

december 2005

številka 12, letnik 21

cena 980 SIT

# moj MIKRO

Od ideje do konkretnega izdelka v nekaj urah. V praksi smo preizkusili cenovno primerno storitev, ki je deležna komentarja: »Zakaj tega še ni bilo v Sloveniji?« **Nagradni natečaj:** Trem izbrancem bomo brezplačno omogočili izdelavo lastnega trodimenzionalnega objekta. [Stran 18](#)

## BARVNO

## TISKANJE V TREH v RAZSEZNOSTIH



### vroči spletni ritmi

V velik spletni »biznis« so se vključila velika glasbena imena. Kaj imajo od tega uporabniki? [Stran 28](#)

### HEKERSKE METODE

Unix ni imun na spletne vdore! [Stran 38](#)

### NAKUPOVANJE DARIL PO SPLETU

Kako so slovenski spletni trgovci pripravljani na predpraznični naval [Stran 24](#)

Ponudba »norih« daril v računalniških trgovinah [Stran 54](#)

### OpenOffice.org 2

Zrel pisarniški paket tudi v slovenščini in na MikroCD-ju! [Stran 72](#)

### ZELO PRAKTIČNO

Popolna obdelava predvajalnika KISS DP558 [Stran 82](#)

Poštni predal Gmail kot navidezen disk [Stran 85](#)

Guitar Pro 5: Kitarski »končno!« [Stran 86](#)

Domače umetništvo z etherpatom [Stran 88](#)

PRILOGA

TELEKOMUNIKACIJE

Kaj imamo uporabniki od prenosljivosti številok?

Kako bo storitev delovala v praksi?

## 18

### 3D-tiskanje: preizkus naprave Vidar TruPrinter 6000 OD NAČRTA DO IZDELKA



Zanimalo nas je, kako poteka postopek izdelave objekta v praksi. Najprej smo objekt narisali in ga spremenili v 3D-predmet. Postopek »tiskanja« je potekal nekaj krakih uric. Pred približno enim letom smo si zamislili, da bi naredili 3D-objekt, vendar je bilo to takrat občutno preveč za našo denarnico. Še zlasti ker smo takrat našli le napravo s tehnologijo SLA. Zaradi korektnosti naj omenimo, da podjetje IB-

PROCADD ([www.ib-procadd.si/](http://www.ib-procadd.si/)) ni edino, ki ima v lasti naprave za hitro izdelovanje prototipov – so le prvi, ki so v naš prostor pripeljali naprave, ki omogočajo izdelovanje objektov v barvah. Podobno storitev ponuja tudi podjetje Dr. Duhovnik ([www.dr-duh.si](http://www.dr-duh.si)), katerih naprave pa vsaj trenutno še ne omogočajo izdelavo objekta v barvah.

## 46

### Domači kino: projektorji in tehnologije KOLOSEJ V DNEVNI SOBI

Kdo ima najmanjšega, najsvetlejšega, najlažjega, čigav je najtišji, ima največ funkcij, je najlepši, najboljši, ima največ barv, najvišje kontrastno razmerje, največ vhodov, največ izhodov, največjo in najlepšo sliko, je najbolj prenosljiv ...? Govor je o projektorjih kot ključnemu elementu sodobnega domačega kina.



## Telekomunikacije

### Prenosljivost števil

### ČESEN ZA VAMPIRJE

Prvi januar je »dan D«, ko naj bi bila končno omogočena storitev prenosljivosti števil med mobilnimi operaterji. Bolj po domače to pomeni, da bodo lahko uporabniki zamenjali operaterja mobilne telefonije, a ohranili obstoječo telefonsko številko.



paketa OpenOffice.org, ki vse bolj opozarja na to, da se bodo morali tvorca licenčnih pisarniških paketov kmalu zelo zamisliti o tem, ali njihov model poslovanja še ustreza sodobnim trendom.

## 72

### OpenOffice.org 2.0 ZRELA PISARNA

Skoraj hkrati z angleško različico je prišla na »trg« tudi slovenska različica brezplačnega pisarniškega

## AKTUALNO

- 6 Novice
- 17 V precepu
- 18 Tehnologije za hitro izdelovanje prototipov
- 21 Tehnologije 3D-tiskanja
- 22 Preizkus: Od načrta do izdelka

## KONKRETNO

- 24 Nakupovanje daril prek spleta
- 28 Vroči spletni ritmi
- 30 E-pošta – nočna mora tržnikov
- 32 Subversion
- 34 Neželena sporočila in RSS
- 35 E-šole v Sloveniji
- 38 Hekerske metode: vdori v Unix
- 44 Projektna pisarna 3.0

## PODROBNEJE O: DOMAČI KINO

- 46 Tehnologije projektorjev
- 48 Kako izbrati »pravi« projektor
- 51 Projekcijsko okolje

## PREIZKUSILI SMO

- 54 Ponudba norih prazničnih daril
- 56 Philips ShoqBox PSS120  
Teac MP-8000  
Artec Mini Digital TV Stick T14
- 57 Avermedia AverTV Hybrid+FM CardBus  
LinkSys WVC54G-EU  
Netgear SC-101
- 58 Canon LaserBase MF-5770  
Canon CanoScan 4200F  
Trendnet TEW-610APB
- 60 Relisys RTL32AB20  
Neovia Neo-D0705DVD  
Belinea 10 19 27
- 61 Samsung SyncMaster 214T  
Biostar GeForce 6100-M7  
Biostar NF4ST-A9T
- 62 Palm TX  
Razer CopperHead  
Logitech G7
- 63 Olympus DS-4000  
Olympus DM-20  
Philips 7FF1AW
- 64 Novi digitalni fotoaparati
- 67 Kako do ostre fotografije
- 70 Nero 7 Premium
- 72 OpenOffice.org 2.0
- 74 Acronis Disk Director Suite 10
- 76 Xara Xtreme
- 77 Adobe Photoshop Elements 4
- 78 FilmLoop
- 79 Abbyy Fine Reader

## V PRAKSI

- 80 Operacije v OLAP-u
- 82 KISS DP558
- 85 Gmail Drive
- 86 Guitar Pro 5
- 88 Domače umetnije z ethernetom
- 92 Storitve na daljavo
- 95 Računalništvo in šah
- 96 Glasbena produkcija
- 98 Nagradna križanka

## KAZALO OGLAŠEVALCEV

ALP AGENCY 35	FUJI 65	MICROSOFT 13	SI SPLET 15
ALPRESS telekomunikacije	HP 69, 100	MIKROPIS HOLDING 2, 79	SLOGA TEAM 73
ALTERNA 99	IBM telekomunikacije	MINOLTA 14	SONY ERICSSON telekomunikacije
AMIS telekomunikacije	IZID 27	MINI 64	SOPHOS 3
ANM 39, 41	KFM 81	MEDINET 59	T2 87
DELO REVUJE telekomunikacije	KODAK 68	MOBITEL 16	TIFT 11
EMISLIA 91	LESTRA 48	NETGEAR 14	XLAB 77
EC 7	LUKVEL 10, 43, 45	RAM 2, 34	YELLOGISTICS 78
ELKOTEX 9, 97	MCA 71	RIBERA 75	

# OD REZANJA DO BRIZGANJA



Izdelava novih izdelkov poteka tako, da se najprej izdelata ideja »na papirju«, kar je največkrat kar tridimenzionalno računalniško grafično okolje, nato pa na osnovi teh idej in načrtov prototip. Šele prototip je nekaj, kar lahko primemo v roke in ocenimo sadove načrtovanja. A kako do prototipa?

**Pišeta: Marjan Kodolja in Zoran Banović**

marjan.kodolja@mojmikro.si, zoran.banovic@ojmikro.si

**P**rototipi se običajno izdelujejo ročno, kar je zelo zamuden postopek, ki lahko krepko vpliva tudi na čas, potreben od ideje do tržnega izdelka. Zato se v zadnjem času pojavljajo novi postopki, ki temeljijo na sodobnih tehnologijah tiskanja in rezanja.

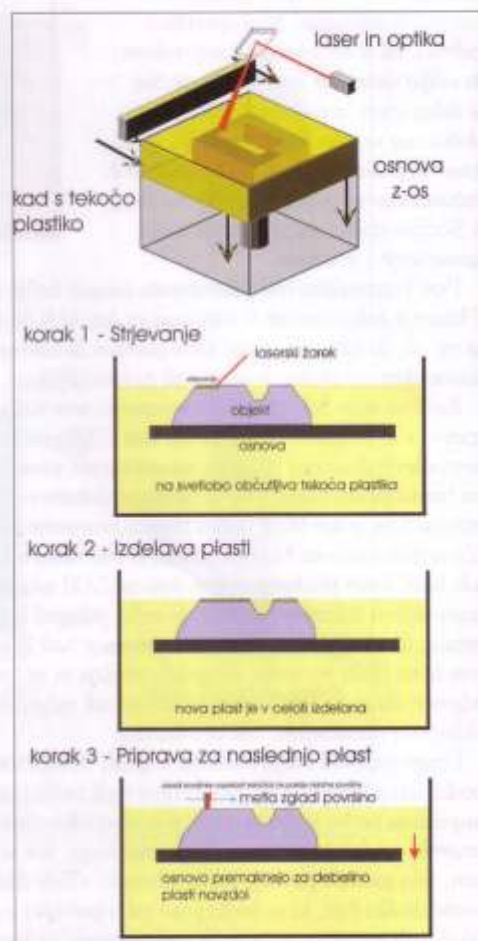
V večini primerov tehnologije hitrega izdelovanja prototipov niso namenjene izdelavi funkcionalnih izdelkov, ampak le izdelavi oblikovnih prototipov bodočega izdelka ali maket v manjšem merilu, namenjenih preizkušanju. Vzemimo si primer podjetja, ki izdeluje mobilne telefone. Te običajno za predstavitve prihodnjih modelov teh še nimajo v proizvodnji, saj gre za konceptualne modele, ki naj bi prikazali oblikovne in funkcionalne smernice. Kdor je že hodil po sejnih, je imel možnost videti tako imenovane »dummy« izdelke prihodnosti, ki so običajno zaklenjeni v steklenih vitrinah. Jasno, saj so izdelani iz lesa, plastike, gline ali kaj vem česa še, in sploh ne delujejo. Namenjeni so predstavitvi zunanjega videza. A tudi izdelava takšnih modelov je lahko po klasični poti dokaj zamudna. Iz lesa jih je treba izrezljati, če pa so iz plastike, potrebujete orodje za vlivanje plastike, katerega izdelava ni samo zamudna, temveč tudi draga.

In tu lahko nastopijo sodobne tehnologije. Njihova prednost je v tem, da željeni izdelek narišemo znotraj grafičnega orodja za tridimenzionalno grafiko, izdelavo prototipa pa prepustimo napravi, ki ga lahko izdelata v nekaj urah. In to takšnega, kot je bil ustvarjen »na papirju«. Seveda takšne naprave stanejo kar nekaj denarja,

tako da je tudi prototip, narejen z njihovo pomočjo, lahko nesramno drag, vendar so stroški izdelave zgolj nekaj izdelkov kljub vsemu cenejši, kot bi bili, če bi ga izdelali po kakšni bolj klasični metodi. In tudi če je klasična pot cenejša, pa nikakor ni tako hitra – »zgolj« nekaj ur!

Potencialnih uporabnikov novih tehnologij izdelav prototipov je veliko, vedeti pa je treba, da so te naprave precej drage in da lahko le redka podjetja upravičijo stroške, povezane z njihovim nakupom in vzdrževanjem. Žal je pri večini novih tehnologij tako, da so na začetku prav nesramno drage. Res pa je, da lahko v pravem okolju pomenijo tudi konkurenčno prednost, kar ima vsekakor tudi svojo ceno. Če bi lahko industrijski oblikovalci svojim naročnikom prikazali maketo bodočega izdelka in hitro vnašali morebitne spremembe in popravke ali hitro naredili več konceptov izdelka, to zanje vsekakor pomeni konkurenčno prednost, ki lahko upraviči tudi morebitne večje stroške nabave takšne nove tehnologije.

Poleg hitrosti govori v prid tem napravam še marsikaj. Z njimi je komunikacija med partnerji učinkovitejša, saj je veliko nazorneje prikazati realen objekt kot njegovo bolj ali manj natančno prestavitve v računalniku ali na papirju, saj imamo ljudje zelo različne sposobnosti vizualizacije dvodimenzionalnega objekta. Hitrost izdelave tudi dopušča krajše čase od načrtovanja, preko odločanja do končnega izdelka. V tem delu pridejo do izraza lažje odpravljanje napak, hitrejša izvedba sprememb in možnost predstavitve več različic istega izdelka. In zakaj ne? Če bi bila tehnologija primerna tudi za domače uporabnike, bi ti morda lahko naredili tudi kaj za svoje domovanje. Kako najhitreje na primer do nove makete železnice?



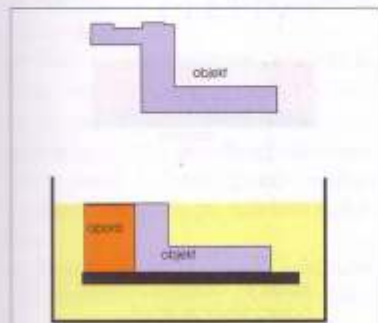
Plast za plastjo do končnega izdelka.

## STEREO LITOGRAFIJA (SLA)

Pri tehnologiji stereo litografije gre za »strjevanje« na svetlobo občutljive tekoče plastike. Model nastaja plast za plastjo v koritu, napolnje-

nem s tekočo plastično maso. Računalnik krmili laserski žarek, ki deluje na ultravijoličnem delu svetlobnega spektra, ta pa povzroči, da se tekočina na obsevani površini strdi. Po zaključeni izdelavi ene plasti se nosilna osnova (platforma) nekoliko spusti, celotna površina se spet napolni s tekočino in korak se ponavlja, dokler ni izdelan ves objekt. Od debeline plasti in orientaciji objekta v kadi je odvisno, kako natančno bo le ta izdelan. Tipično je ena plast debela med 0,1 in 0,2 milimetra.

Čas izdelave je odvisen od velikosti in zahtevnosti objekta. V povprečju se ena plast strdi v eni ali dveh minutah,



Pri izdelavi specifičnih oblik je te treba med izdelavo podpreti, da se »pretanka« plast ne zlomi.

kar pomeni, da tipičen proces izdelave traja 6 do 12 ur. Po zaključku izdelave mora objekt še v »ultravijolično« pečico, kjer plastika doseže svojo zahtevano trdnost. Po tej fazi je proces izdelave dokončan, po potrebi lahko objekt še dodatno površinsko obdelamo (brušenje, barvanje).

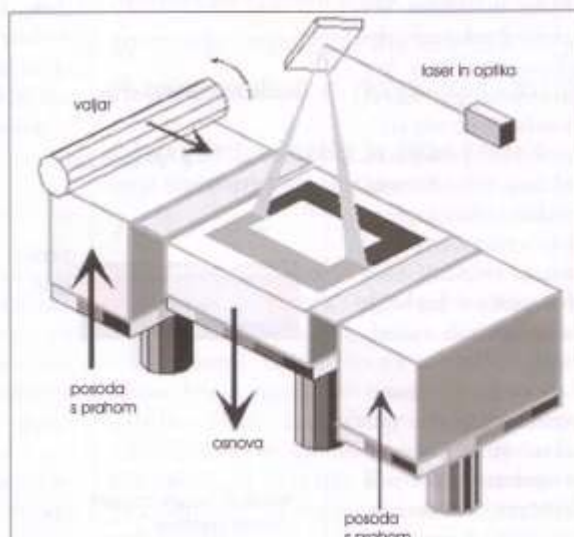
#### Poudarki tehnologije SLA:

- Prva in najbolj množično uporabljena tehnologija hitre izdelave objektov (prototipov).
- Kljub za običajne smrtnike visoki ceni naprav in surovin, so te nižje od cen drugih tehnologij, z izjemo najnovejše tehnologije brizganja.
- Uporablja na svetlobo občutljivo tekočo plastično maso (surovina, iz katere »nastane« objekt).
- Zahteva dodatno površinsko obdelavo, saj laser sam po sebi ne zagotovi dovolj gladke površine. S tem so lahko težave, saj preveč »brušenja« lahko vpliva na kompaktnost (strukturno trdnost) objekta.
- Izdelani objekti so krhki (drobljivi), uporaba tekoče plastike v procesu izdelave pa povzroči, da je površina objekta na dotik lepljiva.
- Prehodi med plastmi so dokaj izraziti (zaradi tega zahteva brušenja). Predvsem je to lahko problem na osi z – v smeri od spodaj navzgor, kot nastaja objekt (stopničast prehod med plastmi).
- Pri izdelavi nekaterih objektov jih je treba med izdelavo dodatno podpreti.
- Surovina (tekoča plastika) je lahko strupena in zdravju škodljiva.

#### SELECTIVE LASER SINTERING (SLS)

Tehnologija SLS je nadgradila tehnologijo SLA, tako da omogoča večjo svobodo pri izbiri materialov. Ti so v obliki finega prahu, ki ga laserski žarek stali. Ne gre torej za strjevanje na

svetlobo občutljivih materialov, temveč za toplotno obdelavo. Da pa to ne bi zahtevalo močnega izvora laserja (tipično 50 W CO<sub>2</sub> laser), je prah v procesu izdelave segret na temperaturo malo pod tališčem. Zaradi uporabe prahu je proces izdelave objekta nekoliko drugačen. Naprava sestavljajo dve posodi s prahom in transport-



Prah namesto tekočine prehaja iz ene posode preko delovne površine v drugo posodo.

ni mehanizem. Ta prah (surovino) prenese na delovno površino, kjer stali površino, ki je del objekta. Delovna površina se spusti za debelino ene plasti in proces se ponovi, to pot iz druge smeri. In tako naprej, dokler objekt ni izdelan. Proces izdelave poteka znotraj nadzorovanega okolja, običajno dušikove komore, kar prepreči oksidacijo materiala (v skrajnem primeru celo eksplozijo).



Površina objekta je porozna (luknjičasta)

Površina s tehnologijo SLS izdelanega izdelka je veliko bolj porozna (luknjičasta) kot površina objekta, narejenega s tehnologijo SLA – kar ima svoje prednosti in slabosti. Temu je tako zaradi dejstva, da se delci materiala med seboj povežejo (delci prahu) zaradi delnega in nepopolnega talje-

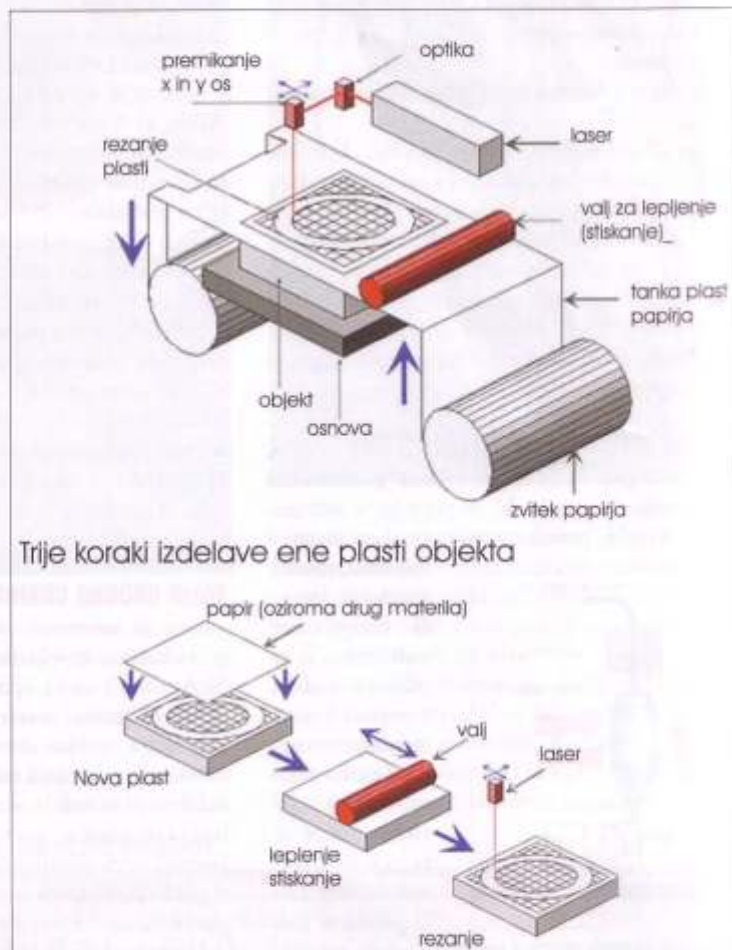
nja materiala. Tehnologija zahteva dober nadzor nad temperaturo – moč laserja, saj lahko previsoka temperatura povzroči nepravilno strjevanje (ali celo prelivanje stopljenega materiala) in s tem nepravilno izdelan objekt. Tehnologija SLS ima prednost v tem, da običajno ne zahteva dodatne podpore za nekatere oblike objektov, saj to zagotavlja preostali, nestaljeni prah na delovni površini.

#### Poudarki tehnologije SLS:

- Zaradi uporabe drugih surovin je lahko objekt konstrukcijsko močnejši – to pomeni, da je moč izdelati tudi objekte, ki jih s tehnologijo SLA ni mogoče.
- Laser topi surovino, ki je v stanju finega prahu – na voljo je več različnih materialov (plastika, vosk), ne pa zgolj en sam, kot pri tehnologiji SLA.
- Tudi tu se lahko pojavi problem v »stopničasti« površini objekta.
- Površina objekta je po izdelavi »luknjičasta« (porozna) zato je tudi v tem primeru priporočljiva površinska obdelava. Brušenje je zaradi tega preprostejše, preprosto je tudi odpraviti napake, nastale med procesom izdelave. Če pa želite imeti gladko površino, je treba na objekt naknadno nanesti površinsko snov (tesnilno maso), ki zapolni luknjice. Ta še dodatno utrdi objekt.

#### LAMINAR OBJECT MANUFACTURE (LOM)

Še več svobode pri izboru različnih materialov ponuja tehnologija LOM (papir, plastika, kovina). Načelo izdelave je tudi pri tej tehnologiji



Trije koraki izdelave ene plasti objekta

Slika 3: Objekt, narejen iz papirja.

## 3D-tiskanje: tehnologije za hitro izdelovanje prototipov

**Tehnologije 3D-tiskanja omogočajo, da želeni izdelek narišemo znotraj grafičnega orodja za 3D-grafiko, izdelavo prototipa pa prepustimo napravi, ki ga lahko izdelava v nekaj urah.**

podobno: objekt sestavljajo posamezne plasti, pri čemer je njihova debelina odvisna od materiala in moči laserja. Tanjši kot je material, manj moči potrebujemo, da iz površine materiala, ki je na voljo, izrežemo posamezne plasti.

Tipično napravo sestavlja »zvitek« ali pole materiala (običajno papir), ki ga mehanizem premika preko delovne površine. Na spodnji površini plasti je nanoseno lepilo, ki povzroči, da se plasti med seboj zlepijo. Laserski žarek »izreže« plast, delovna površina se spusti za debelino materiala, nato pa iz zvitka »potegne« novo plast. V tej fazi naprava stisne plasti, da se te med seboj zlepijo. In tako naprej, dokler objekt ni narejen. Tudi v tem primeru odvečen material pomaga pri trdnosti objekta v fazi izdelave.

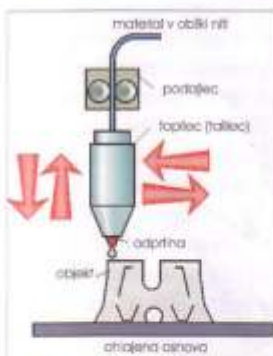
Ko so prvič predstavili tehnologijo LOM, so uporabljali zgolj papir, kar povzroča, da izdelani objekt ni dovolj trden. V primerih, ko izdelujemo zgolj maketo bodočega izdelka, to načeloma ni problem. Če pa izdelujemo kaj bolj konkretno uporabnega, je treba poseči po drugih materialih. Na primer po plastiki ali kovini. Treba pa je omeniti, da tehnologija LOM ni močno razširjena in verjetno zaradi novih tehnologij brizganja tudi v bodoče ne bo.

**Poudarki tehnologije LOM:**

- Model je sestavljen iz zlepljenih plasti, izreznih z laserjem.
- Prednost tehnologije LOM je nizka cena materiala.
- Ker pri izdelavi objekta ne potekajo kemične reakcije, so objekti lahko večji od tistih, izdelanih po tehnologiji SLA ali SLS.
- Tudi tu utegne biti težava »stopničasta« površina objekta. To zahteva dodatno površinsko obdelavo, katere težavnost oziroma možnost je odvisna od izbora materiala.
- Izdelani model je treba zaščititi pred vlago, še posebej ko gre za objekt, izdelan iz papirja.

**FUSION DEPOSITION MODELING (FDM)**

Tehnologija FDM je nekakšna predhodnica tehnologije brizganja, ki se pojavlja v zadnjem času. Preprosto povedano gre za to, da se material



Stiskanje segrete plastike kot stiskanje zobne paste iz tube

(plastika, vosek) v »šobi« zaradi temperature stali. Šoba, ki se premika v dvo-dimenzionalni ravnini, nato nanese tanko plast na delovno površino, nakar se ta nekoliko premakne navzdol in proces se tudi v tem primeru ponavlja, dokler

objekt ni izdelan. Za izdelavo nekaterih objektov (podobno kot pri tehnologiji SLA) je treba zagotoviti podporo med postopkom izdelave. Osnovna prednost tehnologije je dokaj enostaven postopek, ki vključuje laser in dopušča dokaj velik izbor različnih materialov.

Komora, v kateri poteka izdelava objekta, je segreti na temperaturo malo pod tališčem materiala, kar olajša njegovo taljenje znotraj »šobe«. Delovna površina, na kateri nastaja objekt, in on sam pa sta lahko ohlajena, kar pohitri proces, saj se plast tako hitreje strdi, kar zmanjša potreben čas za izdelavo objekta.

**Poudarki tehnologije FDM:**

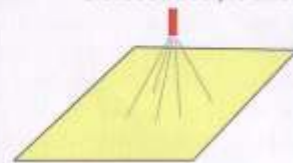
- Možno je uporabiti materiale (termoplastika ABS), ki dopuščajo izdelavo strukturno funkcionalnih objektov.
- Pri izdelavi objekta je moč uporabiti dva različna materiala.
- Tudi tu utegne biti težava »stopničasta« površina objekta. To zahteva dodatno površinsko obdelavo, katere težavnost oziroma možnost je odvisna od izbora materiala.
- Mogoče je izdelati dokaj velike objekte (60 x 60 x 50 cm)
- Segreto plastiko, ki tvori posamezne plasti, stisnejo tako kot zobno pasto iz tube. Ta se hitro strdi, saj je delovna površina ohlajena.

**SOLID GROUND CURING (SGC)**

Gre za zanimivo tehnologijo, ki je nekakšna izpeljanka tehnologije SLA, torej tudi ta uporablja na svetlobo občutljiv material, hkrati pa zagotavlja veliko hitrejšo izdelavo objekta. To dosežejo tako, da naprava celotno plast izdela skoraj trenutno, torej odpade čas, potreben za to, da laserski žarek osvetli površino, ki tvori plast objekta, kot je to pri tehnologiji SLA.

V prvem koraku izdelave posamezne plasti, delovno površino (ploščo)

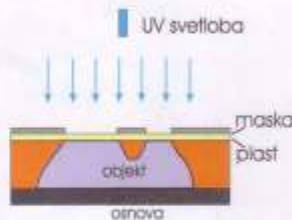
korak 1 : Na osnovo nanesejo na svetlobo občutljivo smolo



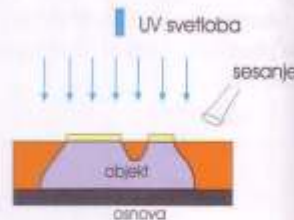
korak 2 : izdelava maske



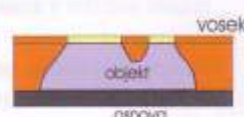
korak 3 : Osvetljevanje



korak 4 : sesanje in utjevanje plasti



korak 5 : vosek zapolni prazne prostore

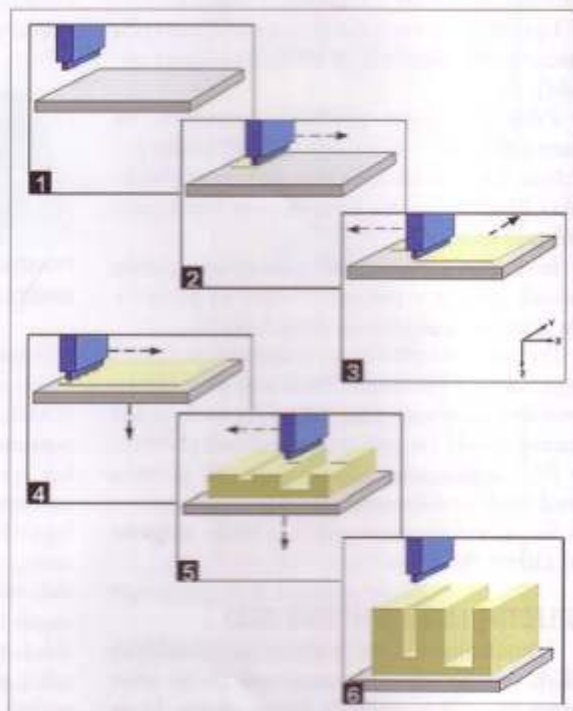


korak 6 : brušenje plasti in odstranjevanje smeti



Že skoraj tovarna

poškropijo s tanko plastjo na svetlobo občutljive smole. Za vsako plast v naslednjem koraku izdelajo masko (s tehnologijo ionografskega tiskanja), ki jo namestijo nad delovno ploščo. Tam, kjer želimo, da se smola strdi, so na maski odprtine, prek katere na smolo »pade« UV-svetloba. V tretjem koraku zadevo osvetlijo z UV-lučmi.



Tridimenzionalno tiskanje z dodatkom barv

Ko se »obsevana« smola strdi, masko umaknejo in s sesalnikom izsesajo nestrižno smolo, ki gre nazaj v proces. Plast (oziroma objekt) gre še enkrat pod UV-luč, ki plast dodatno utrdi in utrdi tudi tiste ostanke smole, ki jih sesalnik ni uspel izsesati. Nastale »luknje« zapolnijo z voskom, ki zagotavlja podporo v procesu nastajanja objekta in hkrati zagotovi osnovo za nanašanje naslednje plasti. V zadnji fazi pred nanašanjem naslednje plasti površino zbrusijo, kar vpliva na večjo kakovost objekta. Proces ponavljajo, dokler objekt ni izdelan, nakar le še odstranijo vosek, v katerem so tudi ostanki smole.

#### Poudarki tehnologije SGC:

- Mogoče je hitro izdelati velike objekte (50 x 50 x 35 cm)
- Velika hitrost izdelave omogoča hitro sočasno izdelavo več malih objektov ali enega velikega.
- Za vsako plast izdelajo masko, kar omogoča izdelavo celotne površine plasti naenkrat, hkrati pa je zaradi dodatne uporabe voska nepotrebna dodatna podpora pri izdelavi nekaterih objektov.
- Zagotovljena je dovolj kakovostna površinska obdelava, tako da dodatna obdelava objekta običajno ni potrebna.

#### 3D-TISKANJE (3DP)

Ker smo predstavnika te nove tehnologije tudi v praksi preizkusili, bomo tukaj le na kratko opisali tehnologijo brizganja, ki je nova in ki hkrati prinaša cenejšo izdelavo objektov. Osnova tehnologije so **brizgalni tiskalniki**, ki jih poznamo iz običajnega sveta računalnikov. Tako kot pri drugih tehnologijah, tudi pri tej nastaja objekt **plast za plastjo**, le da so te plasti veliko tanjše in je torej končni rezultat večja kakovost objekta. Hkrati lahko tekoči plastiki, ki jih tiskalna glava nanaša na delovno površino in tako tvori objekt, dodamo barvilo in tako dobimo **barvni objekt**. V tiskalniški glavi je več šob, zato je izdelava posamezne plasti lahko hitrejša ali v primerih različnih barv tudi barvna. Tudi v tem primeru, morda zaradi tanke plasti še toliko bolj, je pri nekaterih oblikah objekta treba zagotoviti podporo v posameznih fazah izdelave objekta.

Uporabljeni material – **tekoča plastika** – ne zagotavlja, da je izdelani objekt dovolj trden, zaradi česar ga je treba pozneje prevleči z dodatnimi snovmi, ki dodajo nekaj strukturne trdnosti. Tudi zaradi tega tehnologija brizganja ne bo zamenjala drugih obstoječih tehnologij, bo pa omogočila večji razmah teh naprav predvsem na področju izdelav maket in oblikovnih prototipov.



# BRIZGANJE V TREH RAZSEŽNOSTIH

3D-tiskanje pomeni korak najprej med tehnologijami hitre izdelave prototipov. Naprave so manjše, manj zahtevne za vzdrževanje in cenejše. S tem so cenejši tudi objekti, ki jih tako naredimo, in zato so toliko dostopnejše širšemu krogu uporabnikov.

#### Pišeta: Marjan Kodolja in Zoran Banovič

marjan.kodolja@mojmikro.si, zoran.banovic@mojmikro.si

Tudi pri napravah za 3D-tiskanje gre za enak postopek izgradnje objekta. V praksi to pomeni, da ta nastaja **plast za plastjo**, razlikujejo pa se po kakovosti uporabljenih materialov in ne nazadnje tudi debelini plasti. Zanimivo pa je, da tudi pri teh napravah ne gre zgolj za eno tehnologijo, temveč za več različnih. Pravilno povedano je brizganje, kot ga poznamo iz sveta brizgalnih tiskalnikov, zgolj en postopek.

#### POSTOPKI OZIROMA TEHNOLOGIJE

Sistem Perfactory posamezne plasti naredi iz materiala, občutljivega na svetlobo. Tega stisne pod stekleno ploščo, na katero projektor



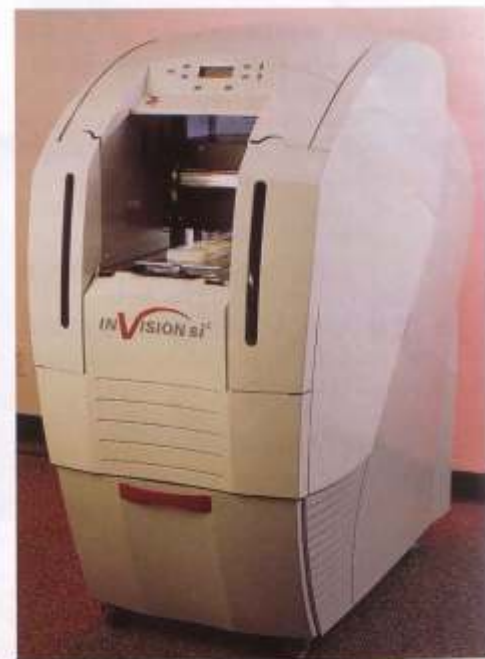
projicira »masko« (podobno kot pri tehnologiji SGC). Osverljene površine se strdijo, druge ne in tako nastane ena plast objekta. Kot material sistem uporablja akrilat (acrylics),

#### Še nekaj tehničnih podatkov:

	Dimension	Z-corp (sistem 310)	3D System	Perfactory
Debelina plasti	0,02 – 0,033 mm	0,089 – 0,203 mm	0,004 mm	0,0127 – 0,015 mm
Največja velikost objekta	20 x 20 x 30 cm	20 x 25 x 20 cm	30 x 18 x 20 cm	19 x 15 x 23 cm
Spletni naslov	www.dimensionprinting.com	www.zcorp.com	www.3dsystems.com	www.envisiontec.com

epoksi smole in nekatere biološko združljive materiale, pri čemer so lahko objekti prozorni, rdeči ali modri. Objekt pri tem sistemu raste v višino s hitrostjo 2,54 centimetra (en palec) na uro.

Za drugačno tehnologijo se je odločilo podjetje Z Corp. Ta že uporablja tehnologijo brizgalnih tiskalnikov, a ne z neposrednim brizganjem materiala, iz katerega je zgrajen objekt. Namesto tega naprava brizga majhne kapljice lepila na plast finega prahu (plastika). Kjer je lepilo, se delci prahu zlepijo, drugod pa ne, in tako plast za plastjo nastane objekt. Lepilo je lahko obarvano, kar pomeni, da je možno izdelati objekte različnih barv. Zaradi svojevrstne



tehnike in uporabljenih materialov, so lahko izdelki, narejeni s temi napravami, **strukturno čvrsti** in imajo različne lastnosti. Objekt pri tem sistemu raste v višino s hitrostjo med 2,54 in 5 centimetrov na uro.

Podjetje 3D System pa že uporablja neke vrste klasično brizgalno tehnologijo, imenovano **multi jet modeling**. Tu glava (oziroma šobe v njej) neposredno brizgajo majhne kapljice materiala na delovno površino in tako

## 3D-tiskanje: tehnologije za cenejše tiskanje

plast za plastjo gradijo objekt. Podobno velja tudi za nekatere druge naprave tega podjetja, ki pa kot material uporabljajo stopljeni vosk. Poleg voska uporabljajo še akrilat, ki je lahko različnih barv. So pa te naprave najpogostejše, saj je čas nastajanja objekta pet- do desetkrat daljši od časa izdelave pri, na primer, napravah podjetja Z Corp.



Obstaja tudi razmeroma cenen izdelek, ki tako spada pod to kategorijo naprav, ki uporablja tehnologijo FDM (Fusion Deposition Modeling). Dejali smo že, da gre pri tem za »stiskanje« oz. nanašanje stopljene plastike skozi šobo. Sistem podjetja Dimension kot material uporablja plastiko ABS. Po hitrosti izdelave objektov pri teh (cenenih) napravah ne gre za bistveno odstopanje. Čas izdelave je odvisen od velikosti objekta, ki ga želimo narediti. Če je ta tak, da ga je moč držati v dlani, bo naprava zanj porabila dve uri. Za večjega pa pač nekoliko več.

## PREDNOSTI IN SLABOSTI

Naprave za hitro izdelovanje prototipov, torej tiste, ki delujejo po tehnologijah opisanih, v prejšnjem članku, imajo pred napravami za 3D-tiskanje prednost v velikosti izdelanih objektov (tudi do velikosti 50 x 50 x 50 cm). Zaradi tega so tudi večje in s tem manj uporabne v manjših poslovnih prostorih, kot so na primer pisarne. Cenovna primerjava kaže, da se cene prvih gibljejo med 16 in 50 milijonov tolarjev, cene drugih naprav pa okoli 6 milijonov tolarjev. Mnogo manj, a kljub vsemu ne zanemarljivo malo. Podobno velja tudi za ceno izdelave objekta. Ta je pri dražjih napravah višja za 30 do 50 odstotkov, kar je delno razlog v sami ceni naprave, kot tudi v dražjih materialih, ki jih uporabljajo. Nadalje imajo naprave za hitro izdelavo prototipov prednost tudi pri kakovosti objektov, tako po uporabljenih materialih (kljub vsemu je izbor materialov večji) kot tudi pri doseganju ločljivosti izdelave. Prednosti naprav za 3D-tiskanje pa se kažejo v manjših dimenzijah naprav, preprostejši uporabi ter tišjemu in čistejšemu delovanju.

## OD NAČRTA DO IZDELKA

Zanimalo nas je, kako poteka postopek izdelave objekta v praksi. Najprej smo objekt narisali in nato spremenili v 3D-predmet. Postopek »tiskanja« je potekal nekaj krakih uric.

Piše: Marjan Kodolja

marjan.kodolja@mojmikro.si

**P**red približno enim letom smo si zamislili, da bi naredili 3D-objekt, vendar je bilo to takrat občutno preveč za našo denarnico. Še posebej ker smo takrat našli le napravo s tehnologijo SLA. Zaradi korektnosti naj omenimo, da podjetje IB-PROCADD ([www.ib-procadd.si/](http://www.ib-procadd.si/)) ni edino, ki ima v lasti naprave za hitro izdelovanje prototipov – so le prvi, ki so v naš prostor pripeljali naprave, ki omogočajo izdelovanje objektov v barvah. Podobno storitev ponuja tudi podjetje Dr. Duhovnik ([www.dr-duh.si/](http://www.dr-duh.si/)), katerih naprave pa vsaj trenutno še ne omogočajo izdelavo objekta v barvah.

## OBJEKT NAJPREJ ŽAŽIVI V OKOLJU RACUNALNIKA

Objekt, ki bi ga radi imeli, najprej oblikujemo s programsko opremo za tridimenzionalno oblikovanje. Od tu naprej delo prevzame programska oprema tiskalnika – naprave, ki objekt



Tako je objekt videti na zaslonu.

razreže na tanke plasti. Program tudi določi lego (položaj) objekta v komori, v kateri bo nastajal, in tako, da je čas izdelave najkrajši. V praksi to pomeni, da je postavljen tako, da je njegova višina (os z) najmanjša. Ker objekt raste v višino in je hitrost tiskanja v tej smeri najmanjša – je pravilna postavitev objekta pomembna.

Hkrati pa je kljub vsemu treba paziti tudi na geometrijo objekta in njegovo strukturno trdnost. Zaradi načina izdelave (lepljenja) je objekt najtrdnější (kompakten) v smeri osi x in y in manj trden po osi z. Temu je tako zaradi dejstva, da postopek lepljenja poteka neprekinjeno po oseh y (smer premikanja brizgalnih glav) in x (smer premikanja enote v kateri so glave), smeri po osi z pa gre za lepljenje nove nastale plasti na že narejeno plast (prepojitev plasti s lepilom).

Tiskalnik uporablja različne trike, da je končni

rezultat, kar se da trden in hkrati, da je čas nastajanja objekta kar se da kratek. Tako na primer pri nastajanju plasti na robovih objekta nanese več lepila kot v njegovi notranjosti. Tako nastane močna »lupina« objekta. Tudi znotraj objekta v nekatera področja nanese več lepila, tako da nastane struktura mreža, na druga področja pa nanese manj lepila. Tako prepreči, da bi bil objekt prenasičen z lepilom, kar bi lahko pri barvni izdelavi vplivalo na kakovost.

## PROCES LEPLJENJA



Z lepilom lepimo material v obliki prahu.

Delovanje sistema je zelo podobno tehnologiji SLS, le da v tem primeru delce prahu lepimo in ne talimo s pomočjo laserja. Naprava ima dve posodi – komori. V eni je shranjen material v obliki prahu. V drugi posodi pa po klasičnem načelu, plast za plastjo, nastaja objekt. Postopek je naslednji: Mobilna enota najprej iz posode s prahom tega zajame. Ko se enota premika od leve proti desni, na delovno površino strese tanko plast materiala (korak 1). V tej enoti so štiri tiskalniške glave (podobne, kot jih imajo brizgalni tiskalniki), vsaka za eno od barv po sistemu CMYK, torej svetlomodra (cyan), vijolična (magenta), rumena in brezbarvna (lepilo). Ko se enota premika v nasprotno smer (od desne proti levi) glave na površino brizgajo lepilo in ustrezne barve (korak 2). Le tja, kjer mora nastati objekt, drugod pa prah ostane nedotaknjen (nelepljen). Ko enota dokonča delo, je zopet nad posodo s prahom in postopek se lahko ponavlja, vse dokler objekt ni izdelan. Le še no-

silna površina se premakne navzdol za debelino naslednje plasti.

Nezlepljeni prah ostane v delovni komori in rabi kot podpora nastajanju naslednjih plasti. Pri nekaterih oblikah objektov je to nujno. Po dokončanju objekta tega vzamemo iz komore, ga po potrebi dodatno površinsko obdelamo (prevlečemo z voskom ali epoksi smolo, kar poveča trpežnost objekta), neporabljen prah pa lahko ponovno uporabimo.

### KAKO HITRO IN ZA KAKŠNO CENO

Eno so tehnični podatki, drugo praksa. Objekt nastaja v višino do dveh plasti na minuto – govorimo o barvnem tiskanju. Dejansko je hitrost odvisna od velikosti objekta ali od tega, koliko objektov izdelujejo v komori naenkrat. Od tega je torej pretežno odvisno, koliko časa tiskalnik dejansko potrebuje za dokončanje ene plasti. Kot primer: izdelek na sliki (naselje) je velik 8 x 5 x 2 cm, njegova izdelava (če bomo izdelali le enega naenkrat) pa traja slabo uro.



Eden od testnih objektov (majhno naselje, seveda!).

Kot smo omenili, je glavna prednost naprav, ki jih označujemo kot naprave za 3D-tiskanje, nizka cena izdelanega objekta. Pred začetkom izdelave (tiskanja) program obvesti uporabnika o predvideni porabi materiala (v kubičnih cm) in času izdelave. Oboje skupaj je osnova za izračun cene objekta, saj je čas povezan s stroškom lastništva naprave in s tem predvidene amortizacije, količina materiala pa neposredno porabo repromateriala. V svetu velja prepričanje, da se cene objektov gibljejo med dvema in 40 tisoča-



Naprava skupaj s komoro, ki je vračunana v ceno in kjer očistimo izdelek po izdelavi.

ki. To bi moral biti nekakšen okvir tudi za oblikovanje cen, ki bodo veljale v našem prostoru. Za »hec« smo na hitro izračunali ceno izdelave testnega objekta (tega na sliki) – 6 tisoč tolarjev. Glede na njegovo majhnost niti ne tako malo, a vseeno dovolj primerno, da bi si storitev lahko privoščilo več slovenskih podjetij in tudi posameznikov.

Vidar TruPrinter 6000	
Hitrost – monokromatsko:	6 plasti na minuto
Hitrost – barvno:	2 plasti na minuto
Velikost objekta:	254 x 356 x 203 mm
Debelina plasti:	0,089–0,203 mm
Ločljivost:	600 x 540 dpi
Število glav:	4
Barve:	CYMK (24 bitov)
Velikost tiskalnika:	107 x 79 x 127 cm
Teža tiskalnika:	204 kg
Datoteka:	stl, vrml, ply
Tiskalnik, komora, osnovni komplet materiala:	14.112.000 SIT (58.800 evrov)
Cena objekta (ocena):	288 SIT na cm <sup>3</sup> (mali objekti do 100 cm <sup>3</sup> ) 216 SIT na cm <sup>3</sup> (objekti do 200 cm <sup>3</sup> ) 144 SIT na cm <sup>3</sup> (veliki modeli nad 200 cm <sup>3</sup> )
Informacije:	www.ib-procadd.si



## NATEČAJ ZA BRALCE MOJEGA MIKRA!

S podjetjem IB-PROCADD, d.o.o, smo se dogovorili, da kot del promocije zadevo ponudimo tudi našim bralcem. Pošljite nam svoje predloge objektov, pri čemer se držite omejitve velikosti objekta 10 x 10 x 5 cm (x,y,z). Skupaj z omenjenim podjetjem bomo izbrali tri, ki jim bomo brezplačno vdihnili življenje in vam jih »natisnili«. Objekti morajo biti narejeni kot trden »solid model« v monokromatskem formatu .stl ali barvnem .vrml. Predloge pošljite do konca tega leta na naslov elektronske pošte info@mojmikro.si s pripisom »Za natečaj«. Objekte bomo predvidoma izdelali sredi januarja 2006.

## Od prahu do izdelka



Priprava na izdelavo objekta. Vodilo za nanos prahu pogladi plast prahu v komori za izdelavo objekta, glave se očistijo.



Izdelava plasti. Ko se vodilo giblje iz desne proti levi, nanese plast prahu, v obratni smeri pa glave »brizgajo« lepilo in barve.



◀ Grob izkop objekta iz prahu. Pri tem je treba biti previden, saj je izdelek še dokaj krhek.



Grobo očiščen objekt prenesemo v čistilno komoro.



Precizno čiščenje objekta v čistilni komori s curkom zraka.