

EUROMOLD 2010 – svjetski sajam za brzu proizvodnju, alatničarstvo, razvoj i uporabu proizvoda

Priredili: Ana PILIPOVIĆ i Bogdan VALENTAN

Sada već tradicionalni svjetski sajam *Euromold* održan je od 1. do 4. prosinca 2010. godine u Frankfurtu pod sloganom *Od ideje do prototipa i serijske proizvodnje* (e. *From the Idea to Prototyping to Series Production*). *Euromold* se potvrdio kao međunarodni sajam broj 1 na području aditivnih i drugih postupaka. Na sajmu su se predstavila 1 384 izlagača iz 38 zemalja, od čega njih čak 58,4 % iz Njemačke, a posjetio ga je 55 301 posjetitelj iz 86 zemalja (zabilježen je porast broja inozemnih posjetitelja u odnosu na 2009. za 11,7 % te su oni dosegli udio od 40,9 %). Najvećim je dijelom bilo zastupljeno alatničarstvo, čak 33,8 % (slika 1). Specijalne teme sajma i organiziranih radionica bile su: *energetska učinkovitost u razvoju proizvoda – od ideje do serijske proizvodnje* (e. *Energy Efficiency in Application Development – from Idea to Series Production*), *e-proizvodnja za sve* (e. *e-production for everyone*) i *brza proizvodnja prototipova – kuća kreacija* (e. *Rapid Prototyping – house of creation*).

Osim sajma uspjeh je zabilježila i konferencija *Utjecaj slojevitih postupaka na poslovanje* (e. *The Business Impact of Additive Manufacturing*) u organizaciji tvrtke *Wohlers Associates Inc.*, koja je nastojala odgovoriti na pitanja novih razvoja aditivnih tehnologija te na to kako one utječu na strategije u medicini, stomatologiji, vojnoj, automobilskoj, zrakoplovnoj i drugim industrijama.

Na sajmu su dodijeljene i tradicionalne nagrade (*EuroMold Award – Oscar of product development*) za uspjehe u poboljšanjima proizvodnje te za inovativne proizvode. Zlatnu nagradu *EuroMold 2010* dobila je tvrtka *Schweiger GmbH*

& Co za novi inovativni postupak za proizvodnju šupljih dijelova s pomoću praha u cijevi (e. *Powder In Tube, PIT*). Postupak omogućuje uštedu materijala i skraćuje ciklus izrade. Srebrna nagrada dodijeljena je tvrtki *Helmut Diebold GmbH & Co* za sustav *JetSleeve*, tj. proizvodnju koja produljuje vijek trajanja obradnih alata, što omogućuje učvršćivanje mlaznice za maziva na držač alata. Brončana nagrada pripala je tvrtki *Röhm GmbH* za električnu glavu za pritezanje alata koja omogućuje razvoj strojeva bez hidraulike.

Potaknuti uspješnim sajmom *Euromold 2010*, ove godine organiziraju se sljedeći sajmovi: *DM Diemould* (7. – 10. travnja u Chennaiju, Indija), *AmeriMold* (12. – 14. travnja, Chicago, USA), *RosMould* (12. – 14. travnja, Moskva, Rusija), *AfriMold* (15. – 17. lipnja, Johannesburg, Južnoafrička Republika), te *AsiaMold*, (27. – 29. rujna, Cuangzhou, Kina).

Uređaji za izradu po načelu slojevitih postupaka

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

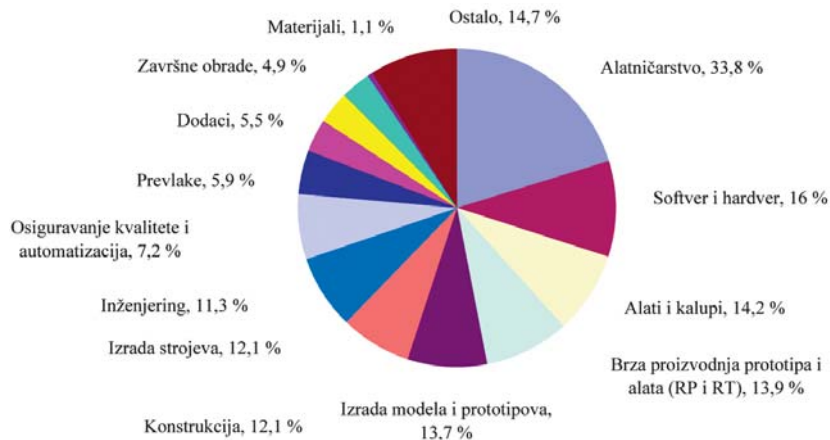
Na području 3D pisača vodeća tvrtka je *ZCorporation*. Predstavila je novi višebojni mali pisač *ZPrinter 250*. Na izložbenom prostoru bio je i njihov najveći pisač *ZPrinter 650* s automatskim uklanjanjem viška praha i komorom za ispuhivanje, koji može izrađivati tvorevine od široke palete raspoloživih materijala u boji veličine 254 · 381 · 203 mm. Sam stroj ima 1 520 mlaznica, što je pet puta više od najmanjeg pisača *ZPrinter 150*, koji ima mogućnost izrade komada samo bijele boje.

Najveći nedostatak 3D tiskanja jest to što izrađevine zahtijevaju naknadnu obradu očvršćivanjem s epoksidnim, cijanoakrilatnim i drugim smolama. No tvrtka *InfuZer* ponudila je jednostavno rješenje za ojačavanje 3D tvorevina. Uređaj *InfuZer CI* (slika 2) s pomoću podtladne komore i pri temperaturi od 90 °C suši i infiltrira tvorevinu te joj povisuje mehanička svojstva. Neiskorišteni infiltrat može se reciklirati i ponovno koristiti. Uređaj se može koristiti u uredima jer ugljični filtri osiguravaju da se pare infiltrata ne prenose u okoliš.



SLIKA 2 – *InfuZer CI* – završna obrada tvorevina nastalih 3D tiskanjem (Foto: D. Godec)

Tvrtka *Objet Geometries* predstavila je na sajmu dva nova multifunkcijska pisača: *Desktop 3D printer Objet30* i *Personal 3D printer Objet24*. Pisači se odlikuju malim dimenzijama te mogućnošću izrade slojeva debljine 28 μm. *Objet24* ima mogućnost upotrebe samo materijala *VeroWhitePlus*, koji je također predstavljen na ovome sajmu kao zamjena za do sada korišteni *VeroWhite*. Međutim *Objet30* (slika 3) osim od *VeroWhitePlusa* može izrađivati proizvode i od *VeroBlue*, *VeroBlack*, *VeroGray* i *DurusWhite* polipropilena te je prvi stolni uređaj s postupkom *PolyJet Matrix*. Novi strojevi bit će dostupni na proljeće, a početna je cijena oko 126 000 kn, što je pristupačna cijena za strojeve visoke rezolucije. Osim strojeva tvrtka *Objet Geometries* predstavila je i nekoliko novih materijala: *Objet Clear* – materijal visoke pro-



SLIKA 1 – Udio izlagača po područjima

zirnosti s visokom dimenzijskom stabilnošću, *Objet High Temperature* – materijal postojan pri povišenim temperaturama te *Objet ABS*, kojim se žele približiti konstrukcijskoj plastici, ali se ovaj materijal može koristiti samo na pisačima *Connex*.



SLIKA 3 – *Objet30* (Foto: *Objet*)

Objetovi pisači *Connex* koji rade po načelu postupka *PolyJet Matrix* još su skupi, ali se njima tvrtka probila među vodeće u izradi funkcionalnih tvorevina. Naime, pisači *Connex* imaju glave s više mlaznica u kojima se doziraju različite vrste materijala i miješanjem se dobiju ciljana svojstva tvorevina na određenim dijelovima tvorevine.

U pogledu pisača velikih formata nema novosti. Tu dominiraju dvije tvrtke: *VoxelJet* (Njemačka) i *ProMetal* (SAD). Izradbeni postupak kod obje je tvrtke sličan te je isti kao i kod *Z-Corporation*; na praškasti materijal (polimer, pijesak) tiska se kapljevitom vezivo koje spaja čestice praha. *ProMetalov* uređaj *S-Max*, radnog prostora 1 800 · 1 000 · 700 mm, može izrađivati kalupe i jezgre debljine slojeva od 0,28 do 0,5 mm (slika 4). *VoxelJet* predstavio je *VS4000* s radnim prostorom čak 4 000 · 2 000 · 1 000 mm i debljine slojeva od 0,3 do 0,5 mm koja se upotrebljava isključivo za servis vanjskim partnerima.

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

Tvrtka *EOS* već je godinama među najvažnijim europskim proizvođačima opreme i materijala za selektivno lasersko srašćivanje. Na sajmu su prikazani novi polimerni materijali *PrimePart FR* – poliamid postojan na gorenje koji se može upotrebljavati u zrakoplovnoj industriji, *PrimePart ST* – savitljivi elastomer čija mehanička svojstva ovise o strategiji izrade, te materijal na

bazi nikla *EOS NickelAlloy IN625*. Ta je tvrtka predstavila i računalni program za izradu 3D mrežaste strukture, koji, u ovisnosti o upisanim podacima o tvorevini, generira vrstu strukture te mjesta potrebnog ojačanja (slika 5). Potplate cipela najbolji su primjer takve strukture koja je potpuno načinjena postupkom selektivnoga laserskog srašćivanja na strojevima tvrtke *EOS*.



SLIKA 4 – *ProMetalov* postupak izrade pješčanih kalupa i jezgri (Foto: A. Pilipović)



SLIKA 5 – 3D mrežasta struktura načinjena od savitljivog elastomera *PrimePart ST* (Foto: A. Pilipović)

Jedna od novosti je i mogućnost naknadne površinske obrade u pogledu bojenja poliamidnih tvorevina (slika 6), koje su do sada bile dostupne samo u bijeloj boji.

Tvrtka *EOS* prikazala je i stvarnu upotrebu proizvoda načinjenih na svojim strojevima. Predstavljena je bila violina (slika 7) čiji su

tijelo i vrat napravljeni od poli(eter-eter-ketona) (PEEK) i naknadno zalijepljeni. Tijekom sajma svaki se dan sviralo na violini i zvuk je bio zadovoljavajući (ali, barem za sada, to neće biti zamjena za *Stradivari*).



SLIKA 6 – Novi postupak bojenja tvrtke *EOS* (Foto: A. Pilipović)



SLIKA 7 – Violina napravljena iz dva dijela od PEEK-a (Foto: B. Valentan)

Taložno srašćivanje (e. *Fused Deposition Modeling, FDM*)

Na području uređaja namijenjenih taložnom očvršćivanju ekstrudiranjem vodeća je, barem što se industrijskih proizvođača tiče, tvrtka *Stratasys*, koja je na sajmu prikazala sve svoje strojeve, a posebno se predstavila suvremenim materijalom *Ultem 9085* i proizvodima (slika 8).

Na ovom sajmu izlagačima se pridružila i poznata tvrtka *HP*, koja sada surađuje s tvrtkom *Stratasys*, te zajedno nude modificiran model *Stratasys UPrint*.

FDM pisače nudi i tvrtka *Bits From Bytes*. Dostupni su po cijeni većem broju korisnika, a nude se dvije inačice pisača – jedna je da korisnik sam sklupa cijeli uređaj – *RapMan*, a

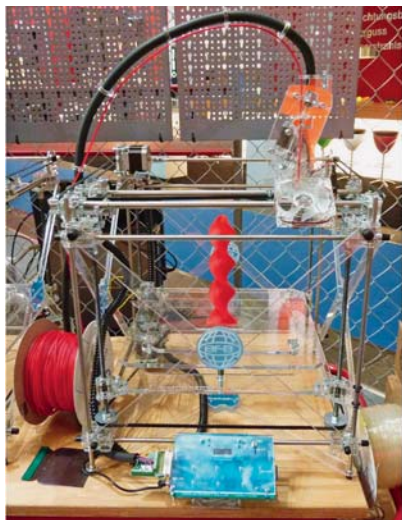
druga je inačica već sastavljena – *Bits From Bytes 3000*. Cijena prve, jeftinije verzije je oko 7 000 kn, no njome se može tiskati samo jedan materijal (slika 9a). Druga verzija ima tri glave (mlaznice) iz kojih se mogu ekstrudirati različite vrste materijala, ili materijal i potporna struktura (slika 9b). Cijena takvog uređaja je oko 18 000 kuna. Najčešći materijal koji se rabi na uređajima *Bits From Bytes* je ABS, a radi i s PLA, PP-om te PE-HD-om.



SLIKA 8 – Vozilo pogonjeno električnim pogonom s pomoću *Boscheve* akumulatorske bušilice (Foto: B. Valentan)

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

Od tvrtki koje nude uređaje koji rade na načelu proizvodnje laminiranih objekata, na sajmu je bila samo tvrtka *Solido* (u 2009. uz veliku pomoć predstavljena tvrtka *McCor Matrix* očito je u teškoćama), koja za relativnu nisku cijenu nudi mogućnost izrade proizvoda od poli(vinilklorida). Tvrtka je mnogo radila na razvoju mogućnosti upotrebe drugih materijala (ABS) i recikliranju ostataka folije, ali je u posljednje vrijeme imala financijske teškoće.



a)



b)

SLIKA 9 – Pisači tvrtke *Bits From Bytes*: a) *RapMan*, b) *Bits From Bytes 3000* (Foto: A. Pilipović)

Stereolitografija (e. *Stereolithography, SLA/SL*)

Tvrtka *EnvisionTEC* ponosi se svojim 3D *bioploterima*, tj. uređajima koji mogu tiskati razne vrste biomaterijala (kalcij(III)fosfat, PCL, poliuretani, silikon itd.) za vanjske oblike i otvorene unutrašnje strukture u tkivima (e. *Tissue Engineering*). Novi 3D-*Bioplotter* (slika 10) posebno je konstruiran za rad u sterilnoj okolini. Njegova brzina je od 0,1 mm/s do 150 mm/s, rezolucija senzora igle je 0,001 mm te ima pet različitih tonera koji se mogu koristiti u istom ciklusu. Nedostatak je mala izradbena površina (150 · 150 · 140 mm).

Osim biopisača tvrtka nudi i strojeve koji se temelje na DLP postupku (e. *Digital Light Processing*), koji upotrebljava različite fotoosjetljive polimere slične ABS-u i PP-u te vosak za lijevanje (e. *investment casting*). No posebnost strojeva je da tvorevina ne očvršćuje laserskom zrakom, nego UV svjetlošću, čime se omogućuje očvršćivanje cijelog sloja odjednom. Tvrtka je predstavila nove modele strojeva *Ultra DSP* i *HD* koji imaju radni volumen 264 · 165 · 203 mm te mogućnost izrade slojeva debljine od 20 do 100 μm.

Još 2008. godine tvrtka *Huntsman Advanced Materials* predstavila je uređaj *Araldite Digitalis*, koji se temelji na djelovanju mikroelektromehaničkog sustava (MEMS), a usporediv je sa stereolitografijom. Uređaj čini sustav mikrosvjetlosnih prekidača (e. *MicroLightSwitch, MLS*), koji s pomoću računalom upravljanih sustava selektivno ozračuje veće površine fotoosjetljive smole u jednom koraku. Predstavljen je i novi materijal povišene rastezne čvrstoće, dobra prekidnog istezanja, savitljivosti i visoke žilavosti, koji je dostupan u crnoj i prozirnoj boji. Tvorevine načinjene tim materijalom imaju odličnu dimenzijsku postojanost.



SLIKA 10 – *BioPlotter* tvrtke *EnvisionTEC* (Foto: B. Valentan)

Prikazani su modeli pisača *Vflash* tvrtke *3D Systems* kojima se izradak može načiniti od materijala različitih boja. Njima se ta tvrtka priključila trendu niskocjenovnih pisača (ispod 10 000 €), ali zbog vrlo skupoga izradbenog materijala od 850 €/1,8 kg (po jedinici punjenja) njihov je tržišni uspjeh u pitanju.

Proizvodnja metalnih tvorevina

Švedska tvrtka *Arcam* vodeća je na području postupka koji se koristi energijom elektronskog snopa (e. *Electron Beam Melting, EBM*). Tijekom postupka energija elektronskog snopa tali metalni prah i izrađuje tvorevinu sloj po sloj. Podtlučna komora ($5 \cdot 10^{-4}$ mbar) u stroju održava kemijsko spajanje reaktivnih materijala kao što su legure titana i kobalt-kroma. Visoka energija elektronskog snopa (4 000 W i u posljednjem izdanju i mogućnost dijeljenja osnovnoga elektronskog snopa na više snopova, od kojih svaki može raditi svoj dio proizvoda) osigurava visoku brzinu taloženja i raspodjelu temperature unutar tvorevine, čime se postižu njezina izvrsna mehanička svojstva. Od 95 do 98 % neiskorištenog praha može se ponovno upotrijebiti. Na *Arcamovim* uređajima izrađuju se tvorevine za medicinu, tj. različiti implantati (slika 11), te za zrakoplovnu i automobilsku industriju.



SLIKA 11 – Implantati izrađeni EBM postupkom tvrtke *Arcam* (Foto: B. Valentan)

Tvrtka *MIT* i dalje najviše pozornosti posvećuje razvoju materijala (titan, nehrđajući čelik, alatni čelik, aluminij, legure kobalt-krom i nikal-krom)

za postupak selektivnoga laserskog taljenja (e. *Selective Laser Meltin*, SLM). Ti se materijali najviše rabe u stomatologiji.

Tvrtka EOS prvi je put pokazala novi model *M280* (slika 12), koji od prethodnoga *M270* ima veći radni prostor i mnogo je brži jer se koristi laserom snage 400 W (200-vatni laser moguće je dobiti po nižoj cijeni), a i proizvodi izrađeni na njemu su kvalitetniji.



SLIKA 12 – EOS M280 – stroj za selektivno lasersko taljenje metala (Foto: B. Valentan)

Svakako treba spomenuti tvrtku *Cybaman*, koja je predstavila inteligentan robotski uređaj koji se temelji na konceptu: jedan stroj – više postupaka (glodanje, brušenje, zavarivanje, obrada laserom, izravno taloženje metalnog praha (e. *direct metal deposition*, DMD), nanošenje materijala laserom i 3D digitalizacija). *Cybaman Digital Manufacturing System* (slika 13) ima jedinstven pristup brzoj proizvodnji prototipa RP i RM i 3D strojnoj obradi metala (aluminij, zlato, srebro, platina, čelik, titan te razne legure), plastike i drva. Put obrade proizvoda određen je 3D CAD/CAM računalnim programima i pretvoren u pomake stroja s integriranim postprocesorom *CybaSim* koji uklanja potrebu za promjenom čeljusti pri određenim operacijama brze proizvodnje i strojne obrade. Radna komora stroja ograničena je na dimenziju kocke stranice od 250 mm. Stroj sadržava potpunu integriranu visokofrekventnu osovinu od 50 000 min⁻¹ hlađenu vodom koja može obraditi razne vrste čelika i legura do mikrometerske preciznosti. Uređaj može obaviti i 3D skeniranje, odnosno može se upotrijebiti i u obrnutom inženjerstvu (e. *reverse engineering*).

CAD programska oprema

Na području CAD programske opreme dostupan je niz proizvoda koji olakšavaju razvoj. Tvrtka *CalcMaster* predstavila je program koji se primjenjuje u postupku injekcijskog prešanja za izračun cijene tvorevine, tlaka, trajanja ciklusa izrade, broja potrebnih kalupnih šupljina itd.

U idućim godinama zasigurno će hit biti prikazivanje slike na 3D ekranima.

Razvijen je niz programa koji generiraju 3D mrežaste strukture, što je bio hit ovoga sajma. Tvrtka *netfabb* razvila je *Selective Space Structures* (3S), modul koji nakon pretvaranja iz CAD modela u .stl datoteku generira različite

mrežne strukture i spaja ih zajedno (slika 14). Osim toga ista tvrtka nudi i besplatne programe za popravljavanje .stl datoteka te profesionalna rješenja obrade .stl datoteka po cijeni i do 8 000 kn, kao npr. *netfabb Studio Professional*.



SLIKA 13 – Cybaman – više postupaka u jednom stroju (Foto: A. Pilipović)

3D skeneri

Kod 3D skenera predstavljeno je nekoliko novih modela za industrijsku upotrebu, a uređaji su sve kompaktniji i njihova je upotreba sve lakša. Prikazan je bio i 3D skener *Capture Geometry Internally* (CGI), koji skenira po načelu rezanja i slikanja modela po slojevima, tako se dobije i unutrašnjost modela (ali se istodobno gubi model) (slika 15). Predstavljeno je bilo i mnogo

skenera koji se rabe u stomatologiji, među njima i neki *intraoralni* skeneri.



SLIKA 15 – CGI – 3D skener koji reže skenirani model da bi se dobila vanjska i unutrašnja struktura proizvoda (Foto: A. Pilipović)



SLIKA 14 – *Selective Space Structures* (Foto: A. Pilipović)



Umjetnost i prilagodba željama kupaca (e. custom fit)

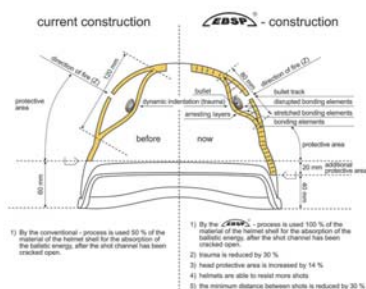
Na sajmu se moglo vidjeti i kako novi postupci utječu na život potrošača. Predstavljeno je nekoliko skulptura novodobnih umjetnika koji rade isključivo digitalnim medijima i svoje modele izrađuju slojevitim postupcima (slika 16). Neke tvornice primjenjuju isključivo nove postupke, i to prema narudžbi kupaca, pa čak i uz mogućnost individualizacije proizvoda. Bilo je i nekoliko tvrtki koje sastavljaju vlastite 3D pisaače (*RapMan* i *RepRap*) te njihove klonove, koji polako već dolaze na fakultete, za vježbe studenata i drugih koji se vole igrati.

Zaključak

Sajam *EuroMold 2010* postigao je velik uspjeh na području aditivnih i drugih postupaka. Prikazani su novi i poboljšani strojevi i materijali te primjena dobivenih tvorevina. Sljedeći sajam *EuroMold* održat će se u Frankfurtu od 30. studenog do 3. prosinca 2011. godine.



SLIKA 16 – Umjetnost i prilagodba željama kupaca (Foto: B. Valentan i A. Pilipović)



**our helmets
our pride**



ŠESTAN-BUSCH d.o.o.
Industrijska zona 3, 40323 Prelog, CROATIA
tel +385 40 646 330, fax +385 40 646 300
sestan-busch@ck.htnet.hr
marketing@sestan-busch.hr
NAMSA registration number:4000054939
NATO Cage code: A001B
www.sestan-busch.hr