdvojili skener Go!SCAN 3D (slika 17), mase 1,1 kg, s rezolucijom od 0,5 mm, 550 000 mjerenja/s i točnošću od 0,1  $\mu\text{m}$ .

Tvrtka Solutionix specijalizirala se za 3D skenera koji se upotrebljavaju u zlatarstvu i za skeniranje malih objekata. Uređaj Rexcan DS<sup>2</sup> ima dvije kamere s LED izvorom svjetlosti koje omogućuju kvalitetno i brzo skeniranje sitnih detalja s visokom rezolucijom od 1,3 megapiksela. Volumen skeniranja je samo 80 · 60 · 60 mm. Njezina sestrinska tvrtka Medit izrađuje skenera koji se upotrebljavaju u stomatologiji. Izlazni format datoteke je .stl pa je moguća dorada u bilo kojem crtačem programu.

Tvrtka 3Shape također se specijalizirala za skenera, ali osim u stomatologiji njezini se skeneri mogu upotrebljavati i u automobilskoj industriji, zlatarstvu, medicini za izradu implantata, industrijama koje primjenjuju injekcijsko prešanje, ali i aditivnim postupcima prerade metalnih i polimernih tvorevina sraščivanjem. Tvrtka nudi četiri uređaja: TRIOS, Q700 i Q500, koji imaju dvije kamere s 1,3 megapiksela, i skener Q800, koji ima dvije kamere s 5 megapiksela. Vrijeme skeniranja je od 2 do 10 min, ovisno o veličini tvorevine, maksimalna veličina mjernog područja je 80 · 60 · 60 mm, a točnost skeniranja 16  $\mu\text{m}$ .

Na tržištu se mogu naći i jeftiniji skeneri, npr. skener SLS-1 (e. *Structured Light 3D Scanning System*) njemačke tvrtke David Vision Systems GmbH. Riječ je o prijenosnom skeneru, cijene

aditivne postupke, ispitivanje, pregled, prezentacije proizvoda, arheološku i kulturnu baštinu, računalne animacije, videoigrice itd. Moguće je skeniranje proizvoda maksimalnih dimenzija 500 mm.

Od softvera za obrađivanje tvorevina nacrtanih u nekome od CAD programa, ali i za obradu skeniranih tvorevina najpoznatiji je softver tvrtki *netfabb GmbH* i *Geomagic GmbH*. Novost u ponudi tvrtke *netfabb* je mogućnost instaliranja softvera na tablete ili telefone koji imaju sustav Android, ali za sada samo s nekim osnovnim opcijama. No tvrtka *Geomagic GmbH* na ovom je sajmu predstavila četiri nova softvera. Riječ je o: *Geomagic Spark*, *Geomagic Studio 2013*, *Geomagic Qualify* i *Freeform 2013*.

Kako je tema sajma bila zlatarstvo, tvrtka *Materialise* predstavila je novi softver *Jewel-Fab DWS*, koji olakšava obradu i preinake CAD datoteka, generira potpunu strukturu i virtualno rezanje slojeva kod nakita.

### Udruživanje

Započeti trend udruživanja američke tvrtke *3D Systems*, kojoj je početna djelatnost bila na području stereolitografije i selektivnoga laserskog srašćivanja, s tvrtkama *Bits from Bytes* i *ZCorporation*, koje pokrivaju druga područja aditivnih postupaka, taložnog očvršćivanja, postupka *ProJet* i 3D tiskanja, nastavile su tvrtke *Objet* i *Stratasys* postupkom *PolyJet* i taložnim očvršćivanjem. U trenutku pisanja

ovog izvještaja tvrtka *3D Systems* udružila se i s tvrtkom *Materialise*, kojoj je osnovna djelatnost proizvodnja materijala i softvera. Iz toga se može zaključiti kako će u budućnosti, da bi opstale na tržištu, postojati samo nekoliko tvrtki koje pokrivaju globalno tržište.

### Umjesto zaključka

Sajam *Euromold* pokrenut je kao pretežno alatničarski sajam. Nezadrživ razvoj skeniranja objekata (reverzno inženjerstvo), računalni razvoj proizvoda i njihova proizvodnja potpuno su, u vrlo kratkom vremenu, promijenili njegov sadržaj. U proizvodnji dobara svjedoči se velikoj revoluciji.

Sajam *EuroMold 2013* održat će se od 3. do 6. prosinca.

## Vijesti

*Priredila:* Gordana BARIĆ

### Rast primjene poliamida u automobilskoj industriji

Poliamid (PA) je već uspješno zamijenio mnoge metale u izradi automobilskih dijelova, ali se očekuje još veći prodor u tu industriju. Kako je riječ o materijalu postojanom na toplinu i maziva, pokazao se iznimno dobrim za izradu dijelova koji dolaze ispod poklopca motora (*haube*).

PA se jednostavno prerađuje, njegovom primjenom smanjuje se masa vozila i jeftiniji je od metala. Uporabom PA snižuju se troškovi jer je jeftiniji kao materijal i jeftinija je njegova prerada. Od poliamida je moguće izraditi mnogo preciznije dijelove nego od metala. To čini jednostavnijim kasnije umetanje pojedinih dijelova, npr. svjetla. Poliamidni dijelovi apsorbiraju više energije pri sudarima nego metalni, što pridonosi sigurnosti automobila, a isto tako bolje apsorbiraju vibracije, pa vozila postaju ugodnija i tiša u vožnji. Navedene odlike PA omogućuju proizvođačima lakše udovoljavanje sve strožim zahtjevima za smanjenje štetnih emisija i potrošnje goriva.

Upravo taj zahtjev, za sve lakšim vozilima, daje šansu da se poliamidom zamijeni sve više drugih materijala, stoga se čak razmišlja o poliamidu kao materijalu za izradu karoserija, pa i šasija. Dodatno, sve se više razvijaju automobili s motorima malih volumena, a kako bi se iz njih dobila što veća snaga, ugrađuju se sve jači akumulatori, a s time povezano i visokotemperaturni cijevni sustavi za koje se uobičajeno očekuje da budu od metala. Tvrtka *Lanxess* izradila ih je od poliamida.

Nakon različitih ispitivanja dokazalo se za koje je namjene u autoindustriji dobar PA6, a

za koje PA66, te kada ga ojačati staklenima, a kada ugljikovim vlaknima. Za automobilsku je industriju *Lanxess* ponudio dva tipa poliamida, *Durethan A* (PA6) i *Durethan B* (PA66). Uz poznata svojstva materijala, autodijelovi se oblikuju računalima uz simuliranje procesa injekcijskog prešanja te se time pokazuje njihovo ponašanje ako se metali zamijene plastikom.

*Polimer Industry News*, 27. 3. 2013.

### Može li otpadno meso postati preradljiva bioplastika?

Najteži izazov za proizvođače bioplastike jest cijena, kojom se natječu s proizvođačima fosilne plastike. Rješenje je pronaći sirovinu i postupak pridobivanja biopolimera koji bi bili cjenovno konkurentni i jednostavno preradljivi. Jer prerađivači će se okrenuti bioplastici samo ako im je cijena privlačna za iste namjene za koje sada rabe konvencionalnu sintetsku plastiku.

Jedno od rješenja jest *Novatein*, proizvod novozelandske tvrtke *Aduro Biopolymers* sa sjedištem u Hamiltonu. Osnova materijala je otpadna krv iz mesoprerađivačke industrije.

Ideja potječe iz 2007. godine, kada je prof. J. Verbeek sa *Sveučilišta Waikato* sastavio istraživački tim kojem je cilj bio iz otpada iz mesoprerađivačke industrije načiniti komercijalnu bioplastiku. Rezultat je već spomenuta bioplastika *Novatein*, materijal kojem se mogu mijenjati svojstva tako da odgovara određenim zahtjevima proizvoda. Istraživači su uspjeli mijenjati boju otpadne krvi, tako da su dobili proziran materijal poboljšanih svojstava, boje meda. Materijal nije namijenjen za proizvode

koji dolaze u dodir s hranom, ali se pokazao izvrsnim za poljoprivredne i hortikulture namjene, npr. za proizvodnju lonaca i spremnika za biljke i cvijeće, držača za visoke biljke te prostirke za sprječavanje rasta korova. Materijal nije pogodan za uporabu kada se zahtijeva visoka i ujednačena čvrstoća i trajnost.

Isporučuje se u granulama, a može se injekcijski prešati ili ekstrudirati na standardnoj opremi.

Uzrok još uvijek visokih cijena plastike iz obnovljivih izvora jest znatna potrošnja energije pri njezinoj proizvodnji, visoki troškovi istraživanja i razvoja kojima su ti materijali opterećeni te visoke početne investicije u proizvodne kapacitete, koji obično nisu toliko veliki da bi se osjetio efekt ekonomije obujma.

Proizvodni proces *Novateina* vrlo je jednostavan, što znači da ni investicijski troškovi nisu visoki, pa time ni proizvodnja nije skupa. Na kraju uporabnog vijeka proizvodi od *Novateina* mogu se neškodljivo odložiti na komercijalna ili kućna kompostišta, gdje se razgrađuju bez štetnih posljedica za okoliš.

Zanimljivo je da je tvrtka *Aduro Biopolymers* osnovana radi komercijalizacije rezultata istraživanja *Sveučilišta Waikato* te je *Novatein* njezin prvi i za sada jedini proizvod. Financijski su je potpomogli mesoprerađivači, tvrtke koje gospodare otpadom iz mesoprerađivačke industrije, investicijski fondovi te australsko *Mini-starstvo znanosti i inovacija* preko svoga *Fonda za razvoj inovativnih start up kompanija*.

*Aduro Biopolymers* Press Release,  
21. 2. 2013.