



# IRT 3000

inovacijerazvojtehnologije

www.irt3000.si

1



INTERVJU

Joaquim Menezes  
predsednik ISTMA Evropa



NVD4000 DCG Super Tuned



## Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek

Trde PVD-prevleke so v zadnjih dveh desetletjih omogočile bistveno izboljšanje učinkovitosti rezalnih in drugih orodij, kar še zlasti velja za obdelavo težko obdelovalnih materialov.

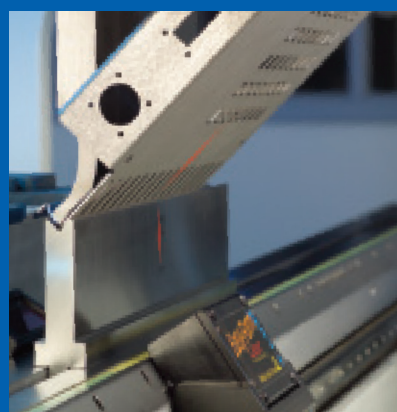
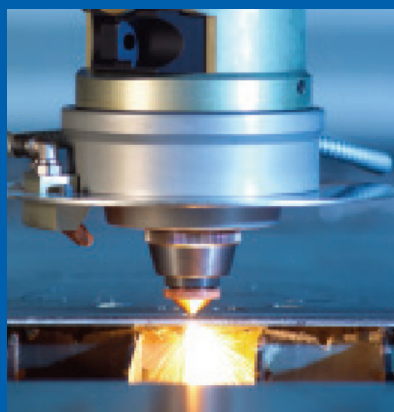
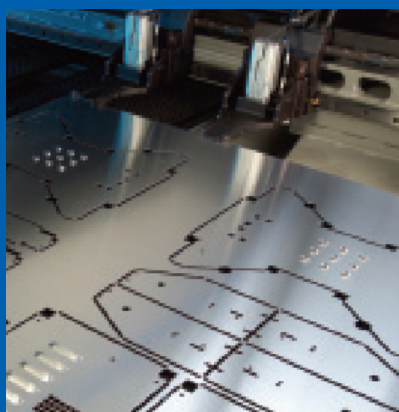
### Smernice pri izbiri naprav za potopno elektroerozijo

Delovanje Združenja kovinske industrije v preteklem letu 2005

Vrhunski termoplasti – POLISULFONI (PSU, PES, PPSU)

Stroji, ki tiskajo predmete

# PAMETNA IZBIRA ZA VISOKO PRODUKTIVNOST



LVD je povzdignil prebijanje, lasersko rezanje in preoblikovanje na novo raven produktivnosti. To je mogoče s stroji, ki uporabljajo napredne tehnologije in so znani po svoji zanesljivosti, preprosti uporabi in odlični kakovosti izdelkov tudi pri najzahtevnejših aplikacijah.

> **Prebijanje:** Revolverske prebijalke Global Series izboljšajo natančnost in poenostavijo obratovanje.

> **Lasersko rezanje:** Laserski rezalni sistemi Axel omogočajo najzanesljivejše in konsistentno rezanje pri zahtevnih aplikacijah.

> **Preoblikovanje:** Najbolj popolna ponudba stiskalnic za preoblikovanje v konkurenci od 1 do 30 m. Dodatne možnosti, kot sta laserski sistem Easy-Form® in edinstvena avtomatska upogibna celica ROBOformER®, zagotavljajo družini stiskalnic PPEB natančen nadzor nad procesom upogibanja že pri prvem izdelku.

## PAMETNA IZBIRA. INTEGRIRANE REŠITVE.

Za tehnologijo, s katero lahko izboljšate produktivnost in donosnost svoje proizvodnje, pokličite še danes!



[www.lvdgroup.com](http://www.lvdgroup.com)

**LVD Sit d.o.o.**

Bevkova 7  
6271 Vipava  
Slovenija  
Tel.: 041/402 007  
E-mail: igor.badalic@siol.net

# Strežnik SOLO value s procesorjem Intel® Xeon® je prava izbira za kvaliteto, zanesljivost in rast vašega podjetja.

**..Si lahko jutri privoščite izgubo  
vseh podatkov? Kdaj ste nazadnje  
arhivirali pomembne podatke in  
informacije? Koliko prekinitev  
delovnega procesa si lahko  
privoščite? So vaše informacije  
razpršene ali centralizirane?..**

Podjetje Anni se nam tokrat predstavlja kot rešitveno usmerjeno podjetje. Z učinkovito ekipo strokovnjakov s poglobljenimi znanji in dolgoletnimi izkušnjami je usposobljeno zagotoviti postavitev, nemoteno delovanje in vzdrževanje informacijskih rešitev v vašem poslovnem okolju. Glede na pričakovane cilje izvedejo projekt svetovanja, načrtovanja izvedbe, integracije, upravljanja in vzdrževanje strežnikov in mrežne opreme ter zagotovijo visokokakovostnih storitev. Garancijo nudijo na delovanje celotne rešitve, ne glede na uporabljeno strojno programsko kombinacijo. Tokrat vam predstavljamo prvo izmed rešitev, imenovano Podatkovnik. Podatkovnik je samostojna enota, ki se priključi v obstoječe omrežje in se obnaša kot strežnik za hranjenje in zaščito podatkov [Backup Server]. Uporabniki ga vidijo kot običajno mapo, v katero lahko shranjujejo svoje podatke.

## Primer uporabe

Podjetje ima nekaj uporabnikov, ki delajo z različnimi dokumenti, ki jih hranijo na svojih računalnikih. Zaščita in nadzor nad podatki je tako pogojna s številom računalnikov in znanjem uporabnikov. Podatkovnik pa omogoča, da vsi uporabniki hranijo podatke ali njihove kopije na temu namenjeni napravi, ki poskrbi za ustrezno zaščito in dostopne pravice. S takim načinom je tudi ščitenje enostavnejše, saj se skrbi predvsem za eno napravo.

## Lastnosti rešitve

- Podatkovnik se priklapi v lokalno omrežje.
- Uporabnikom in Podatkovniku se nastavi dostopne pravice in bližnjice.
- Podatkovniku se nastavi parametre delovanja [zaščita, izvoz, kopiranje].
- Uporabniki začnejo uporabljati mrežno mapo kot odlagalnišče svojih podatkov.
- Skrbnik sistema spremlja delovanje podatkovnika [arhiviranje].

Anni d.o.o.  
Motnica 7a  
Trzin  
Tel.: 5 800 800  
[www.anni.si](http://www.anni.si)



Procesor Intel® Xeon® 3.2GHz  
z 2MB Cache-ja (max 2xCPU)

Spomin do 12GB DDR2 ECC 400

Mrežna kartica 10/100/1000

## Prilagodljivo spletno programsko opremo

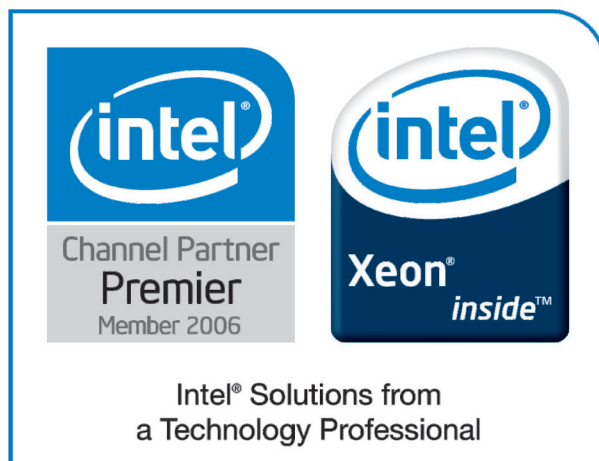
Podatkovni strežniki so precej nevidni člani računalniških omrežij. Najboljši so takrat, ko ne vemo, da jih imamo in prav tak je Podatkovnik. Dobro se razume tako v Windows kot v \*nix omrežjih. Uporabniki ga vidijo kot del svojega priljubljenega okolja, kamor lahko odlagajo podatke in gradijo arhive.

## Enostaven postopek od ideje do delovanja

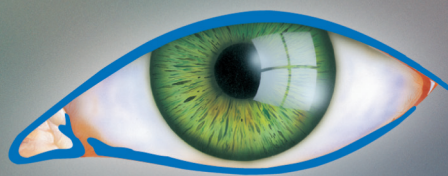
Podatkovnik je naprava in programska rešitev obenem. Z nakupom pridobite strežnik z izbrano količino prostora, ki je običajno več kot dovolj [standardno do 2 TB = 2.000 GB] za uporabo v majhnih in srednje velikih podjetjih.

## Komu je namenjen Podatkovnik?

- Vsem, ki se ob vprašanju "Kaj se zgodi z vašimi podatki, če se v tem trenutku pokvari trdi disk vašega računalnika?" primejo za glavo.
- Podjetjem, ki imajo več kot en računalnik, na katerem so pomembni podatki.
- Uporabnikom, ki delajo z večjimi količinami podatkov, ki jih je težko dnevno ščititi [arhitekti, oblikovalci, inženirji].
- Administratorjem, ki bi na cenovno učinkovit način hitro uredili politiko hranjenja podatkov v podjetju.



Intel® Solutions from  
a Technology Professional



# ARSIS<sup>®</sup>

VIZUALNE KOMUNIKACIJE

Klasična in digitalna ilustracija, 3D ilustracija in 3D animacija  
Priprava in tisk, Grafično oblikovanje, Proof in Pigment, MidSolvent in Solvent printi  
Zvočno vizualni arhiv, VR360 fotografija in HD multimedija

Vzdrževanje računalniških sistemov, postavitve mrež za male in velike sisteme, ter njihovo vzdrževanje. Prodaja računalniške opreme in servisiranje, pogodbeno vzdrževanje grafičnih sistemov ter ostale pisarniške opreme in vzdrževanje Mac OS, Windows, Windows NT in Linux sistemov.

[www.arsis.net](http://www.arsis.net)

Tel.: 041 757 560; Fax: 01 42 22 940; elektronska pošta: [dusan@arsis.net](mailto:dusan@arsis.net)

Prinašamo inovacije  
za prihodnost.



**DAEWOO**  
DAEWOO HEAVY INDUSTRIES LTD.

Doosan Infracore, novo ime za  Daewoo Heavy Industries & Machinery

We create  
the optimal world.

**Doosan Infracore, novo ime za**  
 **Daewoo Heavy Industries & Machinery**



Doosan je najstarejša korporacija v J. Koreji in hkrati tudi ena najbolj dinamičnih in kreativnih. Pred kratkim je kupilo Daewoo Heavy Industries & Machinery. 109 let inovacij in prilagajanja hitro spreminjajočemu poslovnemu okolju nas bo pripeljalo do vodilnega proizvajalca na globalnem trgu.

**BTS Company d.o.o.**

**LJUBLJANA**

Bratislavška 5

Tel: +386 1 58 41 400

Fax: +386 1 52 49 224

**MARIBOR**

Zagrebska 20

Tel: +386 2 46 00 300

Fax: +386 2 46 00 306



<http://www.bts-company.si>, e-mail: [info@bts-company.si](mailto:info@bts-company.si)

# Nagradna naročniška akcija IRT3000

**130** bogatih nagrad,  
sodeluje VSAK naročnik

**NAROČI SE!**

**Glavna nagrada:**  
kompleten računalnik z LCD zaslonom



Neovo LCD monitor

**Naročite se na  
celoletno  
naročnino na  
revijo IRT3000  
in se potegujte  
za eno izmed  
130 bogatih  
nagrad.**



Baterijski vrtalnik



Digitalni fotoaparati  
Samsung



Barvni tiskalnik HP



Kljunasto merilo



**EUROMOLD**

**Ogled sejma EUROMOLD  
v Frankfurtu**

(en dan v terminu 29.11. - 02.12. 2006)

Nagrada vsebuje: potovanje, eno nočitev, vstopnico za sejem

Ogled sejma Euromold

## Seznam nagrad:

5x zapisljivi CDR-ji 700MB-80min.50spindle, Datalife; 10x zapisljivi DVD-ji Datalife DVD-R 25 spindle 8x, 2x miška LOGITECH PREMIUM WHELL OPTICAL B 58 USB/PS2; 3x dva zvočnika ALTEC LANSING 120; 3x slušalke z mikrofonom (čez glavo) SALTEC LANSING AHS202IE; 3x slušalke (za vratom) ALTEC LANSING AHP212E; 3x DVD-DVX predvajalnik YAMADA DVD6700; 3x barvni tiskalnik DeskJet 3920; 10x USB 2.0 pomnilnik 256MB; 5x MP3 PLAYER; 10x JAZZ zvočniki; 20x CD-R plošče; 20x DVD+R plošče; 5x tiskalnik HP DJ3745; 1x monitor NEOVO LCD F417; 1x digitalni fotoaparati SAMSUNG DIGIMAX A502; 1x komplet računalnik z LCD zaslonom; 5x baterijski vrtalnik; 2x vrtalnik; 5x krožna žaga; 4x digitalno kljunasto merilo; 1x TESA kljunasto merilo; 5x knjiga v slovenščini o Mastercam-u; 3x brezplačen ogled sejma EUROMOLD v Frankfurtu v terminu 29.11. - 02.12.2006 (nagrada vsebuje potovanje, eno nočitev in vstopnico za sejem).

Naročniška akcija traja do 14. aprila 2006 do polnoči. Sodelujoči s sodelovanjem v naročniški akciji izjavljajo, da poznajo in sprejemajo splošne pogoje naročniške akcije, ki so objavljeni na spletni strani [www.irt3000.si](http://www.irt3000.si). Pogoje lahko zahtevate tudi po faksu 01/600 3001. Podrobnejše informacije o naročniški akciji lahko preberete na spletni strani [www.irt3000.si](http://www.irt3000.si). Nagradni sklad je objavljen na spletni strani [www.irt3000.si](http://www.irt3000.si). Dobitnik nagrade mora pred prevzemom nagrade plačati akontacijo dohodnine. O dobitnikih nagrad bodo udeleženci naročniške akcije obveščeni na spletnih straneh [www.irt3000.si](http://www.irt3000.si) in v drugi številki revije IRT3000, ki izide aprila 2006. Organizator naročniške akcije je izdajatelj revije IRT3000 **PROFIDTP d.o.o.**, Gradišče nad Pijavo Gorico 204, SI-1291 Skofljica, Slovenija. Sponzorji naročniške akcije so: **DATA COM, d.o.o.**, Tržaška 2, 1000 Ljubljana, [www.datacom.si](http://www.datacom.si); **ANNI d.o.o.**, Motnica 7a, 1236 Trzin, [www.anni.si](http://www.anni.si); **BTS Company d.o.o.**, Bratislavka 5, 1000 Ljubljana, [www.bts-company.si](http://www.bts-company.si); **TEXIMP d.o.o.**, Letališka cesta 27, 1000 LJUBLJANA; **A - CAM inženiring d.o.o.**, Predjamska 11, 1000 Ljubljana, [www.acam.si](http://www.acam.si); **Revija IRT3000**, p.p. 4988, 1231 Ljubljana-Crnuče.

# Inovacije, Razvoj, Tehnologije – Tri smernice, en cilj



**Drage bralke in bralci,**  
kaj zapisati v uvodniku  
prve številke nove  
specializirane revije?  
Verjemite, naloga ni lahka.

**Lahko bi se osredotočil** na poslanstvo revije. Lahko bi zapisal kaj o tem, da je **IRT3000** sveža pridobitev na področju specializiranih revij. Ali pa o tem, da se bo v svojem jedru posvečala predvsem trem področjem, katerih začetnice sestavljajo tudi ime revije. Lahko bi dodal tudi to, da **inovacije, razvoj in tehnologije** niso edine smernice, temveč da vsebino revije določajo še naslednja tri področja: kovinsko predelovalna industrija, področji nekovin in informacijske tehnologije.

**Ali pa bi se posvetil** vsebini prve številke. Pri tem bi moral izpostaviti obsežen tematski sklop o trdih zaščitnih PVD prevlekah, ki so ga pripravili strokovnjaki z Instituta Jožef Stefan. Pa članek, ki opozarja na kriterije pri izbiri naprav za potopno elektroerozijo. Moda bi moral posebej poudariti, da že v prvi številki objavljamo intervju s predsednikom ISTMA Europa **Joaquimom Menezesom** in da smo zaradi velikega zanimanja precej pozornosti posvetili področju nekovin in tudi IT vsebinam.

**Vendar ne bom storil nič od naštetega. Raje bom nagovoril vas, spoštovane bralke in bralci.** Brez vas namreč te revije ne bi bilo. Revija IRT3000 je namenjena vam, strokovnjakom. Ne glede na to, kje delate: kot podjetnik ali obrtnik, v gospodarskih družbah, v proizvodnih halah, za CNC stružnico, pri računalniku za programi CAD/CAM, v pisarni kot menedžer, na šoli, univerzi, v raziskovalni instituciji ali državni upravi ... Kot strokovnjak želite slediti dogajanju v svoji stroki. Vem, da se zavedate, da je pritisk na razvoj novih inovativnih izdelkov vedno večji ter da je optimizacija razvoja in proizvodnje eno od najpomembnejših orodij v boju s konkurenco. Tega se zavedamo tudi v uredništvu revije IRT 3000, zato vam bomo skušali z objavljenimi vsebinami pomagati pri vašem delu. Pozivam vas, da se nam pridružite pri ustvarjanju revije. Sporočite nam svoje dosežke, dobre prakse, študije primerov ali nam pošljite le kratke vestičke o najnovejših pridobitvah, novih strojih, kadrovske spremembah ali poslovnih rezultatih v vašem podjetju.

**Kljub številnim smernicam, ki sem jih omenil v zgornjih odstavkih, naj ob koncu poudarim, da je končni cilj revije IRT3000 vendarle samo en: v čim večji meri izpolniti pričakovanja naročnikov in vsebinsko, oblikovno in strokovno zadovoljiti čim večji krog bralstva. Verjamem, da nam bo to s skupnimi močmi uspelo.**

Darko Švetak

*P. S.: Pa še to. Ne prezrite rubrike Novo na knjižnih policah, kjer boste v vsaki številki našli zanimivo strokovno literaturo, ki je izšla pri različnih svetovnih založbah. Kot naročnik revije IRT3000 jo lahko kupite z dodatnimi popusti.*

**Glavni in odgovorni urednik:** Darko Švetak; **Urednik IT-tehnologij:** Denis Šenkinc; **Urednik področja nekovin:** Matjaž Rot; **Strokovni svet revije:** dr. Jože Balič, mag. Aleš Belšak, Edvin Batista, Boštjan Berginc, dr. Franci Čuš, dr. Slavko Dolinšek, dr. Igor Drstvenšek, dr. Mihael Junkar, dr. Zlatko Kampuš, Boris Jeseničnik, dr. Janez Kopač, dr. Borut Kosec, Marko Mirnik, Marko Oreškovič, dr. Peter Panjan, dr. Tomaž Perme, dr. Tomaž Pepelnjak, dr. Andrej Polajnar, Janez Poje, dr. Jože Rodič, dr. Mirko Soković, dr. Janez Tušek, Anton Žličar  
**Novinar:** Esad Jakupovič; **Prevajalci:** Ivica Belšak, Damjan Klobčar, Boštjan Berginc, Peter Krajnik; **Lektoriranje:** Lektoriranje, d.o.o., Ljubljana, (www.lektoriranje.si); **Idejna zasnova in računalniški prelom revije:** Saša Brunčič, Barbara Kodrun; **Oblikovanje naslovnice in oglasov:** Barbara Kodrun; **Izdajatelj:** PROFIDTP d.o.o., Gradišče nad Pijavo Gorico 204, SI-1291 Škofljica, Slovenija; **Oglaševanje in Marketing:** IRT3000, p.p. 4988, SI-1231 Ljubljana - Črnuče, Slovenija, **Tel:** (01) 600 3000, **Faks:** (01) 600 3001, **E-mail:** info@irt3000.si; **Tisk:** S-PRINT Samo Količ s.p., Trbovlje; **Naklada:** 4.000 izvodov; **Cena:** 890,00 SIT / 4€ / 5\$; **ISSN:** 1854-3669; **Naročnina na revijo velja do pisnega preklica;** Copyright© IRT3000; **Avtorske pravice za revijo IRT3000 so last izdajatelja, podjetja PROFIDTP d.o.o. Uporabniki lahko prenašajo in razmnožujejo vsebino zgolj v informativne namene, in sicer samo ob pridobljenem pisnem soglasju izdajatelja.**

- 35 Na celjskem sejmišču maja letos že 12. mednarodni sejem TERO-TECH-VZDRŽEVANJE
- 36 Predstavitve lanskoletnega poslovanja SIJ-a (Slovenska industrija jekla)
- 38 Postati vodilni na svojem področju
- 42 Podjetje Akrapovič gradi nov razvojni center
- 42 Strojna fakulteta bo sodelovala s podjetjem Sistemska tehnika razvijala bojna vozila
- 43 ARX-nova blagovna znamka Kovinoplastike Lož
- 43 Sedem novih nagrajencev GZS za leto 2005
- 47 Podelitev priznanj in nagrad mladim inovatorjem
- 48 Letni kongres združenja avtomobilske dobaviteljske industrije BavarskeBAIKA
- 50 Programski svet ACS je potekal v luči inovativnosti in razvojne problematike

- 68 Majhen in zmogljiv stroj za kotalno freziranje zobnikov
- 69 Enostavna integracija na visokem nivoju
- 72 Natančno CNC-krmiljeno lasersko varjenje
- 73 Brusilni stroj s precizno tehnologijo
- 74 Sodicku nagrada za najboljšo zasnovu
- 102 Cevi za ogrevalno tehniko
- 103 Z uporabo strokovnega znanja pri razvoju rezalnih ploščic
- 104 Prilagodljiv visokohitrostni rezkalni stroj

- 109 TECOS seminarji
- 114 Avtomatizacija prihodnosti
- 119 Čista, natančna in zmogljiva rešitev - zaporna igla
- 120 Brizganje s strani s pomočjo toplokanalnega sistema

- 125 Nadzor proizvodnje z OEM-čitalniki črtne kode Metrologic
- 125 Microsoft in Autodesk okrepila strateško zaveznitvo
- 133 Digitalni tisk za fakulteto
- 135 Moč v rokah
- 135 Elektronska ključavnica nove generacije

## Za trajnostni razvoj orodjarske industrije so **nujne nove vizije**, višja stopnja povezovanja med dobavitelji in s kupci

ISTMA (International Special Tooling & Machining Association) je mednarodna organizacija, v kateri je združenih 24 nacionalnih orodjarskih združenj z vsega sveta. V ISTMI je tako 8000 podjetij, ki letno prodajo za nekaj več kot 40 milijard ameriških dolarjev izdelkov in storitev. ISTMA se deli na tri veje, evropsko, azijsko in ameriško.

**Intervju: Joaquim Menezes**



## Delovanje Združenja kovinske industrije v preteklem letu 2005

**Marko Mirnik**, sekretar Združenja kovinske industrije pri GZS

## Tehnološka platforma **Manufuture.si**

**Dr. Blaž Nardin**, TECOS Celje

## Inovatorja leta družbe Rotomatika sta **Miloš Nagode** in **Beno Šubic**

Ocenjevanje in nagrajevanje inovativnosti v družbi Rotomatika k podajanju k inovativnih predlogov vsako leto spodbudi več sodelavk in sodelavcev.

**Helena Tušar**, Hidria



MLM počasi iz rdečih števil

## Čeprav je **dobiček simboličen**, so zadovoljni

Spodbuden je podatek o doseženi realizaciji v višini 15,8 milijarde tolarjev, medtem ko za leto 2006 načrtujejo približno 19 milijard tolarjev prodaje.

## Igor Akrapovič je Delova osebnost leta

Po mnenju Dela je Igor Akrapovič, direktor podjetja Akrapovič, v času, ko so aktualne razprave o prihodnosti in reforme, človek, ki pooseblja vse tisto, kar nas čaka v prihodnosti.



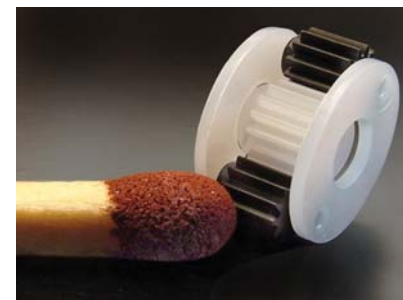
## Splača se biti **strojnik** in elektrotehnik

Najbolj iskani kadri v Sloveniji so inženirji strojništva, elektrotehnike, računalništva in gradbeništva.

## Smernice pri izbiri naprav za **potopno elektroerozijo**

**Marjan Dobovšek**, Ljubljana

## EUROMOLD 2005



Konec leta 2005 je potekala dvanajsta mednarodna prireditev EUROMOLD 2005 pod geslom Od dizajna preko prototipa do serijske proizvodnje.

**Marko Oreškovič**, **Jože Weingartner**, **Andrej Glojek**, **Matjaž Rot**

## Obdelovalni center BA W04-22 - dinamičnost za **visoko produktivnost**

## Obstojnost orodij, prekritih s PVD-prevlekami

**Dr. Mirko Sokovič**, **Dr. Janez Kopač**, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

## Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek

**Dr. Peter Panjan**, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana



## Nove prevleke orodij za rezanje mehkih kovin

Dave Doerwald<sup>1</sup>, Thomas Krug<sup>1</sup>, Roel Tietema<sup>1</sup>, Wei-Ming Sim<sup>2</sup>, Quanshun Luo<sup>3</sup>, Papken Hovsepian<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Hauzer Techno Coating, Venlo, NL  
<sup>2</sup>Airbus, Bristol, GB  
<sup>3</sup>Sheffield Hallam University, Materials Research Institute, Sheffield, GB

## PVD-prevleke in trendi pri odrezavanju težko obdelovalnih materialov

Dr. Christoph Gey,  
Balzers GmbH, Avstrija

## nekovine 106

### Vrhunski termoplasti - polisulfoni (PSU, PES, PPSU)

Boštjan Berginc, Matjaž Rot  
Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

### Pol stoletja brizgalnih strojev ARBURG

Primer nemškega gospodarskega čudeža

## IT-tehnologije 122

### Poroka CE in IKT

Prireditev CES je zrasla v največji poslovni sejem Amerike in največji dogodek potrošniške elektronike v svetu.

Esad Jakupović



### Mednarodna nagrada projektu VoiceTRAN

Človeštvo že desetletja sanja o komunikaciji, ki ji različni svetovni jeziki ne bodo pomenili nobene ovire.

Špela Stres

## novo na knjižnih policah 130

### Zaščita orodij s trdimi PVD-prevlekami

Pred kratkim je Institut "Jožef Stefan" izdal znanstveno monografijo "Zaščita orodij s trdimi PVD-prevlekami".



in toplotno obdelavo orodij. Ob bok RSC spadata tudi podjetji STEEL, d. o. o., in TKC, d. o. o., ki celostno pokrivata tehnološko zahtevne programe toplotnih obdelav in varjenja za orodjarsko industrijo.

52

predstavljamo

### RAVNE STEEL CENTER Najsodobnejše središče orodjarske industrije v Sloveniji

Ravne Steel Center, d. o. o., (RSC) je prodajno-skladišni center, ki orodjarjem poleg jekla ponuja tudi mehansko

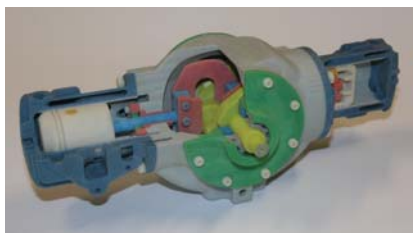
117

nekovine

### Linija za izdelavo komponentov - granulator

Podjetje ISOKON, d. o. o., iz Slovenskih Konjic se ukvarja s predelavo termoplastičnih materialov, in sicer z ekstruzijo, stiskanjem in mehansko obdelavo.

Iztok Kramaršek  
ISOKON, d. o. o.



122

informatika

### Stroji, ki tiskajo predmete 3D-tiskalniki omogočajo, da se računalniško oblikovani

tridimenzionalni predmeti zelo hitro materializirajo v predmete

Tiskalniki, ki tiskajo predmete, oblikovane na računalniku, so v uporabi že dobro desetletje v avtomobilski in vojni industriji, arhitekturi, izobraževanju in na drugih področjih.

Esad Jakupović, Denis Šenkinc



A-CAM, inženiring, d.o.o. - 49  
Anni, d.o.o. - 3  
Basic, d.o.o. - 27  
BTS Company, d.o.o. - 1, 5, 134  
Jernej Lokovšek s.p. - 46  
Camincam, d.o.o. - 102  
Center za trde prevleke IJS - 88  
DATA COM, d.o.o. - 4  
Fakulteta za strojništvo, Ljubljana - 105  
Gazela Platit, d.o.o. - 92  
Hyundai avto trade, d.o.o. - 65  
Jež Janez - kovinoplastika in orodjarstvo s.p. - 121  
Isokon, d.o.o. - 118  
ITS, d.o.o. - 74  
KMS, d.o.o. - 116  
Lesnik, d.o.o. - 107  
LVD Sit, d.o.o. - 1, 2  
Mastroj, d.o.o. - 1, 21  
Mikron, d.o.o. - 81  
Misko, d.o.o. - 73  
NC Servis Lovrek Ivan s.p. - 68

Remic, d.o.o. - 90  
Ribak, d.o.o. - 101  
Sandvik Coromat - 133  
Schmidt HSC, d.o.o. - 45  
Seco Tools SI, d.o.o. - 41  
Siming, d.o.o. - 39  
TBW, d.o.o. - 93  
Tecos, d.o.o. - 36  
Tehna plus, d.o.o. - 71  
Tehnotron, d.o.o. - 57  
Tera, d.o.o. - 1, 111  
Teximp, d.o.o. - 1, 24  
TM, d.o.o. - 34  
Uniplast, d.o.o. - 119  
Vpenjalni sistemi, d.o.o. - 61  
Zibtr, d.o.o. - 85  
Walter Maschinenbau GmbH - 37  
3-WAY, d.o.o. - 69

KAZALO OGLAŠEVALCEV

## Skupina rezkalnih glav MKS in MES

Visokoučinkovito rezkanje obdelovancev iz litega železa z rezalno keramiko skriva ogromne potenciale glede zmanjšanja stroškov. Odlikuje se z velikimi hitrostmi obdelave,  $v_c = 1200 \text{ m/min}$ , in velikimi pomiki,  $v_f > 6000 \text{ mm/min}$ , kar seveda zagotavlja visoko stopnjo odvzema materiala.

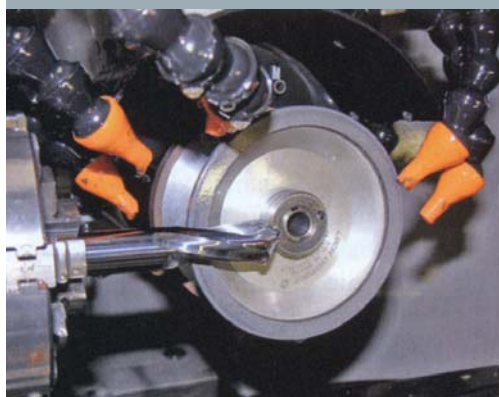
Nova generacija orodij je namenjena za grobo in fino obdelavo. Rezkalne glave MKS se priporočajo tako za grobo kot za fino obdelavo, rezkalne glave MES pa za fino in končno obdelavo. Njihova prednost je fina nastavitev, ki so jo prijaviteli v patentu; omogoča pozicioniranje izmenljive rezkalne ploščice v območju  $\mu\text{m}$ . To pa zagotavlja izredno natančno fino obdelavo, gladkost oz. kakovost obdelane površine je odlična, hrpavost znaša  $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$ .

Obe skupini orodij, MKS in MES, proizvajalca CeramTec AG sta dobavljivi v premerih od 40 do 125 mm, število zob je izbrano glede na rezalno keramiko in je odvisno tudi od premera. Nastavni koti za MKS so lahko  $45^\circ$ ,  $75^\circ$  ali  $88^\circ$ , za MES pa je nastavni kot  $88^\circ$ . Uporabljajo se lahko s ploščicami z 8 rezalnimi robovi ali s ploščicami s 4 robovi, rezalna geometrija pa je pozitivna.



## Brusne plošče SuperGrind

Proizvajalec diamantnih in CBN-orodij LACH DIAMANT iz nemškega Hanaua predstavlja nove diamantne brusne plošče SuperGrind, namenjene za ekonomično obdelavo orodij iz karbidne trdine. Nove plošče so zelo primerne za uporabo na CNC-brusnih strojih. Odlikujejo jih odlične obdelovalne lastnosti; znatno skrajšajo čas brušenja, poleg tega zagotavljajo odlično stabilnost brusnih robov in obstojnost profila.



## Micro-Hite DCC – majhne koordinatne merilne naprave

Micro-Hite DCC je koordinatna merilna naprava proizvajalca HEXAGON Metrology. Predstavlja dopolnilo v ponudbi h koordinatni ročni merilni napravi Micro-Hite 3D serije Micro-Hite. Micro-Hite DCC je oblikovan ergonomsko, je enostaven za uporabo in učinkovit. Primeren je tako za manjša kot za večja podjetja in lahko zamenja posebne merilne naprave in ročna merila.



Micro-Hite DC je opremljen z zmogljivo programsko opremo PC-DMIS™, ki podpira različne merilne postopke. Primeren je za enostavne in kompleksne merilne postopke in povečuje učinkovitost meritev. Ta serija koordinatnih merilnih naprav je rezultat skupnega napora različnih podjetij pod okriljem skupine Hexagon Metrology. Razvoj se je oprl na najsodobnejše tehnologije, ki so se večinoma že izkazale pri večjih merilnih napravah istega proizvajalca. Tehnologija Tricision® zagotavlja:

- odličen nadzor nad gibanji X-portala in s tem večjo točnost meritev,
- manj napak glede ponovljivosti,
- večje pospeške in pojemke hitrosti,
- hitrejša postopke meritev.

Vsa drsna mesta, ki omogočajo gibanje naprave, so izvedena z zračnimi ležaji in tako praktično skoraj brez trenja.

## T-REX Sumi-Turn

Sumitomo Electric je predstavil stružne ploščice T-Rex z edinstveno obliko  $55^\circ$  s šestimi rezalnimi robovi (DNMG ima štiri rezalne robove). S tem se stroški obdelave zmanjšajo za 50 %. Ploščice T-Rex TRM omogočajo vzdolžno in čelno struženje v enem prehodu.



## Holroydov sistem brušenja Edgetek

S sistemom Edgetek-Superabrasive-Turnin (SAT) je HOLROYD dopolnil svojo serijo strojev za brušenje. Na novem stroju za brušenje se lahko uporabljajo CBN-brusne plošče; s tem se je močno povečala produktivnost. Novi stroj omogoča hitrejši odvzem materiala z zunanjih premerov valjastih obdelovancev (zareze in žlebovi različnih oblik), obdelovani materiali pa obsegajo široko paleto – od mehkih do trdih.

»Zanimanje mnogih vodilnih proizvajalcev iz avtomobilske ter tudi letalske in vesoljske industrije za naš sistem SAT je veliko,« razlaga Paul Hannah, vodja prodaje pri podjetju HOLROYD. »Ker je produktivnost s tem sistemom oz. načinom obdelave v primerjavi z drugimi postopki brušenja trdih materialov znatno večja, so ti stroji zelo primerni zlasti za strojno obdelavo materialov, kot je inkonel, in obdelovancev iz sintranih kovinskih materialov. Uporabljajo se lahko za operacije, ki se jih izvaja z rotacijsko obdelavo, v zvezi z obdelavo zareze, za prekinjen rez valjastih elementov, zobnikov, stožčastih profilov in stičnih površin valjastih obdelovancev.«



## Rezkarji WXS (WX Super) iz karbidne trdine

OSG, največji svetovni proizvajalec stebelnega rezilnega orodja, je razvil novo serijo rezkarjev iz karbidne trdine WXS. Prevlaka „WX Super Coating“ ima izjemno toplotno obstojnost z oksidacijsko temperaturo 1300 °C. Radij rezkarjev je izdelan v najvišjih tolerancah (WXS-EBD R±0,005 mm). Ti rezkarji so namenjeni za obdelavo jekla trdote do 70 HRC.



Prevlaka „WX Super Coating“ ima izjemno toplotno obstojnost z oksidacijsko temperaturo 1300 °C. Radij rezkarjev je izdelan v najvišjih tolerancah (WXS-EBD R±0,005 mm). Ti rezkarji so namenjeni za obdelavo jekla trdote do 70 HRC.

## Kompakten, učinkovit in varčen FOBA predstavlja nov vlakenski laser za obdelovanje materialov



FOBA Laser Technology in Services GmbH, eden od vodilnih proizvajalcev natančnih laserjev na področju označevanja, graviranja in obdelovanja površin, k svoji ponudbi dodaja še dva vlakenska laserja (DP10F in DP20F) in kompakten model Fiberhome z delovno mizo.

Omenjena vlakenska pulzna laserja, katerih zmogljivosti znašata

10 in 20 W, ponujata zelo visoko stopnjo učinkovitosti in trdnosti. Majhne dimenzije laserske glave, deflektorja in napajalnika omogočajo lažjo integracijo laserja v manjše stroje in proizvodne linije.

Med dodatne značilnosti tega inovativnega vira svetlobe spadata tudi izredna stabilnost med laserskimi impulzi in odlična kakovost žarkov, kar prinaša številne prednosti pri sami kakovosti označevanja in skrajša cikle pri velikem številu aplikacij. Za črpanje energije v laser se uporabljajo svetlobne diode, ki imajo veliko daljšo življenjsko dobo, kar pomeni, da sistem omogoča nizke stroške obratovanja in oskrbovanja.

Laserja sta na voljo v osnovni različici, vsaka stranka pa ima možnost naročiti tudi različico, prilagojeno posameznikovim zahtevam, z vsemi dodatki, ki so na razpolago. Uporabljata se lahko za označevanje skoraj vseh materialov, med katerimi še posebej izstopajo plastika, folija, kovine in elektronske komponente.

Novi model Fiberhome je bil zasnovan kot enota za novo serijo vlakenskih laserjev, ki jih je možno namestiti na delovno mizo. Motorizirana Z-os, osvetlitev in kamera, ki omogoča vpogled v trenutno stanje, so na voljo v standardni izvedbi. Na voljo je še s servomotorjem krmiljena rotacijska os, ki omogoča avtomatično označevanje cilindričnih in okroglih delov. To pomeni, da se kompakten in cenovno ugoden model Fiberhome lahko uporablja za izdelovanje malih do srednje velikih serij izdelkov na širokem področju industrijske uporabe.

[www.hasco.com](http://www.hasco.com), [www.foba.de](http://www.foba.de)

## FA-VS – serija strojev za žično erozijo

Stroji serije FA-VS proizvajalca MITSUBISHI Electric pri zelo veliko stopnji odvzema materiala omogočajo visoko kakovost obdelane površino (Ra), in sicer do 0,25 µm. To pa pomeni do 30-odstotno povečanje učinkovitosti glede na dosedanji nivo. Tehnologija V500 novi seriji strojev FA-VS omogoča hitrosti rezanja do 370 mm<sup>2</sup>/min ob uporabi žice premera samo 0,25 mm. Z žico premera 0,36 mm pa je možno doseči hitrosti rezanja preko 500 mm<sup>2</sup>/min.

Seveda pa povečana produktivnost, velike hitrosti rezanja in krajši čas obdelave zagotavljajo nižje stroške proizvodnje. Ti stroji zagotavljajo odlične rezultate tako pri obdelavi PKD, CBN kot tudi grafita.

Do zdaj je bilo v najboljšem primeru z žično erozijo bolj ali manj dobro obdelovati le grafit izredno fine kakovosti (ki je bil hkrati tudi zelo drag). Posebna tehnika nove serije FA-VS proizvajalca Mitsubishi Electric pa omogoča ekonomično in hkrati kakovostno žično erozijo tudi bolj običajnih vrst grafita. S tem je Mitsubishi zapolnil tržno nišo, ki se je pojavljala pri obdelavi grafita.



## Brizgalni stroji Boy na sejmu Plast 2006, Milano

Na sejmu Plast 2006, ki je bil od 14. do 18. februarja v Milanu, je nemški proizvajalec strojev za brizganje plastike predstavil tri aplikacije: BOY 12 A, BOY 35 A VV in BOY 55 M. BOY 12 A je opremljen s standardizirano plastificirno enoto v velikosti 12 milimetrov in skupaj z optimizirano geometrijo polža omogoča vbrizgavanje zelo majhnega volumna taline (manj kot 0,1 cm<sup>3</sup>). V primerjavi z navadno 14-milimetrsko plastificirno enoto se čas zadrževanja taline v cilindru zmanjša za 50 odstotkov.

Kompaktna konstrukcija stroja BOY 35 A VV omogoča enostaven dostop do izdelka in enostavno nameščanje periferne opreme na ogrodje stroja. Stroji iz serije BOY 22 VV, 35 VV in 55 VV so primerni za zabrizgavanje vložkov in neposredno integracijo v avtomatizirane linije.

Na stroju BOY 55 M bo potekala demonstracija brizganja majhne plastične škatlice v štirikoznem toplokanalnem orodju. Debelina sten škatlice je manjša od 0,5 milimetrov, celoten cikel brizganja pa je dolg samo 4,2 sekunde. Posebnosti stroja so velike razdalje med vodili, simetrično porazdeljene obremenitve na vse štiri vodilne stebre in nizka poraba energije.

[www.uniplast.si](http://www.uniplast.si)



## Coroplex™ MT za najrazličnejše vrste obdelave

CoroPlex MT, ki ga proizvaja SANDVIK Coromant, združuje dva zelo uspešna koncepta, in sicer CoroMill 390 in CoroTurn 107. Uporablja se lahko pri klasičnem rezkanju ali pri stacionarnem struženju, in sicer v različnih položajih (kot gnano orodje na stružnih centrih) – v ta namen se lahko uporabljata dve vrsti izmenljivih stružnih ploščic CoroTurn 107. Večnamensko orodje Coroplex™ MT omogoča praktično neomejeno uporabo vseh mogočih položajev ploščic, in to brez dodatne programske opreme. Čeprav je Coroplex™ MT večnamensko orodje, se ga lahko uporablja tudi v starejših strojih, pri katerih je zmogljivost programske opreme prilagojena konvencionalnim standardnim ciklom.

Inovativno večnamensko orodje omogoča fino obdelavo obdelovancev v enem samem vpetju, kar skrajša čas, ko stroj ne dela. Skupina orodij za večnamensko obdelavo družbe Sandvik Coromant je tako dopolnjena z orodjem Coroplex™ MT, kar vključuje CoroPlex TT, dve izmenljivi ploščici, ki se uporabljata na enem držalu, ter minisistem CoroPlex SL s štirimi stružnimi držali v enem.



## Genius 3 – univerzalna merilna naprava



V mnogih obratih, kjer se ukvarjajo z brušenjem in ostrenjem, naprava genius3, ki jo izdeluje podjetje ZOLLER, že sodi med 'standardno' opremo v proizvodni verigi. Novi univerzalni sistem na osnovi inovativne 3D-merilne tehnike, ki temelji na optoelektroniki, omogoča polavtomatsko merjenje

orodij brez dotika. V proizvodnji je ta merilna naprava običajno postavljena takoj ob CNC-obdelovalnem centru ter je namenjena meritvam in zagotavljanju kakovosti. Zaradi svoje konstrukcije je skorajda neobčutljiva na vibracije iz okolice.

Ogrodje oz. osnovna konstrukcija je iz legure iz lahkih kovin, s čimer se izognemo odstopkom glede geometrije naprave, ki bi se lahko pojavili zaradi različnih pogojev v okolju. Glede tega ima genius3 v primerjavi z merilnimi napravami na granitnem temelju veliko prednost. Naprava ima univerzalno vreteno z oznako A.C.E. z različnimi sistemi vpetja. Na napravi se lahko uporabljajo vpenjalni trni konusne oblike, trni z oznako HSK in elastične vpenjalne glave. Menjava orodja je zelo hitra (10 s), kljub temu je točnost pozicioniranja (0,5 μ) odlična. Sistem Genius 3 ima komunikacijske vmesnike za različne brusne stroje – to pa omogoča enostavnejši in hitrejši prenos podatkov do drugih strojev in naprav v proizvodnem procesu. Za hitro in cenovno ugodno kalibriranje sistema sta potrebni (med drugim) le dve kameri. Uporabljajo se t. i. osemsegmentne 3D-kamere visoke ločljivosti in občutljivosti, ki zagotavljajo ostro in jasno sliko rezalnih robov.

## Večja vrtilna frekvenca vreten

Rezultat sodelovanja družb HAAS Automation Europe in IBAG Deutschland GmbH so vertikalni obdelovalni centri, ki obratujejo z veliko obdelovalno hitrostjo. Proizvajalec kakovostnih visokofrekvenčnih oz. visokohitrostnih motornih vreten je namreč z njimi opremil vertikalne obdelovalne centre. Obdelovalni centri VF2 so tako lahko opremljeni s tremi različnimi izvedbami vreten. Izvedba HF100 tako omogoča vrtilno frekvenco do 50.000 min<sup>-1</sup> ter moč do 12 kW pri kratkotrajnem obratovanju oz. do 6 kW pri trajnem obratovanju ter vrtilni moment 2,3 Nm. Alternativno pa se lahko vgradijo tudi vretena HF120 – ta imajo pri kratkotrajnem obratovanju moč 46 kW oz. pri trajnem 13 kW, vrtilno frekvenco pa 42.000 min<sup>-1</sup> ter vrtilni moment 4,2 Nm. Še ena možna različica je vreteno HF80, ki omogoča vrtilno frekvenco do 50.000 min<sup>-1</sup> ter moč pri kratkotrajnem obratovanju 5,2 kW oz. pri trajnem obratovanju 2,5 kW, vrtilni moment pa znaša 0,6 Nm.

Bistvena prednost motornih vreten serije HF je tehnologija njihovih motorjev z vektorskim krmiljem, ki omogoča visoke vrtilne momente pri majhnih vrtilnih frekvencah ter veliko moč pri visokih vrtilnih frekvencah. Možno je vrtnanje navojev brez izravnalnih vpenjalnih glav; obstaja pa tudi možnost izdelave zelo točnih elementov vreten.



## Toplokanalne šobe Gunther s sistemom Gatekeeper

Gatekeeper predstavlja velik tehnološki napredek na področju toplokanalnih šob, saj omogoča predelavo zahtevnih materialov, kot so LCP, PEEK, POM, ojačanih termoplastov s 60 % steklenih vlaken in številnih materialov, občutljivih na temperaturo. Bistvo je v natančnem kontroliranju temperature ustja. Patentirana konstrukcija bimetalne puše iz nerjavnega jekla in titana zagotavlja minimalno izgubo toplote iz šobe v orodno votlino, rezultat tega pa so krajši cikli in boljša reologija taline. Bimetalna puša poenostavlja izvedbo tesnjenja prednjega dela šobe v orodju (področje predkomore) in je prestavljena z območja konice na plašč šobe. Poenostavitev izdelave orodja in montaže tople šobe pride posebej do izraza v primeru dolgih šob ali pa visokih brizgalnih tlakov. Standardna konstrukcija neposrednega vijachenja v razdelilni blok preprečuje uhajanje materiala, poleg tega pa posebni medeninasti grelci omogočajo toplotni profil, ki zagotavlja primerno segrevanje ustja.



Šoba z dvojnim plaščem

## Tehnologija XD

TITEX predstavlja novo generacijo svedrov iz karbidnih trdin. To so svedri tehnologije XD (eXtreme Deep, ekstremno globoko), se pravi, da omogočajo vrtnanje globokih izvrtin.

Izjemno učinkovit sveder tehnologije XD temelji na seriji ALPHA 4, ki se je že dokazala v praksi; notranje hlajenje omogoča obdelavo v velikih globinah, in sicer 8- do 30-krat glede na premer, brez povratnih gibov zaradi čiščenja izvrtin (odrezki). Svedri so zelo učinkoviti, saj omogočajo obdelavo pri velikih hitrostih in pomikih. Odlično odvajanje kratkih odrezkov zagotavlja veliko zanesljivost obdelave in odlično kakovost obdelane površine. Poleg tega se ta sveder lahko uporablja na praktično vseh strojih, in sicer v območju premerov od 3,0 do 20,0 mm.



Pri tem ni potrebno, da stroj ali obdelovalni center izpolnjuje posebne zahteve glede oskrbe s sredstvom za hlajenje. Prav tako ni treba uporabiti posebnega sredstva za hlajenje, lahko se uporabljajo tudi sistemi za orodja z minimalno količino hlajenja. Priprava na obdelavo je skrajšana ali pa celo povsem odpade, globoko vrtnanje je mogoče z običajnimi obdelovalnimi centri. Uporaba posebnih strojev za globoko vrtnanje je zmanjšana na minimum ali pa celo sploh ni več potrebna.

## Boljša obdelava z rezkalno glavo ORBI-SAF 16+



SAFETY je predstavil novo rezkalno glavo z oznako ORBI-SAF 16+, ki je namenjena posebej za grobo in fino čelno in stransko rezkanje. Maksimalna dolžina rezalnega robu je 18 mm, tako da je omogočena precej večja stopnja odvzema materiala.

Ploščice, ki se uporabljajo s to glavo, imajo vse prednosti drugih ploščic skupine ORBI-SAF, dobavljive so dolžine 7, 10 in 13 mm; poleg tega pa se odlikujejo še z dodatnimi izboljšavami. Ploščica ORBI-SAF 16+ je tako še močnejša (6,35 mm v primerjavi z dosedanjjo debelino 4,76 mm), odpornejša (za 30 % večji prerez), obstojnejša (zaradi povečanega obsega deleža karbidne trdine za 20 %), prav tako pa se zaradi podvo-

jena prostega kota odlikuje tudi z boljšimi rezalnimi lastnostmi.

Zahteve pri konstruiranju rezkalne glave ORBI-SAF 16+ so bile zelo visoke; izdelana je tako, da omogoča izreden izkoristek ploščic ter izredno zanesljivo lego oz. vpetje ploščice v ležišču; poleg tega omogoča izjemno natančnost (predvsem 90-stopinjskega kota čelne površine naprav radialni površini), boljše odvajanje odrezkov, zaradi notranjega dovoda hladilnega sredstva pa tudi več možnosti obdelave.

## 50-letnica izdelovanja strojev ARBURG in Tehnološki dnevi TERA 2006

ARBURG, eden vodilnih svetovnih proizvajalcev strojev za predelavo plastike, letos praznuje 50-letnico. Praznovanje je bilo 14. februarja na sedežu družbe TERA Tolmin, ki je ekskluzivni zastopnik za Slovenijo. Tudi sicer bodo praznovali v 70 državah sveta in s tem obeležili dejavnosti nenehnih novosti in izboljšav, ki jih potrjujejo odlične izkušnje zadovoljnih uporabnikov povsod po svetu.

V sklopu Tehnoloških dnevov TERA bodo naslednji dan, 15. februarja, predstavljene tudi naj-sodobnejše smernice pri predelavi plastike v avto- in elektroindustriji.



**50 years of ARBURG**  
injection moulding machines

## Skupina orodij Kenna Universal

Družba KENNAMETAL GmbH je razvila orodja Kenna Universal posebej za izdelavo posameznih proizvodov in proizvodov po naročilu. V to skupino sodi šest različnih kvalitete za ekonomično struženje, rezkanje in vrtanje najrazličnejših materialov. Prednost te skupine orodij, ki so namenjena za zelo široko paleto različnih vrst obdelave, je, da omogočajo bistveno krajše čase posameznih ciklov. S tem je seveda produktivnost večja.

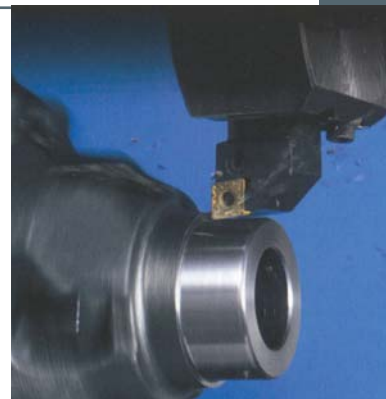


Nove kvalitete KU10T, KU25T in KU30T so namenjene za obdelavo na stružnicah, omogočajo pa celovito obdelavo, ki zajema struženje, izdelavo navojev, pa tudi zarezovanje in odrezovanje. Kvaliteti KUC20M in KUC30M sta v povezavi s skupino KSSM namenjeni za rezkanje; rezultati obdelave so odlični; ena sama ploščica omogoča tako čelno rezkanje kot tudi zarezovanje. Za vrtanje pa je namenjena kvaliteta KU40D, ki je skupaj z modularno vrtalno konico ali izmenljivo ploščico zelo učinkovita.

čica omogoča tako čelno rezkanje kot tudi zarezovanje. Za vrtanje pa je namenjena kvaliteta KU40D, ki je skupaj z modularno vrtalno konico ali izmenljivo ploščico zelo učinkovita.

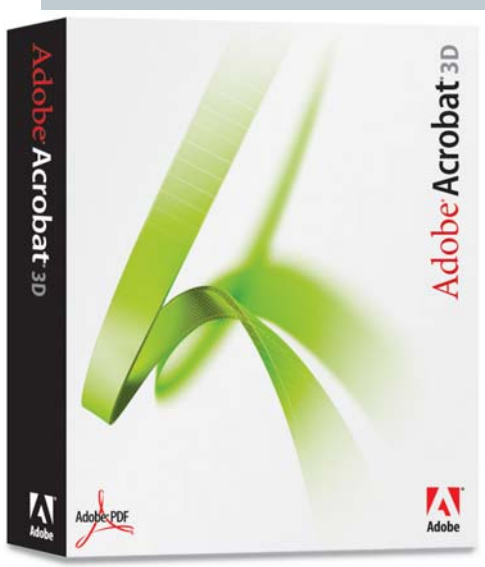
## Zelo učinkovit rezalni materiali

KYOCERA s svojimi izredno drobnozrnatimi cermeti dosega izjemno obstojnost rezalnih robov. Prevlečena izvedba ima oznako PV7020, neprevlečena pa TN6020. Ti materiali v primerjavi s karbidnimi trdinami zagotavljajo daljšo obstojnost orodja. Uporabljajo se za fino, srednjo in zmerno grobo obdelavo. Izjemna obstojnost rezalnih robov, ki jo ti materiali omogočajo, se izkaže zlasti pri prekinjeni obdelavi; ti materiali se lahko uporabljajo za obdelavo jekel. Pri srednji obdelavi jekla se tako npr. uporabljajo pri naslednjih pogojih obdelave – globina reza: 1,5 do 6,0 mm, pomiki: 0,10 do 0,50 mm/vrt., rezalna hitrost: 250 do 600 m/min.

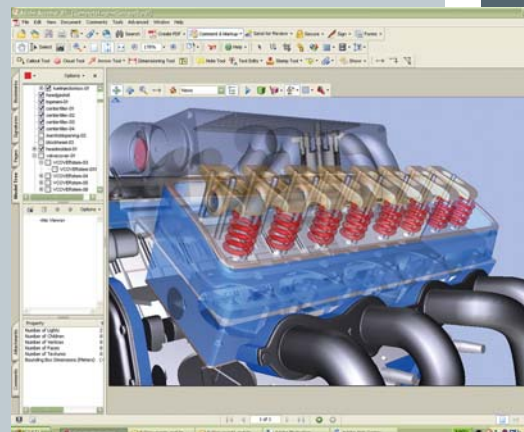


KYOCERA za obdelavo uporablja tudi keramiko. Keramika z oznako A65 ( $Al_2O_3 + TiC$  aluminijev oksid + titanov karbid) se lahko uporablja za obdelavo mehkih in trdih materialov (do 60 HRC) pa tudi za fino obdelavo in obdelavo jekla. Pri enakih globinah reza in pomikih, kakršne omogočajo karbidne trdine, se lahko dosežejo rezalne hitrosti do 500 m/min. Za obdelavo materialov, trših od 60 HRC, se priporoča kvaliteta A66N. Stroški obdelave z A66N so v primerjavi s CBN-om znatno nižji, poleg tega pa je zaradi večjih hitrosti čas obdelave krajši, kar pomeni še dodatno znižanje stroškov.

## Adobe Acrobat 3D



Adobe Systems je predstavil Adobe Acrobat 3D, ki omogoča prikaz in urejanje tridimenzionalnih vsebin znotraj priljubljenih dokumentov PDF. Programska oprema omogoča ustvarjanje dokumentov PDF ter vključevanje tridimenzionalnih modelov in različnih programov za računalniško podprto načrtovanje (CAD). Orodje uporabnikom omogoča tudi urejanje modelov, kot so dodajanje tekstur, osvetlitve in transparentnosti. Poleg tega je mogoče v dokument dodati komentarje in meritve ter pripraviti animacije, ki služijo kot navodila za sestavo sklopov. Za pregled dokumentov s tridimenzionalno vsebino potrebujete najnovejšo različico Adobejevega readerja, program Adobe Reader 7.0.7, ki vključuje podporo za pregled tudi najnovejših vsebin. (D. Š.)



## Materiala rezalnih plošč nove generacije za izboljšano zmogljivost pri frezanju jekla

Sandvik Coromant je predstavil materiala GC1030 in GC4240, prvi novosti v novi družini rezalnih materialov. Z izboljšano zmogljivostjo pri obdelavah, kjer se zahteva žilavost rezalnega materiala, omogočata višjo produktivnost pri frezanju jekla.

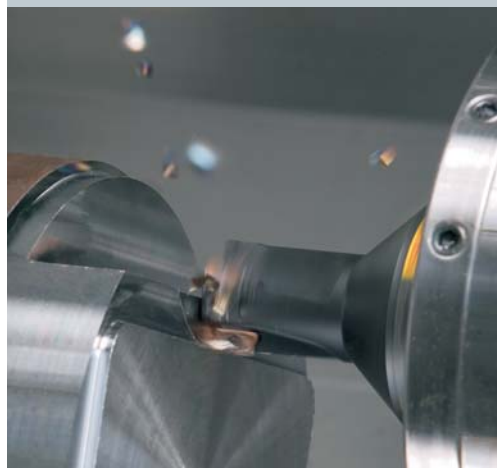
Nova rezalna materiala sta posebej optimizirana za obodno frezanje, zanesljivo in varno pa se odrežeta tudi pri drugih zahtevnih obdelavah s frezanjem.

GC1030 je popolna izbira za odrezavanje težavnih materialov in za delo v nestabilnih pogojih, npr. pri obdelavi dolgih previsov, kjer se pojavljajo težave zaradi vibracij. Izboljšana obrabna obstojnost je zasluga posebne PVD-prevleke, zato so ploščice zelo vsestranske in zanesljive. Ta material je prva izbira pri manjših in pri stebelastih frezalih.

GC4240 je material s povsem novim substratom in CVD-prevleko, ki ponuja višjo zanesljivost za nemoteno obdelavo. Je vsestranska rešitev, ki jo je možno prilagoditi različnim obdelavam s frezanjem. Predvsem pa je namenjen za obodno frezanje in za obdelave, kjer se zahteva večja žilavost ploščice in kjer je pomembna visoka hitrost odstranjevanja materiala.

GC1030 in GC4240 sta bila zasnovana brez kompromisov za moderne obdelave, kjer sta ključnega pomena predvidljivost in varnost.

[www.coromant.sandvik.com](http://www.coromant.sandvik.com)



GC4240 za zahtevno frezanje jekla



GC1030 je popolna izbira za obdelavo težavnih materialov in za stebelasta frezala.

## Elektromagnetne plošče PalMAG za vpenjalne sisteme »Zero Point«

Italijanski proizvajalec Tecnomagnete je predstavil nov sistem elektromagnetnih plošč PalMAG za vpenjalne sisteme »Zero Point« (npr. 3R). Obdelava je mogoča s petih strani v enem vpetju. Sistem vpetja je tako poenoten in stabilnejši, pri obdelavi pa je manj tresljajev.





## 3D-model kot nosilec vseh informacij

Podjetje ITS, d. o. o., je sredi januarja v Ljubljani pripravilo predstavitev programske rešitve za upravljanje življenjskega cikla izdelka (PLM) z imenom Teamcenter. Namen programske opreme, ki jo je razvilo podjetje UGS, je povezovanje ljudi in procesov ter pomoč pri ustvarjanju, zajemanju in izmenjevanju znanja o izdelku.

V primerjavi s sistemom ERP (*enterprise resource planning*), ki upravlja s podatki že definirane izdelka, sistem PLM igra pomembno vlogo v najpomembnejši stopnji razvoja izdelka – ko so za izdelek sprejete najpomembnejše odločitve. Skozi razvoj se ustvarja vedno več informacij z vedno bolj zapletenimi povezavami. V sistemu brez centralne točke zajemanja in hranjenja informacij je izguba časa pri iskanju informacije skozi razvoj vedno večja. Poleg informacij je za podjetje enako pomembno tudi znanje oziroma intelektualni kapital.



Teamcenter omogoča, da 3D-model postane nosilec vseh potrebnih informacij, in s tem zagotavlja sočasen razvoj izdelkov, poleg tega predstavlja tudi povezavo med načrtovanjem in drugimi dejavnostmi v podjetju. Slednje lahko glede na potrebe in pravice neposredno dostopajo do informacij, ki so shranjene na enem mestu, v bazi sistema PLM.

Glavni prednosti sistema sta vodenje podatkov in procesov ne glede na njihovo lokacijo ter vodenje in uporaba vizualnih informacij iz različnih CAD-sistemov. Pri tem sistem zagotavlja verzioniranje komponent in sklopov, izdelavo različnih vrst kosovnic, vodenje tehnične dokumentacije, optimizacijo procesov in opredelitev družin izdelkov. (D. Š.)

## USB ključ kot mobilna pisarna

Mobilnosti si nekako ne moremo predstavljati brez uporabe mobilnega računalnika ali pametnega telefona, s katerima kjer koli in kadar koli elektronsko komuniciramo s svetom. Podjetje Memorysolution je predstavilo preprosto in poceni rešitev mobilne pisarne za širše množice. Serijama svojih spominskih ključev TakeMS, ECO in mini, po novem prilagajajo programski paket Carry it Easy, s katerim uporabniki upravljajo s svojo elektronsko pošto, dokumenti, priljubljenimi povezavami in s katerim koli računalnikom brezskrbno deskajo po internetu.

Programski paket Carry it Easy podjetja Cososys je nedvomno pomočnik, ki lahko zelo olajša delo v pisarni, na poti in doma. Namenjen je uporabnikom, ki so se že privadili na uporabo spominskih ključev za prenos podatkov, s tem programskim paketom na ključu pa lahko dostopajo do svojih dokumentov, elektronske pošte in priljubljenih internetnih zaznamkov (*bookmarks*) tudi na več različnih računalnikih. Uporabnik lahko z ustvarjenimi particijami in gesli na različnih računalnikih sam določa, kaj je samo njegovo in kaj bo delil z drugimi uporabniki. Carry it Easy omogoča tudi brezskrbno brskanje po internetu, saj obiskane strani za druge ostanejo prikrite, svoje internetne zaznamke pa lahko od sedaj vedno nosimo s seboj.

Programski paket vsebuje prenosni Microsoft Outlook Express, s katerim bodo vsa poštna sporočila in stiki vedno pri roki, orodje za internetno deskanje z Internet Explorer in Firefox brez sledi, orodje za sinhronizacijo dokumentov, namizja in map. Za varčevanje s prostorom na ključu je priloženo orodje za stiskanje, mogoče pa je ustvarjati particije in zaščititi podatke z geslom ter enkripcijo. USB Drive Lost&Found je dodal še posebno funkcijo, ki poskrbi, da najditelj izgubljenega ključa lahko dostopa le do vaših osnovnih podatkov in informacij za vrnitev ključa. Carry it Easy je uporabnikom na voljo v sedmih jezikih.

[www.memorysolution.com](http://www.memorysolution.com)  
[www.cososys.com](http://www.cososys.com)  
[www.anni.si](http://www.anni.si)



# Za trajnostni razvoj orodjarske industrije so **nujne nove vizije**, višja stopnja povezovanja med dobavitelji in s kupci

*Intervju: Joaquim Menezes*

ISTMA (**International Special Tooling & Machining Association**) je mednarodna organizacija, v kateri je združenih 24 nacionalnih orodjarskih združenj z vsega sveta. V ISTMI je tako 8000 podjetij, ki letno prodajo za nekaj več kot 40 milijard ameriških dolarjev izdelkov in storitev. ISTMA se deli na tri veje, evropsko, azijsko in ameriško. O organizaciji, njenih načrtih, smernicah na področju orodjarske industrije in drugih aktualnih temah smo se pogovarjali s **predsednikom veje ISTMA Europa Joaquim Menezesom**.



*Predsednik ISTMA Europa Joaquim Menezes*

**Ali lahko na kratko predstavite organizacijo ISTMA, kaj je (koga združuje) oziroma kakšno je njeno poslanstvo?**

ISTMA Europe zastopa interese nacionalnih združenj in nastopa kot predstavnik branže pred institucionalnimi in drugimi sogovorniki, na primer organi Evropske unije (EU) ter drugimi pomembnimi igralci na trgu, kot so globalni dobavitelji in drugi. ISTMA Europe je evropska veja svetovne krovne organizacije orodjarske industrije, v katero je včlanjeno trinajst združenj iz Češke, Estonije, Finske, Francije, Nemčije, Madžarske, Velike Britanije, Italije, Portugalske, Slovenije, Španije, Švedske in Švice. Poslanstvo ISTME Europe je zagotavljanje podpore nacionalnim orodjarskim združenjem in pod-

jetjem pri doseganju poslovnih uspehov v globalni ekonomiji s svetovanjem, mrežnim povezovanjem, specializiranimi informacijami, programi podpore skupnim interesom in s storitvami.

**Kaj člani pridobijo z vključitvijo v ISTMO in kaj so po vašem mnenju glavni razlogi, da se odločajo za članstvo?**

ISTMA Europe zastopa interese nacionalnih združenj in nastopa kot predstavnik branže pred institucionalnimi in drugimi sogovorniki, na primer organi EU ter drugimi pomembnimi igralci na trgu, kot so globalni dobavitelji in drugi. Sodeluje tudi na strokovnih forumih, kjer se obravnavajo najpomembnejše teme za orodjarski sektor. Pomembna naloga evropske ISTME je tudi zbiranje statističnih podatkov o orodjarski industriji za potrebe *benchmarkinga*. ISTMA dejavno nudi namensko podporo pri spodbujanju konkurenčnosti evropske industrije skozi raziskave in inovacije tako, da sodeluje pri skupnih projektih ter spodbuja izmenjavo informacij in sodelovanje med njenimi članicami. Organizira sestanke in konference za pripadnike branže – orodjarska podjetja iz držav članic, dobavitelje, univerze, tehnološke partnerje in nekatere najpomembnejše globalne kupce. ISTMA Europe podpira in promovira tudi branžne dogodke, kot so sejmi, kongresi, tehnični simpoziji, in izvedbo mednarodnih tržnih raziskav, s poudarkom na analizi morebitnih priložnosti in nevarnosti za evropsko industrijo.

**ISTMA je mednarodna organizacija, ki vključuje 24 držav z vsega sveta in deluje v treh regionalnih vejah. V čem se ISTMA Europe razlikuje od drugih dveh sekcij?**

ISTMA Europe je osredotočena na potrebe evropske regije in na združevanje sposobnosti članic za izvajanje dejavnosti skupnega interesa. ISTMA Europe vsako leto organizira tri srečanja. Eno od njih na nivoju krovne organizacije ISTME, torej skupaj z azijsko in ameriško vejo. Ta srečanja so odlična priložnost za srečanje različnih interesnih skupin (združenja, raziskovalno-razvojni centri, podjetja), na katerih se pogovarjamo o pomembnih temah in aktualnih izzivih za industrijo. ISTMA Europe tudi podpira udeležbo držav članic pri evropskih raziskovalno-razvojnih projektih in pobudah. Članice poročajo o stanju v branži vsakih šest mesecev. V sodelovanju z drugima dveh regionalnima vejama je ISTMA Europe poleg letne izmenjave poslovnih poročil in statističnih podatkov izdala tudi večjezični orodjarski slovar v elektronski obliki in tiskani verziji. Spodbuja svetovno izmenjavo informacij in izkušenj med državami članicami o tehničnih in ekonomskih vprašanjih, kamor sodijo tudi študijska potovanja in ogledi tovarn. ISTMA Europe na tri leta organizira svetovno orodjarsko konferenco. Naslednja bo junija 2007 v mestu Joensuu na Finskem.

**Lani se je zamenjalo vodstvo ISTME Europe. Čemu v svojem mandatu namenjate največ pozornosti?**

Predsedstvo evropske veje je prevzela Portugalska in začela izvajati agresiven program za prilagajanje evropske orodjarske industrije aktualnim spremembam. Poudarek je na pomenu sodelovanja in mrežnem povezovanju različnih interesnih skupin, kot so nacionalna združenja, podjetja, dobavitelji in raziskovalni centri. Portugalsko predsedstvo se je zavzelo tudi za izgradnjo javne podobe branže. Naša industrija mora poskrbeti, da se bodo javni in politični predstavniki zavedali njene zelo pomembne vloge pri trajnostnem razvoju gospodar-



stva. Sprožili smo strateške akcije za okrepitev obstoječih in vzpostavitev novih povezav s političnimi in razvojno-raziskovalnimi institucijami. Veliko pozornosti namenjamo tudi promociji in prepoznavnosti članic ISTMA Europe. Lani smo postavili nov spletni portal [www.istma-europe.com](http://www.istma-europe.com), na katerem lahko člani interaktivno komunicirajo s sekretariatom, drugimi člani in vodstvenimi organi. Skupaj s to novo komunikacijsko platformo je ISTMA Europe izdala tudi novo predstavitevno brošuro. Naredili smo nekaj pomembnih korakov za krepitev institucionalnih povezav med članicami in za vključitev novih držav članic v ISTMA Europe. Tudi v prihodnje si bomo prizadevali, da bomo v evropski veji ISTME kar najbolj dejavni in da bo v celoti zastopana vsa evropska orodjarska industrija. Na institucionalni ravni izvajamo dogovore z Evropsko komisijo. Naš cilj je še v tem mandatu organizirati evropski orodjarski forum v Bruslju.

**Kako ocenjujete aktualne smernice v orodjarski branži in kje vidite vlogo ISTME kot organizacije?**

Orodjarska industrija se je znašla na točki preobrata. Za trajnostni razvoj so nujne nove vizije interakcije s trgi in kupci. Industrija mora ponovno opredeliti svojo vlogo v globalni dobavni verigi in ovrednotiti svoj konkurenčni položaj. ISTMA Europe se trudi usmeriti pozornost evropskih sek-

*V sproščen klepet sta se zapletla predsednik ISTMA Europa in predsednik odbora za orodjarstvo pri GZS Janez Poje.*

## Naslednje srečanje ISTME Europe

Naslednje srečanje ISTMA Europe bo 20. in 21. marca 2006 v Tallinu, Estonija. Srečanje organizira ISTMA Europe, gostitelj pa bo estonsko nacionalno združenje orodjarjev. Tema srečanja bodo trenutne poslovne razmere v državah članicah ISTMA ter tekoče in prihodnje aktivnosti in srečanja ISTMA World. Skupaj z estonskim združenjem orodjarjev bodo organizirani tudi obiski lokalnih podjetij.



## Četrty sestanek upravnega odbora projekta EuroTooling 21



Projekt EuroTooling 21 napreduje skozi drugi kvartal drugega leta obstoja (začel se je 1. septembra 2004), 7. februarja pa je potekal 4. sestanek upravnega odbora v prostorih inštituta IPT Fraunhofer v Aachnu, Nemčija.

Sestanek je sledil novembrski generalni skupščini, kjer so partnerji določili trenutno stanje in perspektive projekta, potrdili nadaljnje korake in utrdili medsebojne povezave.

EuroTooling je integrirani projekt 6. okvirnega programa ES, katerega cilj je ustvariti prednost v znanju, proizvodnih tehnologijah in skupnem delovanju dobavnih verig. Projekt naj bi tudi podprl orodjarski sektor pri prehodu iz proizvodne usmeritve v družbo znanja.

Projektu se je s svojim znanjem in izkušnjami pridružilo 33 partnerjev iz desetih držav članic EU. V orodjarskem sektorju dominirajo mala in srednja podjetja, zato je cilj podpreti njihov razvoj v visokotehnološka podjetja ter ojačati in integrirati konkurenčnost, inovativnost in trajnostni razvoj. Namen projekta je tudi povečati zmogljivosti za raziskave in razvoj ter izboljšati zavedanje o njihovem pomenu.

ISTMA Europe je vključena v ta projekt, ki je financiran s strani ES. Predsednik ISTMA Europe, g. Joaquim Menezes, je predsednik upravnega odbora in posvetovalnega odbora. ISTMA Europe na ta način zagotavlja, da so interesi malih in srednje velikih podjetij ustrezno zastopani pri vseh odločitvah upravnega odbora. Ker zastopa orodjarski sektor v 14 evropskih državah, bo ISTMA Europe aktivno sodelovala tudi pri prenosu rezultatov projekta v množico malih in srednjih podjetij.

torskih združenj in podjetij na probleme orodjarske industrije. Cilj je olajšati industriji dostop do spodbujevalnih ukrepov in programov Evropske unije. Eno od področij delovanja je podpora raziskovalno-razvojnemu projektom, ki bodo orodjarskim podjetjem omogočili večjo konkurenčnost na mednarodni ravni. ISTMA Europe mora biti spodbujevalec in pospeševalec vseh pobud, stremeti mora k pridobivanju novih članic. Razširiti se mora v države Srednje in Vzhodne Evrope ter spodbujati in izboljševati mednarodno sodelovanje med združenji in podjetji, vse s ciljem pridobivanja trajne konkurenčnosti na svetovnem trgu. ISTMA Europe bo promovirala sestanke, delavnice in mednarodne konference o tehničnih, tehnoloških in menedžerskih vprašanjih ter podjetjem posredovala informacije in podporo pri snovanju strategij.

*Menimo, da morajo v današnjih razmerah vse države imeti svoje lastne orodjarske zmogljivosti. Nobena država ne more razvijati svojega gospodarstva brez podpore orodjarskih podjetij.*



**Ali menite, da ISTMA kot mednarodno združenje lahko pripomore k povečanju vloge (pomembnosti) orodjarstva v gospodarstvu oziroma procesih rasti vrednosti evropskega gospodarstva?**

V to smo prepričani. Verjamemo, da se morajo organizacije na nacionalni in mednarodni ravni – pri tem bi izpostavil Evropsko komisijo

– ter globalni igralci na trgu zavzeti za strateško pozicioniranje orodjarske industrije. Naš sektor je eden najpomembnejših in temeljnih stebrov celotne industrije, tako pri razvoju in industrijski proizvodnji novih izdelkov kot pri ohranjanju delovnih mest v industriji in pri razvoju gospodarstva.

**Kako ocenjujete gospodarske trende v novopridruženih članicah EU? Ali je orodjarstvo v teh državah priložnost za Evropo ali nevarnost v smislu selitve in zmanjševanja delovnih mest v Zahodni Evropi?**

Menimo, da morajo v današnjih razmerah vse države imeti svoje lastne orodjarske zmogljivosti. Nobena država ne more razvijati svojega gospodarstva brez podpore orodjarskih podjetij. Nove države članice EU bodo še naprej izgrajevale zavest o pomenu tega dejavnika pri povečevanju konkurenčnosti. Privabljajne investicij in ustvarjanje novih podjetij v Srednji in Vzhodni Evropi je nedvomno priložnost za razvoj evropske industrije. Orodjarski sektor igra strateško in strukturno vlogo pri spodbujanju tehničnega znanja, zmoglosti in sorodnih sposobnosti. Verjamemo, da sta ključni besedi sodelovanje in mrežno povezovanje. Orodjarska podjetja iz različnih regij znotraj Evropske unije morajo skupaj razvijati sinergije in ustvarjati širšo ponudbo storitev za svoje kupce. ISTMA Europe mora v tem procesu igrati ključno vlogo. Z organizacijo skupnih dejavnosti nacionalnih združenj bomo spodbujali interakcijo in, upamo, da v obojestransko korist, poslovno sodelovanje med podjetji iz različnih držav. Ta pot nas mora pripeljati do trajnostnega razvoja evropske orodjarske industrije.

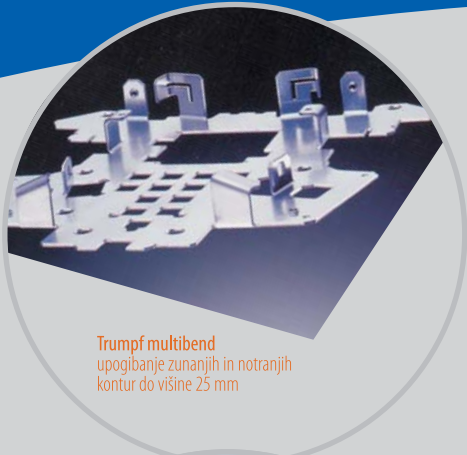
**Kako ste doživeli slovensko konferenco Orodjarstvo 2005 v Portorožu?**

Zanimivo je bilo videti in se prepričati, kako se orodjarji po vsem svetu soočajo s podobnimi izzivi in da jasno izražajo interes po učenju iz izkušenj svojih kolegov. Sproščena atmosfera na konferenci je pokazala, da Odbor za orodjarstvo in podjetja iščejo nove rešitve in se učijo drug od drugega. Zame to ni bilo nič novega. Iz lastnih izkušenj v projektih EU imam zelo dobro mnenje o slovenskih partnerjih in o njihovi predanosti pri iskanju novih poti ter pri doseganju poslovnih rezultatov industrijskih podjetij. Po mojem mnenju je bila konferenca zelo dobro organizirana in je imela odlično sestavo tem in udeležencev. Bila je odličen forum za izmenjavo idej in dobra priložnost za vzpostavljanje odnosov med ljudmi, ki se v svojih podjetjih srečujejo z enakimi izzivi. Verjamem, da to razume tudi večina udeležencev in da je dobro izkoristila konferenco. ISTMA podpira in bo tudi vnaprej podpirala in promovirala take iniciative, ki so eden osnovnih mehanizmov za doseganje glavnih strateških ciljev ISTME. Ob tej priložnosti bi rad čestital organizatorjem, našim kolegom in slovenskemu odboru za izvedbo konference. Rad bi se zahvalil za povabilo in priložnost za predstavitev naših pogledov – ne samo o vlogi ISTME v našem industrijskem sektorju, temveč tudi o mnogih izzivih, nevarnostih in priložnostih za naša podjetja in druge interesne skupine.

**Gospod Joaquim Menezes, zahvaljujemo se vam za čas, ki ste nam ga namenili za ta intervju.** ■

# Stroji in programska oprema

## za fleksibilno obdelavo pločevine



Trumf multibend  
upogibanje zunanjih in notranjih  
kontur do višine 25 mm



Valjčna tehnologija  
izredno hitra pri rezanju, ojačitvah in  
oblikovanju robov

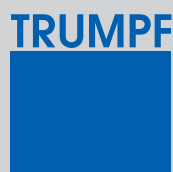
## Trumatic 3000R

- izredno hitri in natančni prebijalni stroji
- hitra menjava orodij in enostavna priprava stroja za delo
- automatski izmet in sortiranje komadov
- možnost popolne automatizacije delovanja stroja
- MULTIBEND - možnost preoblikovanja do višine 25 mm
- MULTITOOL - do 10 orodij v enem orodju (menjava 0,6 sekunde)
- MULTISHEAR - odrezovanje pločevine na principu "škarje"
- VALJČNA TEHNOLOGIJA po patentu Wilson



Tehnika prihodnosti

E-mail: [mastroj@triera.net](mailto:mastroj@triera.net)  
Internet: [www.trumpf.com](http://www.trumpf.com)



Zastopstvo in servis v Sloveniji:  
MASTROJ d.o.o., Koroška 115a, SI-2000 MARIBOR  
Tel.: 02 - 25 23 103, faks: 02 - 25 23 113,  
GSM: 041-625 227, 031-625 227,

# Mit postane resničnost – stružnica TORNOS DECO 8sp

Sredi leta 2004 se je oddelek za enovretenske avtomate (OEA) odločil za spremembo velikega projekta CNC-stružnice za izjemno natančno obdelavo majhnih delov z natančnostjo do enega mikrona.

Tržne raziskave – ki so v glavnem potekale v Aziji, kjer si podjetje TORNOS poskuša pridobiti določen tržni delež – so pokazale, da obstaja pri proizvajalcih stružnih kosov za različno uporabo potreba po tovrstnih strojih. Proizvajalci pričakujejo od izdelovalcev stružnic nove tehnološke rešitve za izdelavo tehnološko zahtevnih delov in delov, ki jih je zaradi majhnih mer in izjemne natančnosti vedno težje proizvesti.

Nekaj mesecev pozneje, aprila 2005, v Motuieru in nato maja v Aziji je sledila javna predstavitev stroja, ki izpolnjuje te zahteve in omogoča tovrstno proizvodnjo. Zaradi zasnove, tehnologije, majhnih mer in možnosti končne izdelave delov brez dodelave je bil stroj uporabnikom takoj všeč. Za to, da je podjetju TORNOS z novim strojem ponovno uspelo vzbuditi zanimanje, se gre zahvaliti dejstvu, da je bil izdelek razvit glede na dejanske tržne potrebe in s soudeležbo proizvajalcev delov.

Serge Villard, direktor proizvodnje, se spominja: »Predstavitve svojega izdelka smo nestrpno pričakovali, saj je bil razvoj opravljen po jasno in natančno opredeljenem seznamu obveznosti in je temeljil na upoštevanju vredni anketi. Prve povratne informacije s trga so bile zelo spodbudne. Ponosni smo bili, da smo lahko stružnico, o kateri smo govorili že mesece, predstavili, še posebno njeno sposobnost obvladovanja strogih in običajno samo z brušenjem uresničljivih zahtev po natančnosti.

Nato je OEA oddelkoma za raziskave in razvoj zadal dve pomembni nalogi. Prvič, osvojiti je bilo treba *know-how*, potreben za preverjanje stroja v okviru vsestranskih testov s skrbno izbranimi deli. Drugič, pri-skrbeti je bilo treba tehnologijo, potrebno za merjenje in preverjanje natančnosti merjenja do deset mikronov.

Po drugi strani so se naši inženirji morali nemudoma spoprijeti z ergonomskim vidikom stroja. Z razvojem modularnih in za potrebe uporabnikov prilagojenih nosilcev orodja smo dosegli večjo fleksibilnost; z drugimi besedami, zaradi boljše dostopnosti in lažje nastavljalivosti orodij zahteva stroj manj časa za obdelavo.

Da bi bil stroj zanimiv za proizvajalce delov, ki najbolj prisegajo na fleksibilnost, smo ga nato dopolnili še z drugimi odlikami. Na EMO v Hannoveru smo predstavili stroj z dodatnimi izboljšavami. Ob tej priložnosti so si lahko naše stranke ogledale tudi ilustrirane dokumente, ki so dokazovali, da lahko stroj izdeluje dele, ki zahtevajo visoko kakovost, in to v delovnih razmerah, ki so tako rekoč enake v proizvodnih delavnicah naših strank.«

Serge Villard, direktor proizvodnje, je povedal, da ekipi, ki je delovala pri tem projektu, ni bilo žal truda, potrebnega za doseg zastavljenega cilja.

**Za podrobnosti je DECO-Magazin opravil z Villardom intervju.**

*Povedali ste, da ste ergonomičnost stroja močno izboljšali. Nam lahko poveste o tem kaj več?*

Naše stranke so upravičeno zahtevne. Nekatere od njih so nam sporočile, da je bila dostopnost nekaterih orodij šibka točka naše prve izvedbe in tako tudi ovira za zelo natančno nastavitve. To šibkost smo morali odpraviti. To smo storili tako, da smo spremenili sistem orodij X1/Y1, še posebno pa nosilec aksialnih orodij. Stroj omogoča uporabniku boljšo dostopnost do teh orodij. Pri tem nismo omahovali, ali bi spremenili podnožje stroja z namenom olajšati dostopnost do orodij in odstranjevanje ostružkov v obdelovalnem prostoru. Ob tej priložnosti smo v skladu s standardi na zadnjem delu orodij vgradili prislone, da bi tako olajšali njihovo nastavitve in s tem skrajšali čas mirovanja stroja.

*Omenili ste modularni nosilec orodja. Opišite nam še to, prosim.*

Serijski stroji, ki bodo naše delavnice zapustili januarja 2006, so opremljeni z linearnim sistemom orodij iz več modulov. Glede na dejanske potrebe obdelave lahko kupec te po izbiri tudi dokupi. Zaradi prilagodljivosti je mogoče stroj natančno nastaviti na del, ki ga želimo izdelati. To pa je nekaj, kar mnogo naših strank ceni. Jasno je, da bodo na razpolago vse osnovne funkcije, potrebne za ta tip stružnice. Poleg zelo natančnega vzdolžnega struženja so mogoči tudi aksialno in radialno

vrtanje, vrezovanje navojev in rezkanje. Oba sistema orodij, ki sestavljata stroj, lahko opremite z 20 orodji. Kar zadeva nastavitve orodij, smo izbrali običajno metodo nastavitve na stroju in ne nastavitve zunaj stroja kot pri stružnicah [a-serije]. Hoteli smo povečati razpoložljiv delovni prostor pri istočasni uporabi orodij s prerezom noža 12 x 12 za največjo togost pri grobi obdelavi. Pri tem je lahko natančnost delov zagotovljena samo z zelo natančno nastavitvijo orodij, kar pa je mogoče le z običajno metodo nastavitve na stroju. Naši inženirji si prizadevajo najti in izdelati rešitve, ki bi olajšale zelo natančne nastavitve, posebno pri aksialnih orodjih.

*Prilagodljivost stroja je torej približno taka kot pri [a-seriji]?*

Kar zadeva stopnjo izdelave delov, so stroji DECO bolidi formule 1. Zaradi uporabe dveh vreten in štirih orodnih sistemov kinematika strojev DECO [a-serije] omogoča obdelavo zelo kompleksnih delov s številnimi, hkrati potekajočimi postopki obdelave. Stružnica DECO 8sp ne spada v to kategorijo. Ima glavno vreteno in protivreteno ter dva sistema orodij, ki s petimi linearnimi osmi in 20 orodji kljub temu dovoljujejo izdelavo srednje zahtevnih delov z možnostjo hkratne obdelave na sprednji in zadnji strani obdelovanca. Zato je bolj prilagodljiva kot njene konkurentke. Prednost tega stroja je tudi veliko število orodij, ki so porazdeljena na dveh neodvisnih sistemih.

*Dovolite, da se vrnemo na mitično natančnost, ki jo napovedujete.*

Z veseljem. S stružnico DECO 8sp izpolnjujemo vse obljube, zdaj pa lahko pokažemo tudi dokaze. Na ducate testov je bilo potrebnih za trditve, da stroj pri vzdolžnem struženju doseže to omembe vredno natančnost do enega mikrona. Naše stranke dobro vedo, da podjetje TORNOS nima navade lahkomišelnosti naznanjati rezultatov. Nasprotno. Danes lahko sporočimo svojim strankam, da ima stroj pri obdelavi trdih materialov dokazano natančnost  $\pm 1 \mu$  na premeru oziroma manj od  $1 \mu$  na okroglosti.

*Toda to seveda v eksperimentalnih razmerah.*

Če bi bilo tako, o tem ne bi izgubljali besed in vi tega članka ne bi mogli napisati. Dovolite mi, da vas seznanim z okoliščinami našega nedavno opravljenega poskusa in z doseženimi rezultati. Obdelovanec, os iz nerjavnega jekla L 303, se uporablja pri mehanizmih trdega diska (*hard disk*), pri čemer je treba navesti naslednje podatke o merah: zunanji premer obdelovanca 3 mm, natančni pre-

mer 1,5 mm in celotna dolžina 4,2 mm. Veljale so naslednje okoliščine reza: število vrtljajev vretena 8.000 min<sup>-1</sup>, podajanje 0,01 mm na obrat, globina reza 0,2 mm. Temperatura v delavnici se je med poskusom gibala med 21 in 25 °C. Cilj poskusa je bilo izdelati tisoč kosov, pri taktu 1,8 kosov na minuto ustreza času izdelave, ki znaša več kot devet ur. Odstopanje od dela s premerom 1,5 mm je bilo ±1 μ.

## Potek preizkusa

- Stroj smo predhodno nastavili, nato pa začeli izdelovati dele pri hladnem stroju. Vsa orodja smo posamezno odstranjevali, da smo med segrevanjem analizirali odstopanja od mere.
- Kot prvo omembe vredno dejstvo smo ugotovili, da je stroj za doseg delovne temperature in s tem stabilizirane obdelave potreboval približno 35 minut. Med to stopnjo je stroj dosegel samo 2 μ odstopanja. Na tej stopnji izdelave smo uigrali več dogodkov, kot npr. menjavo palice in ustavitve stroja, in sicer enkrat 30 minut in enkrat 15 minut z odprtim zaščitnim pokrovom stroja za simulacijo posega v delovno področje, pri čemer moram poudariti, da medtem nismo opravljali korekcije orodja.
- Kot drugo omembe vredno dejstvo smo ugotovili, da je odstopanje po več kot 9 urah dela na stroju, upošteva ustavitve stroja, od mere stroja znašalo 1,4 μ.

Ti rezultati dokazujejo, da strožnica DECO 8sp zagotavlja zelo veliko temperaturno stabilnost in izjemno veliko natančnost obdelave v industrijskih razmerah izdelave.

*Kako pa je z dopustnimi napakami pri obliki? Menda so te še boljše kot premeri.*

Izdelan del predpostavlja zelo ozke, to pomeni dopustne napake pri obliki, kot so ravnost, pravokotnost, vzporednost v velikosti nekaj mikrometrov, pri okroglosti pa celo v izmeri 1 μ. Seveda smo preverili, ali so te geometrijske dopustne napake med preizkusom tudi ohranjene, kar je bil tudi namen, pri čemer se ohrani dopustna napaka pri okroglosti v izmeri 1 μ s suverenim manevrskim prostorom. Pri tem naj posebej opozorim, da samo strožnica, ki deluje brez vodilne puše, zmore pri neprekinjeni proizvodnji zagotoviti dopustne napake natančnosti in predvsem geometrijske dopustne napake v izmeri 1 μ.

*Dovolite najbrž naivno vprašanje: kako so bili ti deli izdelani pred obstojem strožnice DECO 8sp?*

Kar zadeva sestavne dele za trdi disk – panoga, ki smo jo pred razvojem tega stroja temeljito raziskali –, je večina teh delov izdelana z več zaporednimi postopki obdelave. Značilna je zunanje obdelana os trdega diska, ki se predstruži na CNC-strožnici, potem pa obdela na končno mero z brušenjem. Pogosto so deli, kot so puše, najprej notranje predstruženi, nato pa postopoma notranje struženi in zunanje brušeni na končno mero. Včasih se na strojih za dodelavo opravijo tudi postopki kot rezkanje utorov ali vrezovanje navojev, pri čemer si ni

težko misliti, da so te dodelave kočljivi postopki, ki so izvor napak in lahko proizvajalca drago stanejo. Ti, kot je bilo omenjeno že na začetku, iščejo proizvodna sredstva, ki omogočajo poenostavitve postopkov obdelave in večje donose. Opuščanje korakov za dodelavo ni samo cilj proizvajalcev sestavnih delov trdega diska, temveč se s tem vsak dan srečuje tudi mnogo proizvajalcev in dobaviteljev struženih kosov na avtomat. Ti bodo takoj spoznali prednosti in pridobitve nove rešitve, ki jo ponuja strožnica DECO 8sp.

*Kaj se bo še zgodilo? Domnevam, da je celotna projektna ekipa še vedno zelo dejavna, saj boste, kakor ste že oznanili, prve serijske stroje začeli dobavljati šele januarja 2006.*

Stroj je od prve predstavitve aprila leta 2005 naprej vzbudil veliko zanimanja, tako da smo že maja prejeli prvo naročilo. Veliko naših stalnih strank je počakalo na predstavitev na EMO, tako da so si lahko o stroju ustvarile konkretno predstavo. Po EMO sem tudi sam opazil povečano zanimanje za stroj in povpraševanje po ponudbi. Trenutno je naročenih 25 strojev, ki jih bomo dobavili v prvi četrtini leta 2006 (opomba urednika: intervju je bil opravljen konec septembra 2005). Izdelek še naprej oglašujemo v Evropi in Aziji pri

THAI METALEX v Bangkoku. Predstavitev stroja je predvidena tudi v ZDA. Naj povem še to, da nas tržišče vsak dan spodbuja k nadaljevanju naših prizadevanj. Projektna skupina se zaveda tržnega zanimanja za novo strožnico, zato navdušeno uresničuje, kar smo si pred manj kot enim letom komaj upali predstavljati.

**Gospod Villard, zahvaljujemo se vam za pogovor in vam želimo veliko uspeha z vašimi novimi izdelki.**

Če želite o strožnici DECO 8sp izvedeti še več podrobnosti, ne odlašajte in navežite stik s pristojnim prodajalcem podjetja TORNOS.

### TORNOS S.A.

Rue Industrielle 111, 2740 Moutier  
tel.: +41 (0)32 494 44 34  
telefaks: +41 (0)32 494 49 03  
www.tornos.ch

V Sloveniji je zastopnik:

### TEXIMP, d. o. o.

Letališka 27, 1000 Ljubljana  
tel.: 01 524 03 57  
telefaks: 01 524 92 55  
www.teximp.com

### Osnovni tehnični podatki:

· Kapaciteta glavnega in nasprotnega vretena:	ø8/10 mm
· Maks. dolžina struženja:	17,5 mm
· Št. obratov gl. in nasp. vretena:	100-15.000 min <sup>-1</sup>
· Moč motorja gl. in nasp. vretena:	2,2/3,7 kW
· Skupno št. orodij:	19
· Maks. št. obratov vrtečih orodij:	5.000-80.000 min <sup>-1</sup>
· Hitri hodi X,Z/Y:	20/40 m/min
· Dimenzije stroja:	1442x854x1667 mm
· Teža stroja:	1500 kg



# Teximp SEMINAR

## Vabilo

Ekskluzivno vam predstavljamo  
**NOVO TORNOS S-LINIJO**  
v našem TTC Ljubljana  
**od 16.03.2006 – 17.03.2006**  
z začetkom vedno ob 9. uri.



Deco 8 sp s podajalcem palic

Deco 20s

# Teximp<sup>®</sup>

360° CNC Solutions

### Teximp SA

Seestrasse 25, CH-8702 Zollikon  
T. 0041 1 914 40 00, F. 0041 1 914 40 04  
schweiz@teximp.com

### Teximp d.o.o.

Letališka 27, SI-1000 Ljubljana  
T. 00386 1 524 03 57, F. 00386 1 524 92 55  
sasa.sladic@teximp.com



### SEDEMKRATNA PREDNOST Deco 8sp:

- VISOKA NATANČNOST** ± 1 μ ! Izdelujete lahko najnatančnejše dele na trgu.
- TOGOST** Obdelujete lahko vse vrste materiala!
- HITROST** Zamudili ne boste nobene priložnosti za dobiček!
- MOČAN** Stroj vam omogoča delo brez dodatnega načrtovanja in razmisleka, njegova moč vam sledi!
- UČINKOVITOST** Odlično lahko izkoristite celotno zmogljivost stružnega automata, na katero se lahko zanesete!
- KOMPAKTNO** Na najmanjšem prostoru lahko proizvajate brez potrebe po dodatnih površinah.
- PRIJAZNO DO UPORABNIKA** Priključite in proizvajate!

### Deco 20s – na PREPROSTOST IN ZMOGLJIVOST prilagojena kinematika:

- VSESTRANSKOST** Vsa držala orodij in dodatno opremo lahko uporabite na obeh orodnih sistemih. 22 položajev za orodje.
- PREPROSTOST** Programiranje po izbiri s TB-DECO ali ISO. Zelo preprosto ISO-programiranje zaradi neodvisnega dvokanalnega koncepta. Optimalna ergonomičnost za udobno zamenjavo in nastavitve orodij.
- TOGOST** Zelo toga, FEM (Finite Element Method-metoda končnih elementov) preverjena konstrukcija. Motorna vretena z veliko dimenzijo.
- ZMOGLJIVOST** Omogoča stalno istočasno uporabo dveh orodij.



## TEXIMP International

Zürich, Prag, Brno, Belusa, Ljubljana, Zagreb, Belgrad, Bukarest, Sofia



# Dva stružna avtomata v enem: TORNOS DECO 20s

Z razširitvijo ponudbe na področju enovretenskih dolgostružnih avtomatov je podjetje TORNOS odgovorilo na pričakovanja trga v zvezi s stroji srednjega razreda. Pri tem podjetje predstavlja DECO 20s, stružni avtomat z nenavadnim protivretenom.

TORNOS ima v svoji ponudbi zanimivo izbiro enovretenskih stružnih avtomatov kot na primer DECO 10a in DECO 20a. S temi stružnimi avtomati proizvajalec obdelovalnih strojev kar najbolje pokriva povpraševanje po strojih za izdelavo zahtevnih delov. Manjkal je le še stružni avtomat za izdelavo sorazmerno preprostih do srednje zahtevnih stružnih delov. Zato je podjetje TORNOS dopolnilo svoj program in stružnici DECO 8sp, ki je bila na trg vpeljana poleti 2005, se je pridružil DECO 20s.

## Preprosto, a popolno

Ciljna tržišča novega stružnega avtomata DECO 20s s premikajočim se delovnim vretenom so industrijska področja, kot je avtomobilska tehnika, elektrotehnika in elektronika, področje hidravlike in druga področja. Omenjena industrijska področja pogosto potrebujejo srednje zahtevne stružene dele v pretežno majhnih serijah ali predserijah. Nekateri deli imajo zaradi svoje vloge nenavadno dolžino, čeprav je njihov premer zelo majhen; za izdelavo teh delov je treba uporabiti ustrezen stružni avtomat.

Na teh industrijskih področjih se pogosto zahteva, da so dopustne napake manjše od stotinke milimetra. Pri tem je bistvena zahteva po ohranjanju zahtevanih toleranc prek celotnega časa proizvodnje posameznega kosa. Jasno je, da izraza preprost kos ne moremo enačiti z izrazom nenatančen kos. Seveda je kljub tem zahtevam v ospredju stroškovni vidik stružnega dela.

DECO 20s je jasen odgovor na vse te kriterije. Da bi stružni avtomat izpolnjeval tudi posamezne zahteve različnih industrijskih področij, so jo inženirji podjetja TORNOS opremili s posebno prilagojeno opremo. Nominalni premer znaša 20 mm pri standardni dolžini dela, ki je 220 mm, mogoče pa so tudi izredne dolžine (do 500 mm).

## Tog in natančen

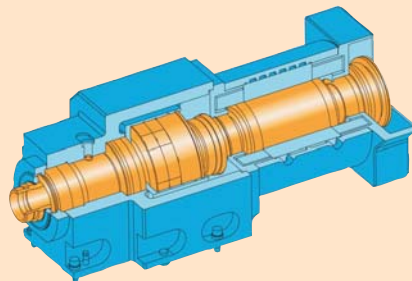
Ohišje stroja iz litine omogoča stroju DECO 20s v skladu z naravo visoko stopnjo stabilnosti in togosti. Kroglična vretena in robustno dimenzionirana vodila omogočajo hitre pomike, ne da bi pri tem trpela natančnost. Inovativen sistem za

dušenje tresljev je nadaljnje zagotovilo za visoko kakovost novega stružnega avtomata

## Protivreteno – samostojni stružni avtomat

Izstopajoči element novega stružnega avtomata je protivreteno, s katerim je opremljen DECO 20s. Pri večini enovretenskih stružnih avtomatov je protivreteno predvideno za drugorazredne delovne postopke, zato razpolaga z omejenim področjem uporabe, stružnica DECO 20s pa ima protivreteno, ki je popolnoma enakovredno glavnemu vretenu. Tako je mogoče vse korake obdelave po potrebi opraviti bodisi z glavnim vretenom bodisi protivretenom, in sicer brez katerih koli izgub v zvezi z učinkovitostjo in kakovostjo.

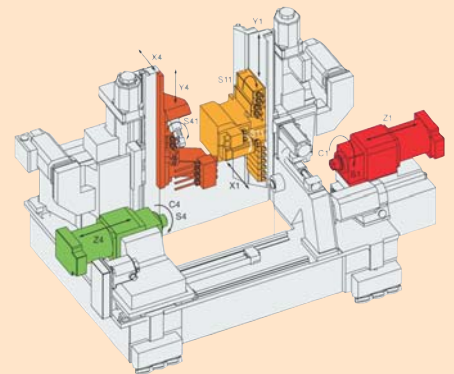
Obe vreteni sta kot motorni vreteni tipa Split Spindle pritrjeni z motorjem z votlo gredjo na zadnjem koncu vretena. Ta konstrukcija omogoča optimalno kinematiko in uležajenje vretena. Pri tem se močno zmanjšajo termični in dinamični vplivi.



Vreteni imata široko paleto možnosti orodij, ki so med njima v celoti zamenljiva. Stabilnost in togost protivretena sta enakovredni stabilnosti in togosti glavnega vretena. Gre za dva neodvisna stružna avtomata, vgrajena v eno ohišje stroja.

DECO 20s je edini stružni avtomat na trgu, pri katerem imata obe vreteni popolnoma neodvisno kinematiko. To pomeni, da glavno vreteno in protivreteno delujeta neodvisno drugo od drugega. Obenem sta vreteni mehansko in električno popolnoma enaki. Tako je stroj DECO 20s edini v svojem razredu, ki ima protivreteno z enakimi zmogljivostmi kot glavno vreteno. Edina potrebna sinhronizacija vreten je nujna pri odrezu stružnega dela iz palice. Ta sinhronizacija je z ustreznimi parametri v krmilniku opravljena že v tovarni.

Ena bistvenih prednosti te izvedbe stroja je v tem, da lahko uporabnik stroja korake obdelave bolje porzdeli na obe vreteni in tako pomembno vpliva na krajši čas obdelave.



## Preprosto programiranje

Kot pri drugih stružnih avtomatih podjetja TORNOS je tudi stružnica DECO 20s opremljena s krmilnikom Fanuc. To je najnovejši izdelek japonskega proizvajalca, 31 in je predviden za ISO-programiranje. Za ta izdelek se je podjetje TORNOS odločilo zato, ker je upravljanje stružnega avtomata na ta način zelo preprosto in enostavno, zaradi česar je krmilnik zelo preprost za ISO-programiranje stružnih delov. Ta izbira je tudi odgovor podjetja TORNOS na smernice svetovnega tržišča, da lahko stružni avtomat upravlja manj izkušeno osebje. Tako lahko ob morebitni motnji ukrepa tudi uporabnik, saj za vsako motnjo ni treba klicati na pomoč programerja.

Nov stroj DECO 20s je preprost stružni avtomat, ki ima dva v celoti neodvisna obdelovalna sistema, pri katerih je tveganje za trčenje tako rekoč izključeno. Zato je postalo tudi programiranje preprosto; za programiranje stružnih delov ni potreben poseben program. Morebitne korekcije ISO-vrednosti se opravijo s tovarniško nameščenimi offseti.

Kot opcijo ponuja podjetje TORNOS tudi na tem stružnem avtomatu sistem programiranja TB-DECO. Tako lahko uporabnik, ki že dela s tem programom, še vnaprej programira v običajnem okolju.

## Ločena sistema orodij

DECO 20s ima dva sistema orodij s po tremi v celoti medsebojno neodvisnimi osmi. S tem je stružni avtomat večstranski in fleksibilen, saj je stroj zasnovan v zrcalni konfiguraciji. Togost podnožja stroja obsega ohišje tako glavnega vretena kot protivretena, s čimer je za obe vreteni zagotovljena absolutno enakovredna kakovost.

Novi stružni avtomat je opremljen z dvema motornima vretenoma, ki se temperirata s standard-

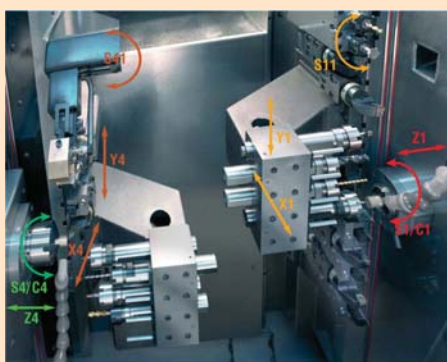
nim hladilnim sredstvom stroja. Tako je stružni avtomat termično stabilen. Ker je kinematika zrcalna, obdelovalna sistema ne potrebuje sinhronizacije, razen pri odrezu. To sinhronizacijo prevzamejo makroji, ki so ga v krmilnik vstavili v tovarni.

Sistem orodja glavnega vretena lahko sprejme 14 orodij, protivretena pa osem orodij, tako da ima upravljavec na razpolago 22 orodij. Inženirji podjetja TORNOS so nosilce orodij za oba obdelovalna sistema oblikovali povsem enako, s čimer je zagotovljena absolutna zamenljivost in s tem nadaljnja visoka stopnja prilagodljivosti. Tako sta nastavitve orodij in zagon stroja postala bistveno preprostejša. Uporabnik lahko uporabi vrteča se orodja na glavnem ali nasprotnem vretenu.

Na stroju DECO 20s je z orodji dveh sistemov mogoče opraviti do petnajst različnih operacij obdelovanja, najsi je to notranje ali zunanje struženje, aksialno vrtnanje, vrtnanje iz sredine, aksialno in transverzalno rezkanje, nemara celo »virblanje« navojev. Skratka, z obema vretenoma lahko opravite vse klasične obdelave na celosten način.

Čprav je mogoče na obeh vretenih uporabiti različno število orodij, lahko enake načine obdelave z enako uspešnostjo izvajamo na glavnem vretenu ali protivretenu. Tako ni omejitev glede tipov obdelave, kar upravljavcu omogoča, da po potrebi obdelavo razdeli na obe vreteni, s čimer bo bistveno prihranil čas.

Stroj DECO 20s s tem zagotavlja dokončno obdelavo stružnih delov in se prilagaja trgu, za katerega je značilna težnja po odpovedovanju dodelav.



## Zagotovljen prost dostop

V tem projektu so imeli inženirji dve primarni nalogi, in sicer »preprost« in »prost dostop«. Rezultat druge naloge je izjemno dobro izdelan dostop do obdelovalnega prostora, ki je dovolj velik in s tem tudi morebitni ostružki na idealen način padajo z območja obdelave.

Stružni avtomat je za 30° nagnjen naprej, s čimer je uporabniku olajšan dostop do orodij. Poleg tega sta bila oba orodna sistema zasnovana za hitro menjavo orodij. To prav tako velja za gnana orodja, ki so opremljena s sistemom za hitro menjavo.

Uporabnik stroja lahko orodja prednastavi zunaj stružnega avtomata. Tako so zastojni časi zmanjšani na najmanjšo možno mero, dolgotrajno pa se izboljšata storilnost in natančnost.

Stroj DECO 20s je bil zasnovan za veliko prostornino ostružkov. Zato je razumljivo, da so inženirji posebno pozornost namenili odstranjevanju ostružkov, in tako zagotovili, da le-to poteka popolnoma varno.

## Posebne rešitve

S strojem DECO 20s je podjetje TORNOS ustvarilo učinkovit stroj, s katerim lahko iz paličastega materiala izdelamo stružne dele v celoti. Kljub obsežni opremi se lahko zgodi, da stranke želijo dodatno opremo. Pri tem so pogosto v ospredju posebne rešitve, kot so posebno dovajanje materiala ali dodajanje in odstranjevanje kosovnega materiala. Stranke pogosto zahtevajo nakladalne naprave za sorazmerno kratek material ali odkovke (chuckers). Razvojna skupina podjetja TORNOS išče v sodelovanju s strankami ustrezne rešitve, kot je integracija robota ali drugih uporabnih sistemov. Raziskovalna skupina opravi v teh primerih predhodno študijo, da bi ugotovila izvedljivost predlaganih rešitev. Podjetje TORNOS sodeluje

tudi z zunanjimi dobavitelji, ki so specializirani za posamezno stroko in so že dalj časa partnerji podjetja TORNOS. Zaradi tega postopka je kupec predhodno že obveščen o pogojih svojega povpraševanja in se s tem izogne tveganju vlaganja v projekte, ki ne bi prinesli želenega rezultata.

Strokovnjaki podjetja TORNOS menijo, da danes na tržišču še ni zahtev po popolnoma integriranih obdelovalnih sistemih, zato pri enovretenskih stružnih avtomatih še ne predstavljajo standardov. Vsekakor so taka povpraševanja že mogoča in kažejo na prihodnje smernice tega proizvodnega področja. Podjetje TORNOS take naloge že rešuje – tudi za DECO 20s.

### TORNOS S.A.

Rue Industrielle 111  
2740 Moutier  
tel.: +41 (0)32 494 44 34  
telefaks: +41 (0)32 494 49 03  
spletna stran: www.tornos.ch

### TEXIMP d.o.o.

Letališka 27  
1000 Ljubljana  
tel.: 01 524 03 57  
telefaks: 01 524 92 55  
spletna stran: www.teximp.com

## Osnovni tehnični podatki:

· Kapaciteta glavnega in nasprotnega vretena:	ø20/25,4 mm
· dolžina struženja v enem vpetju-pomik vretenjaka:	230 mm
· Št. obratov gl. in nasp. vretena:	100-10.000 min <sup>-1</sup>
· Moč motorja gl. in nasp. vretena:	3,7/5,5 kW
· Vpenjalne puše:	F20, F25, F30
· Vodilna puša:	fikсна, vrteča, Habegger
· Skupno št. orodij:	22
· Maks. št. obratov vrtečih orodij:	10.000 min <sup>-1</sup>
· Hitri hodi:	30 m/min



# Uresničite ideje



avtor modelov je Gostol-Gopan d.o.o., narejeno z Autodesk Inventor Series 10

## AUTODESK INVENTOR® SERIES

kompletna rešitev za 3D in 2D konstruiranje  
več na [www.basic.si](http://www.basic.si)



CAD | CAM

Paket vsebuje:

- Autodesk Inventor
- Autocad
- Genius 2D
- tehnično podporo
- namestitev programske opreme
- 3 dni šolanja

01 5830 100  
[basic@basic.si](mailto:basic@basic.si)

BASIC d.o.o.  
Cesta Andreja Bitenca 68  
1000 Ljubljana

# Delovanje Združenja kovinske industrije v preteklem letu 2005

**Marko Mirnik,**

sekretar Združenja kovinske industrije  
pri Gospodarski zbornici Slovenije

V Združenju kovinske industrije pri GZS so združeni proizvajalci kovinskih izdelkov, proizvajalci strojev in opreme, proizvajalci motornih vozil in prikolic ter proizvajalci drugih vozil in plovil. Dejavnosti združenja so v letu 2005 potekale v skladu s programom dela, ki ga je sprejel upravni odbor združenja. Osnovne dejavnosti so potekale na naslednjih področjih:

- delovanje v mednarodnem okolju,
- zastopanje interesov,
- tehnološki razvoj in konkurenčnost,
- izobraževanje,
- socialni dialog,
- informiranje in obveščanje članstva

V programu za leto 2005 so bile sprejete tudi prednostne naloge, ki so bile povezane s pglavlnimi dejavnostmi, kot so **konkurenčnost panoge in konkurenčnost okolja, nova kolektivna pogodba dejavnosti in delovanje v mednarodnem okolju pri zastopanju interesov in spremljanju sektorske zakonodaje.**

V okviru področja **konkurenčnosti panoge in konkurenčnosti okolja** so v letu 2005 potekale številne dejavnosti združenja. Tako se je združenje s svojimi mnenji in pogledi na razvoj panoge in njeno konkurenčnost vključevalo v Razvojno strategijo Slovenije in v oblikovanje nacionalnih razvojno-raziskovalnih programov. V okviru reform, ki jih je predstavila Vlada RS, smo posredovali svoja stališča in poglede na ukrepe reform.

Združenje je bilo eden od pobudnikov projekta zagona in oblikovanja tehnoloških platform v Sloveniji. Na podlagi mednarodnih stikov in povezav smo izvedli predstavitev tehnoloških platform. Organizirana so bila številna srečanja med podjetji, kjer smo predstavili osnovne koncepte in politike evropskega orodja tehnoloških platform, njihov namen ter vlogo pri usmerjanju programov in razvojnih spodbud na ravni celotne Evrope. Konkretno je združenje najdejavneje delovalo pri oblikovanju nacionalne tehnološke platforme izdelovalnih tehnologij prihodnosti, ki je bila konec leta 2005 na ustanovnem zboru udeležencev tudi uradno predstavljena kot tehnološka platforma ManuFuture-SI. Tudi na osnovi dela združenja v mednarodnem okolju se je platforma že povezala v evropsko tehnološko platformo ManuFuture.

S ciljem povečanja konkurenčnosti slovenske kovinske industrije smo pri združenju v letu 2005 začeli projekt analize tržnih potencialov v kovinski industriji. Namen projekta je obdelati tržne potenciale in načine trženja v kovinski industriji, predvsem seveda tudi v primerjavi z našo konkurenco v sosednjih državah (Avstrija, Italija). Na podlagi ključka projekta, ki bo predvidoma v prvem četrtletju leta 2006, bomo analizirali, kje in zakaj naša kovinska industrija na področju trženja izgublja v primerjavi s konkurenco. Namen projekta je tudi razširiti dobre prakse naših podjetij med podjetja v panogi in tako dvigniti konkurenčen položaj podjetij in panoge.

Da bi povečali konkurenčnost, je združenje v oktobru organiziralo in izvedlo strokovni posvet Orodjarstvo. Glavna tema posveta je bila odličnost v orodjarnah in s tem povezana prihodnost predelovalne industrije, kjer je orodjarstvo člen v produkcijski in izdelovalni verigi. Izvedena je bila tudi letna skupščina evropskega združenja CETOP, katerega član je tudi Odbor fluidne tehnike, kjer proizvajalci fluidne tehnike združujejo svoje ožje interese. Kot soorganizatorji smo bili s sodelovanjem pri vsebinskih področjih prisotni tudi na drugih seminarjih, konferencah in dogodkih (npr. Avtomatizacija montaže, konferenca ManVis, Forma-tool idr.).

Tako kot vsako leto smo izdelali letno oceno gospodarjenja panoge z benchmarkingom nosilnih dejavnosti po kriterijih ekonomske produktivnosti kot sta dodana vrednost in realizacija na zaposlenega, ter po kriteriju stroškovne učinkovitosti razmerja stroška dela v dodani vrednosti.

Velik del dejavnosti združenja je bil v letu 2005 usmerjen v pogajanja za **ново kolektivno pogodbo dejavnosti**. Proces pogajanj je bil dolgotrajen, sama pogajanja pa velikokrat zelo naporna, saj so bili interesi delodajalcev in sindikatov največkrat diametralno različni.

Sledijo osnovni cilji, ki smo jih delodajalci želeli doseči z novo kolektivno pogodbo:

- obvladovanje stroškov dela za delodajalce (plače, dodatki, dopusti, plačane odsotnosti),
- fleksibilnost, ki mora podpreti večjo gibljivost osebja znotraj podjetja,
- osnove za večjo fleksibilnost delovnega časa,

- omogočanje večje avtonomije urejanja različnih vprašanj v podjetjih.

Ker je pogodba kompromis, za nobeno pogajalsko stran seveda ne more biti idealna. Z vidika delodajalcev pomeni nekatere pozitivne spremembe, ki jih bo treba udejanjiti na ravni vsakega podjetja.

Pogodba je bila podpisana novembra 2005. Pri tem je prišlo tudi do delitve pogodb med posameznimi panogami. V preteklosti je veljala skupna kolektivna pogodba za dejavnost kovinskih materialov, livarne ter kovinske in elektroindustrije. Zaradi posebnosti v posameznih dejavnostih, ki vplivajo na posamezne elemente pogodbe, smo se delodajalci odločili, da je smiselno, da so pogodbe v prihodnje ločene.

Zelo pomembno področje delovanja združenja, ki postaja vse dejavnejše, je **mednarodno sodelovanje**. Združenje je polnopravni član evropske povezave panožnih združenj Orgalime, ki deluje v Bruslju. Je največji lobist tehnične industrije v Evropi in v stalnem delu z Evropsko komisijo lobira v interesu industrije. Tako smo neposredno povezani v dogajanja **pri evropski tehnični zakonodaji in regulativah** in, kar je najpomembnejše, v fazi, ko določena direktiva ali predpis šele nastaja. To je z vidika industrije zelo pomembno, ker je združenje tako pri viru informacij, prek članov pa s svojimi pogledi in predlogi tudi štiti in **zastopa interese članov**.

Na področju kovinske industrije je bilo v letu 2005 največ dejavnosti povezanih z revizijo **Direktive o varnosti strojev (MD)**, ki je bila na podlagi dejavnosti Orgalime temeljito dopolnjena glede na prvotni predlog revizije, ki je bil na posredovanje in lobiranje vseh članic Orgalime v letih 2003 in 2004 začasno ustavljen. Pri tem je treba poudariti, da so bile dopolnitve v korist podjetjem glede na prvotne predloge predvsem z vidika preprostosti in preglednosti direktive (kar bo posledično pomenilo tudi manj stroškov v podjetjih), ki je že sama po sebi ena od kompleksnejših na področju ureditve notranjega trga v Evropi. Trenutno ima direktiva status *concl common position*, kar pomeni, da je v fazi glasovanja po prvem branju v parlamentu. Po sprejetju besedila bosta revizijo direktive MD pravno pregledala še

Evropska komisija in parlament, nato pa bo podpisana. Objavo tako pričakujemo med marcem in junijem 2006, veljati pa bo začela 42 mesecev po objavi.

Na področju **Direktive za tlačno opremo (PED)**, ki je v fazi implementacije, so še vedno odprta vprašanja o združevanju te direktive z **Direktivo o enostavni tlačni opremi (SPVD)**. Direktiva PED je zelo kompleksna, postopek poenostavitve je predviden v letu 2008. Pri združevanju direktiv s področja tlačne opreme (ki so štiri) obstaja nevarnost, da se zahteve ene razširijo tudi na druge, ki so precej preprostejše in zajemajo ožji krog proizvajalcev (npr. SPVD – avtomobilski tlačni zavorni sistemi). Tako bi morali proizvajalci le-teh izpolnjevati bistveno bolj raz-

širjene zahteve, kar pomeni seveda dodatne stroške. Zato člani Orgalime menimo, da je boljše, da se omenjeni direktivi ne združita.

Omenjeni sta bili le dve specifični področji, pri združenju pa smo seveda spremljali in obveščali člane tudi o drugi zakonodaji, ki neposredno ali posredno vpliva na proizvajalce kovinske industrije. Zelo obsežen del zajema okoljska zakonodaja, ki, četudi se nanaša predvsem na proizvajalce drugih dejavnosti (elektro, kemija ...), vedno vpliva tudi na kovinsko industrijo.

Poleg tega so posamezne sekcije in odbori, ki delujejo v okviru združenja, povezani v mednarodno okolje s članstvom v združenjih, ki delujejo na ožji sektorski ravni

(orodjarstvo – ISTMA, fluidna tehnika – CETOP, jeklene konstrukcije ECCS, proizvajalci armatur – CEIR, varnostna oprema – EUROSAFE).

Tudi v letu 2006 bodo dejavnosti Združenja kovinske industrije usmerjene na omenjena področja. Glede na predvidene spremembe v zvezi z GZS in s tem posledično tudi v zvezi z Združenjem kovinske industrije bodo nastopile spremembe pri organiziranosti in diferenciaciji dejavnosti, ki se bodo izvajale v okviru članarine. To pa je že tema za eno od prihodnjih števil revije.

Več podatkov v zvezi z dejavnostmi združenja lahko dobite na telefonu (01) 5898 309 ali elektronskem naslovu marko.mirnik@gzs.si. ■

## Inovatorja leta družbe Rotomatika sta Miloš Nagode in Beno Šubic

**Helena Tušar,**  
Hidria

Hidriina družba Rotomatika je v petek, 3. februarja, podelila priznanja in nagrade inovatorjem za leto 2005. Prireditev je potekala v novozgrajenem Razvojno tehnološkem centru Inštitutu za klimatizacijo, gretje in hlajenje v Godoviču, kjer Rotomatika kot ena ključnih družb divizije Hidria Klima z visokousposobljenimi kadri in opremo načrtuje svoj dolgoročni razvoj v industriji klimatizacije, gretja in hlajenja. Po razglasitvi inovatorjev posameznih družb bo letos prvič razglasila inovatorja leta tudi korporacija Hidria.

Ocenjevanje in nagrajevanje inovativnosti v družbi Rotomatika k podajanju inovativnih predlogov vsako leto spodbudi več sodelavk in sodelavcev. V letu 2004 so v Rotomatiki zabeležili 129 inovativnih predlogov, podanih s strani 85 inovatorok in inovatorjev, lani pa je 122 inovatorok in inovatorjev dalo že 198 inovativnih predlogov. V povprečju glede na število zaposlenih to pomeni, da je predlog za inovacijo oddal vsak peti zaposleni, v nekaterih poslovnih enotah, med katerimi izstopa poslovna enota Rotomatika fans, pa statistika pravi, da je v enoletnem obdobju oddal predlog skoraj vsak drugi zaposleni. Kot je povedal glavni direktor Rotomatike Dušan Lapajne, si je Rotomatika že pri uvedbi nagrajevanja inovativnih predlogov zastavila za cilj doseči po eno inovacijo na zaposlenega letno.

Izračunana vrednost uporabnih predlogov v letu 2005 je blizu 100 milijonov tolarjev, vendar vsi predlogi še niso uresničeni. Glavno nagrado, Tomosovo dvokolo Revival, je osvojil predlog dveh inovatorjev: Miloša Nagodeta in Bena Šubica, ki je bil v preteklem letu že izveden in je podjetju prihranil 14,5 milijona tolarjev. Predlagatelj sta razvila inovativno embalažo za transport ventilatorjev, ki na paletno enoto sprejme do štirikrat večje število ventilatorjev kot sedanjí sistem pakiranja.



Za svoje predloge so priznanja prejeli še: Franc Kuštrin, Uroš Čuk in Iztok Vončina. Tretje nagrade v vrednosti 25.000 tolarjev so prejeli Roland Kacin, Jure Laharnar in Andrej Kovačič, drugo nagrado (50.000 tolarjev) pa Uroš Erjavec in Aleš Čefarin.

Inovativnost sodi med pglavitne vrednote korporacije Hidria, zato jo načrtno spodbujajo in nagrajujejo vse Hidriine družbe. Letos bo korporacija prvič razglasila tudi Hidriinega inovatorja leta, in sicer 23. marca na prvem inovacijskem forumu Hidrie. ■

# Tehnološka platforma Manufuture.si

Skoraj leto dni je že preteklo od zamisli o ustanovitvi nacionalne tehnološke platforme, ki bi pokrivala potrebe orodjarstva in mehatronike. Pobudo je dal TECOS, podprli pa so jo tudi Gospodarska zbornica Slovenije, Obrtna zbornica Slovenije in C-TCS, Zavod slovenskega orodjarskega grozda. Dogovorili smo se, da ustanovimo platformo za potrebe orodjarstva in mehatronike, ki bo dopolnilna usmeritvam evropske tehnološke platforme Manufuture, ki je bila ustanovljena leta 2003. Na začetku je bilo v platformi udeleženih 28 podjetij in institucij. Vendar smo že kmalu po začetnih pogovorih ugotovili, da bi bila tovrstna platforma tematsko preozka in bi predstavljala nezadovoljiv odgovor nacionalnim potrebam na področju izdelovalnih tehnologij, ki jih obsega evropska platforma Manufuture.

## Blaž Nardin

TECOS, Celje

Tako smo na pobudo Gospodarske zbornice Slovenije razširili sestavo še na druga podjetja in institucije, ki se ukvarjajo z izdelovalnimi tehnologijami. Zato smo v organizaciji GZS v jeseni izvedli tri delavnice, na katere so bila povabljeni podjetja iz vse Slovenije, ki se ukvarjajo z izdelovalnimi tehnologijami. Odziv na delavnice je bil izjemno dober, saj nam je v slabih treh mesecih uspelo pripraviti t. i. Strateški razvojni dokument (SRA), pri čemer je sodelovalo 43 podjetij in institucij. Seznam trenutno dejavnih udeležencev tehnološke platforme Manufuture si je predstavljen v nadaljevanju. SRA predstavlja zapis razvojnih usmeritev udeležencev platforme in naj bi predstavljal osnovo za usmeritev pri pripravi evropskih in nacionalnih raziskovalno-razvojnih razpisov, predvsem za potrebe sedmih okvirnih programov v finančni perspektivi 2007–2013.

## Seznam podjetij, udeleženi v TP Manufuture.si

Št. Naziv člana/Podjetja

- 1 Danfoss trata d.o.o.
- 2 DAPLAST d.o.o.
- 3 Domel d.d.
- 4 Emo orodjarna proizvodna družba d.o.o.
- 5 Emo-tech proizvodna družba d.o.o.
- 6 ETA Cerklje d.o.o.
- 7 ETI Elektroelement d.d.
- 8 FORSTEK d.d.
- 9 Gorenje Orodjarna, d.o.o.
- 10 Impol, d.d.
- 11 Iskra avtoelektrika Asing d.o.o.
- 12 Iskra avtoelektrika orodjarna d.d.
- 13 Iskra Avtoelektrika, d.d.
- 14 Iskra pro Kranj d.o.o.
- 15 Iskraemeco d.d.
- 16 ISOKON d.o.o.
- 17 Kovinoplastika Lož d.d.
- 18 Litostroj E.I.
- 19 LMP, Proizvodnja orodij in naprav d.o.o.
- 20 Mariborska livarna Maribor d.d., avtomobilska industrija
- 21 Modelarstvo Hohler d.o.o.
- 22 Nafta Strojna, d.o.o.
- 23 Nieros Metal d.o.o.
- 24 Niko Železniki d.d.
- 25 Polycom d.o.o.

- 26 Savatech d.o.o.
- 27 SIBO Orodjarna, d.o.o.
- 28 Tehnos, d.o.o.
- 29 TPV d.d.
- 30 Trimmo d.d.
- 31 VAR d.o.o.

## Institucije

- 1 CIMRS, Maribor
- 2 C-TCS, Zavod Slovenskega orodjarskega grozda
- 3 GEA College
- 4 GIZ ACS (Slovenski avtomobilski grozd)
- 5 GIZ GROZD PLASTTEHNIKA
- 6 Gospodarska zbornica SLOvenije
- 7 IJS, Odsek za sisteme in vodenje
- 8 Obrtna zbornica Slovenije
- 9 Regionalna razvojna agencija Celje
- 10 Razvojno - tehnološki center zasavje
- 11 Šolski center Celje
- 12 TECOS, Razvojni center orodjarstva Slovenije
- 13 Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani
- 14 Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

Tabela 1: Tematska področja TP Manufuture.si

Vsebinska področja	Ožja (tematska) področja
Razvoj izdelkov in tehnologij	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ustvarjalnost pri razvoju novih izdelkov (industrijski dizajn)</li> <li>2) Tehnični razvoj izdelkov</li> <li>3) Tehnološki razvoj izdelkov – orodjarska podpora</li> <li>4) Razvoj podpornih tehnologij</li> </ol>
Avtomatizacija in informatizacija	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proizvodni informacijski sistemi</li> <li>2) Sistemi za podporo odločanju v proizvodnji</li> <li>3) Zagotavljanje (in obvladovanje) kakovosti proizvodnega procesa</li> <li>4) Proizvodna logistika</li> <li>5) Avtomatizacija strojev, naprav in procesov</li> <li>6) Vodenje inrastrukturalnih proizvodnih področij (energetika, ekologija)</li> </ol>
Industrializacija	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Povezava med raziskavami, razvojem in proizvodnjo</li> <li>2) Optimizacija izdelka v procesu razvoja</li> <li>3) Postavitev procesa v proizvodni prostor in širše okolje</li> <li>4) Proces stalnih izboljšav</li> <li>5) Prenos proizvodnje v drugo okolje</li> </ol>
Razvoj novih proizvodnih modelov	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proizvodni koncepti</li> <li>2) Proizvodni modeli</li> <li>3) Integracija poslovanja</li> <li>4) Informacijsko-komunikacijske podporne tehnologije</li> <li>5) Proizvajanje na osnovi znanja</li> <li>6) Merske karakteristike, sistemi sledenja in odločanja</li> </ol>

Prva različica SRA je bila zaključena novembra 2005; decembra 2005 pa je po pripombah, ki so jih podali udeleženci platforme Manufuture.si, zbor udeležencev kot najvišji organ tehnološke platforme potrdil zadnjo različico SRA.

Zbor udeležencev je potrdil tudi organe upravljanja tehnološke platforme Manufuture.si, in sicer je imenoval:

**1. predsednika TP Manufuture.si:**

dr. Blaž Nardin

**2. izvršilni odbor:**

- a. dr. Blaž Nardin – predsednik
- b. dr. Slavko Dolinšek – član
- c. Franc Jelovčan – član
- d. dr. Vladimir Jovan – član
- e. Marko Mirnik – član
- f. dr. Alojz Sluga – član

**3. koordinacijski odbor**

- a. dr. Slavko Dolinšek – Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
- b. Franc Jelovčan – IskraPro
- c. dr. Vladimir Jovan – IJS
- d. mag. Martin Kopač – Alpina
- e. Dušan Kveder – Savatech
- f. Marko Mirnik – GZS
- g. dr. Blaž Nardin – TECOS
- h. Ivo Razdevšek – Nieros Metal
- i. dr. Alojz Sluga – Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
- j. Mateja Šenk – Polycorn
- k. Zvone Torkar - Domel



Na spletnih straneh tehnološke platforme Manufuture.si si je mogoče ogledati podrobnejšo predstavitev platforme z vsemi spremljajočimi dokumenti, predvsem s SRA. SRA vsebuje 21 tematskih področij, ki so razdeljena v štiri sklope; predstavljena so v Tabeli 1. Pomembno je poudariti, da so tematska področja odprta in da jih je mogoče dograjevati z novimi izraženimi potrebami in usmeritvami.

Decembra 2005 je bila v Derbyju (UK) organizirana mednarodna konferenca Manufuture, ki se je je udeležilo več kot 350 udeležencev iz tako rekoč vse Evrope. Glavni in edini cilj konference je bil spodbuditi razpravo zainteresirane strokovne javnosti o pripravljem strateškem razvojnem dokumentu, ki naj bi veljal za celotno izdelovalno industrijo Evrope. Dokument je pripravila skupna enajstih strokovnjakov, ki so jih izbrali visoki predstavniki tehnološke platforme Manufuture, ki ji trenutno predseduje dr. Heinrich Flegel, podpredsednik Daimler Chraislerja iz Stuttgarta. Dokument je predstavil t. i. razvojno paradigmo, ki temelji na petih stebrih in pred-

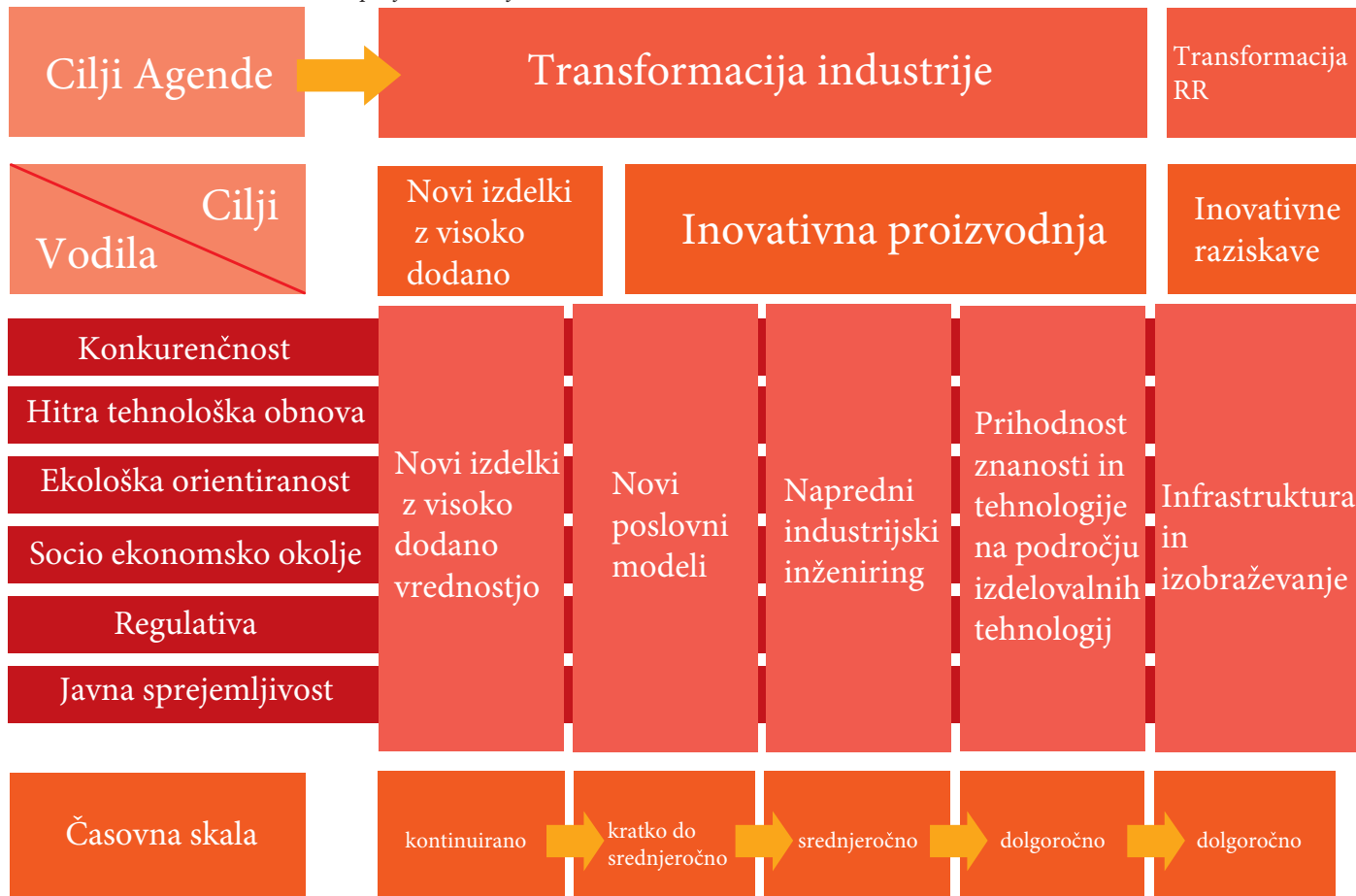
stavlja potrebo po preoblikovanju evropske industrije (Slika 1).

Izvršilni odbor TP Manufuture.si je na svoji seji dne 17. 1. 2006 v GZS preučil slovenski in evropski dokument SRA ter podal pisna mnenja in potrebna dopolnila, ki jih je predsednik platforme predstavil na sestanku v Bruslju dne 23. 1. 2006. Kot je bilo skupno ugotovljeno, sta dokumenta medsebojno kompatibilna in primerljiva, pri čemer je treba poudariti, da je dokument SRA, ki ga je slovenska iniciativa Manufuture.si nekoliko priredila, ožji in podrobnejši ter ne zajema vseh področij evropske platforme. Podrobnejša pojasnila in predstavitve posameznih stebrov ter povezav med slovenskim in evropskim dokumentom SRA bomo podali v naslednjih številkah revije.

Podjetja, ki se še niso včlanila v platformo Manufuture.si in bi to rada storila, vabimo, da si ogledajo spletno stran nacionalne platforme in v rubriki Kontakti pustijo svoje sporočilo. Vodstvo platforme se bo ažurno odzvalo in vam poslalo vso dokumentacijo, potrebno za včlanitev. Včlanitev je seveda brezplačna, saj deluje celotna platforma po načelu daš – dam.

Vsi, ki želite o tehnoloških platformi Manufuture, tako evropski kot nacionalni, izvedeti več, lahko te informacije dobite tudi na spletnih straneh [www.manufuture.org](http://www.manufuture.org) (za evropsko) in [www.manufuture.si](http://www.manufuture.si) (za slovensko). ■

Slika 1: Struktura dokumenta SRA EU platforme Manufuture



IFAM – strokovni sejem za področje avtomatizacije in mehatronike

# Na prvem B2B strokovnem sejmu za področje avtomatizacije in mehatronike predstavljenih več novosti



V Portorožu je v začetku meseca potekal B2B, strokovni sejem za področje avtomatizacije in mehatronike IFAM, prvi in edini v naši državi ter sosednjih regijah. Strokovna javnost iz Slovenije in tujine je izrazila veliko zanimanje za strokovnost predstavljenih rešitev in proizvodov ter dokazala visoko raven strokovnih predavanj domačih in vodilnih tujih strokovnjakov.

Svoj informacijski pult je na sejmski prireditvi IFAM imela tudi revija IRT3000. Na njem so obiskovalci in razstavljalci sejma lahko pridobili informacije in vse odgovore na vprašanja, povezana z revijo, njeno vsebino in oglasnim prostorom. V uredništvu revije smo se odločili, da se bo revija IRT3000 predstavljala na vseh sejmih in seminarjih, ki bodo povezani z vsebinami, predstavljenimi v reviji, torej vsebinami, povezanimi z inovacijami, razvojem in tehnologijami. Na ta način želimo prispevati k boljši prepoznavnosti nove revije ter predstaviti le-te novim bralcem, naročnikom in oglaševalcem.



Na sejmu so bile predstavljene vsebine s področja avtomatizacije, robotike, mehatronike, meritev, testiranja in nadzora, montaže in operativnih tehnologij, pa tudi računalniški vid, sistemi za pozicioniranje, tehnologije pogonov – rotacijska in linearna, seznanil pa nas je tudi s senzoriko, sistemi nadzora, napajalnimi sistemi ter napravami za nadzovanje in opazovanje. Predstavljeni so bili računalniške aplikacije, storitve in dobavitelji storitev, raziskave in razvoj, združenja in društva ter strokovna literatura.

## Novosti, predstavljene na sejmu IFAM 2006

Podjetje Rittal je predstavilo ethernet v industriji, ki se seli v proizvodna in procesna okolja. Izvedba industrijskega kableskega omrežja po standardu EN 50173, zasnovanega najprej za pisarniška in poslovna okolja, se je sedaj preselila tudi v proizvodne in procesne hale. Ta standardizacija infrastrukture z ethernetom omogoča preproste modifikacije proizvodnje opreme, integrirane delovne postaje in poveča informacijski pretok med zaposlenimi.

Podjetje Sick je predstavilo nove tretje generacije fotoelektričnih senzorjev: od izzivov pri razvoju novega čipa OES 3 do dosežkov pri uvajanju nove tehnologije v praksi. Predstavljene so bile prednosti nove generacije glede zanesljivosti delovanja v vseh pogojih, vsestranskosti glede zaznavanja predmetov in učinkovitosti ter nov princip delovanja svetlobnih tipal z izločanjem ozadja in pasivnih motenj iz ozadja.

V podjetju LPKF Laser&Elektronika že več kot desetletje uspešno razvijajo in ustvarjajo nove tehnologije na področju izdelave tiskanih vezij HDI, laserskih virov in aplikacij. Na podla-

gi lastnega znanja in izkušenj so razvili industrijski laserski označevalnik LPKF MarkLine 8V, ki zagotavlja trajno označevanje na različnih materialih, kot so na primer jeklo, titan, keramika, aluminij in različni materiali iz umetnih mas.

Podjetje Sick je predstavilo nove družine varnostnih svetlobnih mrež M4000, naslednice znane in uveljavljene MSL. Predstavljene so bile različice Advanced, Standard in Area, njihove novosti in prednosti ter primeri uporabe. Poleg M4000 Advanced so bili omenjeni tudi nekateri drugi načini varovanja dostopa pri avtomatiziranem transportu materiala s Sickovimi varnostnimi napravami in sistemi.

Iz podjetja X-ray service je dr. Jens Peter Steffen predaval o analizi napak z uporabo pregledovanja 2D- in 3D-tehnik z X-žarki. Današnje tehnologije t. i. pregledov microfocus z X-žarki so dobro utečene v elektronski in avtomobilski industriji. Kot dodatek bo 3D računalniška tomografija z visoko resolucijo edino bolj pomembno mesto v prihodnosti.

Predstavniki podjetja PS Logatec so predavali o robotski celici s krivilnim strojem. Za naročnika ETA, d. o. o., iz

Cerknega so v sodelovanju s Fakulteto za strojništvo – Laboratorijem za strengo, montažo in pnevmatiko (LASIM) izvedli obnovo robotske celice skupaj s krivilnim strojem za krivljenje kontaktov. Krivilni stroj izdeluje kontakte za grelni ploščo, robot pa jih postavlja na ploščo in vari.

Mag. Boštjan Šuhelj je predaval o distribuiranih strežnikih v inteligentni inštalaciji hiš.

Moderne inteligentne inštalacije bodo uporabljale strukturirano ožičenje in HTTP-strežnike kot izvršilne elemente. Web Tolmač združuje HTTP-strežnik in homogeni programski jezik za programiranje zelenih opravil. Po združitvi multimedijskih storitev na centralnem računalniku na primer dnevne sobe dobimo centralno nadzorno točko, ki uporablja internetni brskljalknik kot vmesnik med uporabnikom in procesom.

Podjetje Abit je predstavilo novo serijo industrijskih panelov Advantech – IPPC 9151G. Advantech IPPC, serija industrijskih panelov, je namenjena za industrijske aplikacije. Z različnimi CPU-procesorji in različnimi velikostmi panelov nudijo visoko fleksibilnost v zahtevnih industrijskih okoljih in zadoščajo potrebam zahtevnih industrijskih programskih rešitev.





Svoje proizvode, storitve in rešitve je v treh dneh prikazalo 30 podjetij iz 4 držav, in sicer Slovenije, Avstrije, Nemčije ter Srbije in Črne gore. Predstavili so 32 zastopanih podjetij in blagovnih znamk, ki prihajajo iz 10 držav, natančneje iz Francije, Združenih držav Amerike, Belgije, Japonske, Nemčije, Srbije in Črne gore, Brazilije, Velike Britanije, Avstrije in Švice.

Prvi letošnji sejem B2B oziroma strokovno sejmsko prireditev IFAM v Sloveniji je v imenu soorganizatorja, Ministrstva za visoko šolstvo znanost in tehnologijo (MVZT), odprl državni sekretar prof. dr. Janez Možina. V nadaljevanju se je v forumskem delu dotaknil vloge in pomena avtomatizacije ter mehatronike v zaostrenih pogojih konkurence in globalizacije ter opredelil prizadevanja in vlogo MVZT za izboljšanje teh procesov.

V nadaljevanju so na temo foruma QUO VADIS, avtomatizacija & mehatronika za prihodnost podjetij v zaostrenih pogojih globalizacije in konkurence, svoja stališča predstavili tudi osrednji govornik, generalni direktor podjetja National Instruments East Europe Yannis Pavlou, ki je nakazal vizijo sistemov za avtomatizacijo z distribuirano inteligenco. Prof. dr. Karel Jezernik (FERI)

je prikazal mehatronične sisteme pri inovativnih proizvodih z ugnezdno kontrolo, v nadaljevanju pa je direktor RRA Celje Boris Klančnik odgovoril na vprašanje konkurenčnosti z vizijo razvoja in tehnološke infrastrukture v celjski regiji kot priložnosti za gospodarsko in tehnološko prestrukturiranje v obliki TEHNOPOLIS-a. Praktične težave in prednosti uvajanja procesov avtomatizacije in mehatronike sta predstavila Iztok Avbelj iz družbe HELIOS Group in Marko Jagodič iz Papirnice Vevče.

Na sejmju so na svoj račun prišli obiskovalci s področja farmacevtske, kemične in kozmetične industrije, avtomobilske industrije in dobavitelji avtomobilske industrije, prehrabena industrija, elektronska in elektroindustrija ter plastična industrija. Nekaj zase so našli tudi tisti iz strojne in metalne industrije, informacijskih in komunikacijskih podjetij, papirne in tiskarske industrije, lesnopredelovalne in obdelovalne industrije ter gradbene in konstrukcijske industrije.

Soorganizatorji strokovne sejmske prireditve IFAM, to so Ministrstvo za visoko šolstvo in znanost, Ministrstvo za gospodarstvo, Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za elektroindustrijo in Združenje kovinske industrije, Obrtna zbornica Slovenije – Sekcija za elektroniko in organizatorja (ICM, d. o. o., in AX Elektronika, d. o. o.), so bili z odzivom podjetij razstavljalcev zelo zadovoljni, saj njihova udeležba prikazuje resnično potrebo po



uvajanju in izobraževanju industrije avtomatizacije in mehatronike v industrijske procese.

Cilj sejma IFAM je v prihodnjih letih na področju srednje in jugovzhodne Evrope postati kakovostna strokovna sejmska prireditev. Kakor so pokazale ankete in analize, je Slovenija na področju avtomatizacije in mehatronike še vedno precej v zaostanku, kljub temu pa je v Sloveniji tudi precejšnje število podjetij, ki se lahko z razvitimi podjetji v svetu ne samo primerjajo, ampak celo enakovredno z njimi pojavljajo tudi na trgih



državni sekretar prof. dr. Janez Možina

Podporni mediji sejma so bili poleg revije IRT3000 še Svet elektronike, VENTIL in Obrtnik. ■

## Prva konferenčno-sejmska prireditev LOGI – STIK 2006

# Dobitnica zlatega logista 2005 je direktorica logistike v Gorenju Lucija Rožič

V Ljubljani je v začetku meseca potekala nova konferenčno-sejmska prireditev v Sloveniji LOGI – STIK 2006. Na njej je sodelovalo 350 strokovnjakov in predstavnikov s področja logistike in transporta ter drugih obiskovalcev in 25 razstavljalcev.

Prireditve je s slavnostnim govorom odprl minister za promet mag. Janez Božič. Udeležence prireditve je seznanil z resolucijo o prometni politiki, ki jo je julija lani sprejela vlada. Gre za nov koncept razmišljanja o prometu, iskanje sinergijskih učinkov med parcialnimi prometnimi politikami in različnimi vrstami prevoza. Poudaril je tudi

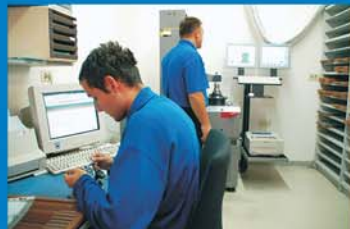


pomembnost logistične funkcije za razvoj in oskrbo gospodarstva, kar je za Slovenijo kot državo na križišču vseevropskih prometnih koridorjev še posebno pomembno.

Predstavniki velikih slovenskih logističnih podjetij, generalna direktorja Holdinga Slovenske železnice, Jože Jurkovič, in Pošte Slovenije, Aleš Hauc, predsedniki uprav Adrie Airways, Iztok Malačič, skupine Viator & Vektor, Zdenko Pavček, Luke Koper, Rober Časar, in Aerodroma Ljubljana, Vinko Može, so v nadaljevanju programa predstavili svoje videnje logistike in transporta kot ene najpomembnejših gospodarskih področij v svetu in Sloveniji ter udeležence seznanili s smernicami razvoja, ki so si jih kot največja logistična podjetja v Sloveniji postavili za prihodnost.

V konferenčnem programu so predstavili pomembna področja v logistiki in transportu, in sicer paketno distribucijo, železniški transport, transport s tovornjaki, ponudbe logističnih središč, RFID v transportni logistiki, sistema za upravljanje transporta (TMS) ter embalažo.

Na koncu prireditve so izbrali tudi zlatega logista 2005. Nagrada je namenjena osebi ali podjetju, ki se na območju Slovenije ukvarja z logistiko in predstavlja vzor ter zgled drugim podjetjem. Od štirih kandidatov je laskavo priznanje prejela direktorica logistike v Gorenju, d. d., Lucija Rožič. Nagrajena je v podjetju pomembno sodelovala in ustvarjala nove logistične pogoje in rešitve za optimalno ter uspešno logistiko prodajnih izdelkov Gorenja, d. d. ■



- Specializirani za razvoj, projektiranje in izdelavo nestandardnih orodij iz karbidne trdine in orodja z PCD in PCBN segmenti
- Certificirani po standardu ISO 9001:2000 z razvojem
- Proizvodnja bazira na CNC in posebej za ta namen prilagojenih brusnih strojih
- Visok poudarek na medfazni in končni kontroli orodja
- Vsaki dobavi je priložen kontrolni seznam z vsemi meritvami in za vsaki kos orodja



Orodja iz karbidne trdine in orodja z PCD in PCBN segmenti

# Na celjskem sejmišču maja letos že 12. mednarodni sejem **TEROTECH –** **VZDRŽEVANJE**

**Nataša Vodušek**  
Celjski sejem, d.d., Celje

Od 16. do 19. maja 2006 bodo na največjem sejmišču v Sloveniji pod skupnim imenom *Okolju prijazne energije, varčne tehnologije* potekali trije mednarodni specializirani sejmi TEROTECH – VZDRŽEVANJE, ENERGETIKA ter VARJENJE IN REZANJE. Najdaljšo tradicijo med temi imata sejma ENERGETIKA in TEROTECH – VZDRŽEVANJE, ki bosta v letu 2006 doživela že trinajsto oziroma dvanajsto ponovitev. Vsi trije sejmi (strokovni sejmski trojček) potekajo bienalno.

Sejma TEROTECH – VZDRŽEVANJE in ENERGETIKA sta uveljavljeni strokovni prireditvi, ki ju vsako leto obišče vse več obiskovalcev iz Slovenije in tujine. V letu 2004 smo jima dodali strokovno področje varjenja in rezanja, kar se je izkazalo kot dobro, saj smo obogatili in zaokrožili ponudbo vsebinsko povezanih področij. Rezultat je bil viden v povečanem številu obiskovalcev, saj si je sejme v štirih dneh ogledalo 20.000 skoraj izključno poslovnih obiskovalcev. Na sejmih v letu 2004 se je predstavilo več kot 700 razstavljalcev iz Slovenije in več kot 20 tujih držav. V letu 2006 bodo sejmi TEROTECH – VZDRŽEVANJE, ENERGETIKA ter VARJENJE IN REZANJE potekali v petih sejmskih dvorah. Na ogled bo obsežna ponudba s podro-

- 13. mednarodni sejem **ENERGETIKA**
- 12. mednarodni sejem **TEROTECH – VZDRŽEVANJE**
- 2. sejem **VARJENJE IN REZANJE**

Celjski sejem, 16.-19. maj 2006



čij, ki so vsebinsko zelo povezana. Sejmsko dogajanje na razstavnih prostorih bodo že tradicionalno dopolnjevali številni obsejni dogodki, ki so zanimivi tako za strokovno kot splošno javnost. Med drugim bodo potekali Avstrijski energetske dnevi v Sloveniji, vzdrževalci pa se bodo srečali na posebnem strokovnem dnevu vzdrževanja, na katerem

se bodo posvetili aktualnim temam na področju svojega delovanja. Razpravljali bodo o eksteralizaciji služb vzdrževanja, o problemu razvitosti vzdrževanja v Sloveniji in nevarnosti globalizacije, pa tudi o novih poklicih v svoji dejavnosti.

## 12. mednarodni sejem TEROTECH – VZDRŽEVANJE

Sejem TEROTECH – VZDRŽEVANJE je specializirana sejmska prireditev s področja vzdrževanja v industriji. Na sejmu si bo mogoče med drugim ogledati olja, maziva, naftne derivate, naprave in storitve za laboratorijske analize, orodja in pribor za vzdrževalna dela, strojogradnjo in stroje v vzdrževanju, vzdrževanje stavb, varovanje in zavarovanje ter vso drugo ponudbo, potrebno za vzdrževanje v industriji.

V maju 2006 se bo na sejmu TEROTECH – VZDRŽEVANJE neposredno predstavilo več kot 60 razstavljalcev iz petih držav. Ob upoštevanju zastopanih podjetij bo število razstavljalcev vsaj dvakrat večje. ■



PRIJAZNE ENERGIJE, VARČNE TEHNOLOGIJE

Celje, Celjski sejem, 16.-19. maj 2006

13.

mednarodni sejem

ENERGETIKA

12.

mednarodni sejem

TEROTECH – VZDRŽEVANJE

2.

mednarodni sejem

VARJENJE IN REZANJE

## Predstavitev lanskoletnega poslovanja SIJ-a (Slovenska industrija jekla)

# Rekordni rezultati presenetili celo vodstvo

Lanskoletni rezultati skupine SIJ (Slovenska industrija jekla) so bili rekordni, tako da so po besedah predsednika uprave SIJ Tiborja Šimonka kljub ugodnim tržnim gibanjem presenetili celo upravo. Napovedi za prihodnje leto so nekoliko slabše, saj bosta po pričakovanjih skupino samo višja cena zemeljskega plina in elektrike stala približno 1,8 milijarde tolarjev.



Tibor Šimonka

V skupini SIJ menijo, da je velik uspeh, da so združili znanje in izkušnje ter vse dejavnosti usmerili v agresiven tržni pristop in v največji možni meri izkoristili ugodne tržne pogoje. Z aktiviranjem nekaterih naložb, koriščenjem sinergij v skupini in ustrezno motivacijsko politiko so ugodne tokove spremenili v rekordne rezultate.

V aktivnih družbah so lani ustvarili za 113 milijard tolarjev prodaje, od tega 82 milijard ali 73 odstotkov celotne prodaje v izvozu. Pri tej prodaji so ustvarili za 6,7 milijard tolarjev čistega dobička pred obdavčitvijo, kar je za 3,5-krat več kot leta 2004. Po besedah Šimonke se je SIJ po deležu dobička in denarnega toka v prodaji že približal najuspešnejšim evropskim jeklarjem. Lansko leto so povečali tudi delež izvoza na 73 odstotkov in dodano vrednost na zaposlenega na 35.311 evrov.

Minulo leto je v skupini najbolje poslovala družba Metal Ravne. Njeni prihodki so znašali nekaj več kot 35 milijard tolarjev, kar je za 51 odstotkov več kot leta 2004, ustvarila pa je dobiček v višini 3,6 milijard tolarjev. V družbi Acroni so lani dosegli prihodke v višini 69 milijard tolarjev, kar je 16 odstotkov več kot leto prej, in čisti dobiček v višini 2,7 milijarde tolarjev. Tudi družba Noži Ravne je lani izboljšala svoje poslovanje, a nekoliko počasneje kot jeklarski družbi, saj ji trg industrijskih nožev v prvi polovici leta ni bil najbolj naklonjen. Ustvarili so približno 3 milijarde tolarjev prihodkov in čisti dobiček v višini 152 milijonov tolarjev. Nekoliko slabše so poslovale Elektrode Jesenice, a so kljub temu leto sklenile z dobičkom.

Napovedi analitikov o tržnih gibanjih v letošnjem letu so nekoliko slabše, saj se je že konec lanskega leta nakazovalo umirjanje nabavnega in prodajnega trga, kar bo vodilo v zniževanje prodajnih cen ter nižje realizirane prihodke. V skupini SIJ pričakujejo, da bodo prodajni prihodki dosegli približno 110 milijard, dobiček pa naj bi znašal malo manj kot štiri milijarde tolarjev.

Šimonka je glede napovedanega nadaljevanja privatizacije družbe v letošnjem letu izrazil za-



dovoljstvo, saj je pristojna komisija predlagala prednost privatizacije na ravni holdinga. To pomeni ohranitev skupine kot celote, ki v Sloveniji pomeni tudi panogo, in iskanje vlagateljev, ki bodo skrbeli za dolgoročen ter uspešen razvoj družb. Koristno se mu tudi zdi, da bi država ostala 26-odstotna lastnica skupine.

Rast cen surovin je bila že v lanskem letu višja od rasti prodajnih cen jekla, letos pa se v SIJ-u soočajo tudi s podražitvijo energentov. Višja cena zemeljskega plina in elektrike jih bosta stala približno 1,8 milijard tolarjev.

V skupini SIJ bodo tudi letos nadaljevali z vlaganji v posodobitev proizvodnje in ekologije. Največ bodo investirali v družbo Metal Ravne, kjer v minulih petih letih niso imeli večjih investicij. ■

## Simulacije brizganja plastike

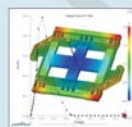
TECOS že od leta 1996, ko je bila izvedena prva investicija v simulacijski program za brizganje plastike, takrat še pod okriljem I-Deasa, izvaja simulacije brizganja. Sedaj izvajamo simulacije brizganja (simulacije zapolnjevanja, naknadnega tlaka, temperiranja, deformacij in skrčkov za ojačene in neojačene materiale) s simulacijskim programom Moldflow MPI, s pomočjo katerega smo izvedli že preko 350 industrijskih primerov.

### Zakaj simulacije?

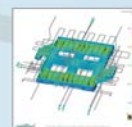
- ♦ zaradi **zmanjšanja stroškov** z optimizacijo oblike izdelka (debeline sten, oblike, materiala ...) in konstrukcije orodja (dolvni sistem, hladilni sistem, izmetalni sistem)
- ♦ **pravočasen** prihod izdelka na trg
- ♦ **hitro in učinkovito iskanje rešitev** dejanskih problemov orodja
- ♦ za **odstranitev tveganja** pri oblikovanju plastičnega izdelka

### Kaj ponujamo?

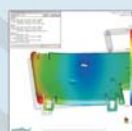
Izvajamo simulacije **termoplastov, duroplastov, elastomerov** na **tanko-** in **debelostenskih** izdelkih po klasični, 2K in GIT-tehnologiji.



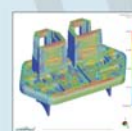
**SIMULACIJE ZAPOLNJEVANJA (FLOW)**



**SIMULACIJE TEMPERIRANJA (COOL)**



**SIMULACIJE DEFORMACIJ - ZVIJANJA (WARP)**



**SIMULACIJE OJAČANIH MATERIALOV (FIBER)**



Center za 3D-digitalizacijo  
in CAD-obdelavo površin

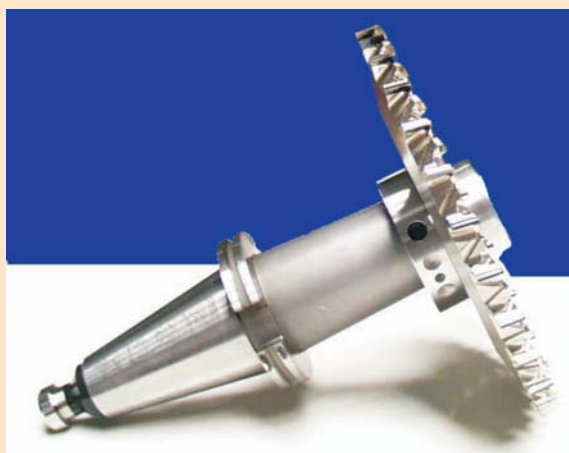
**TECOS - RAZVOJNI CENTER  
ORODJARSTVA SLOVENIJE**

Kidričeva 25, SI-3000 Celje  
Tel.: (03) 490 09 20, 426 46 10  
Faks: (03) 426 46 11  
tecos@tecos.si, <http://www.tecos.si>

# HELITRONIC POWER DIAMOND - Nov postopek za elektroerozijsko obdelavo orodij s PKD-rezili

Za elektroerozijske in brusilne stroje Helitronic Power Diamond podjetja WALTER MASCHINENBAU GmbH je od nedavnega na voljo nov postopek elektroerozijske obdelave, namenjen posebej obdelavi drobilnikov (orodje za grobo obdelavo v lesni industriji). Postopek omogoča znatno skrajšanje časa obdelave.

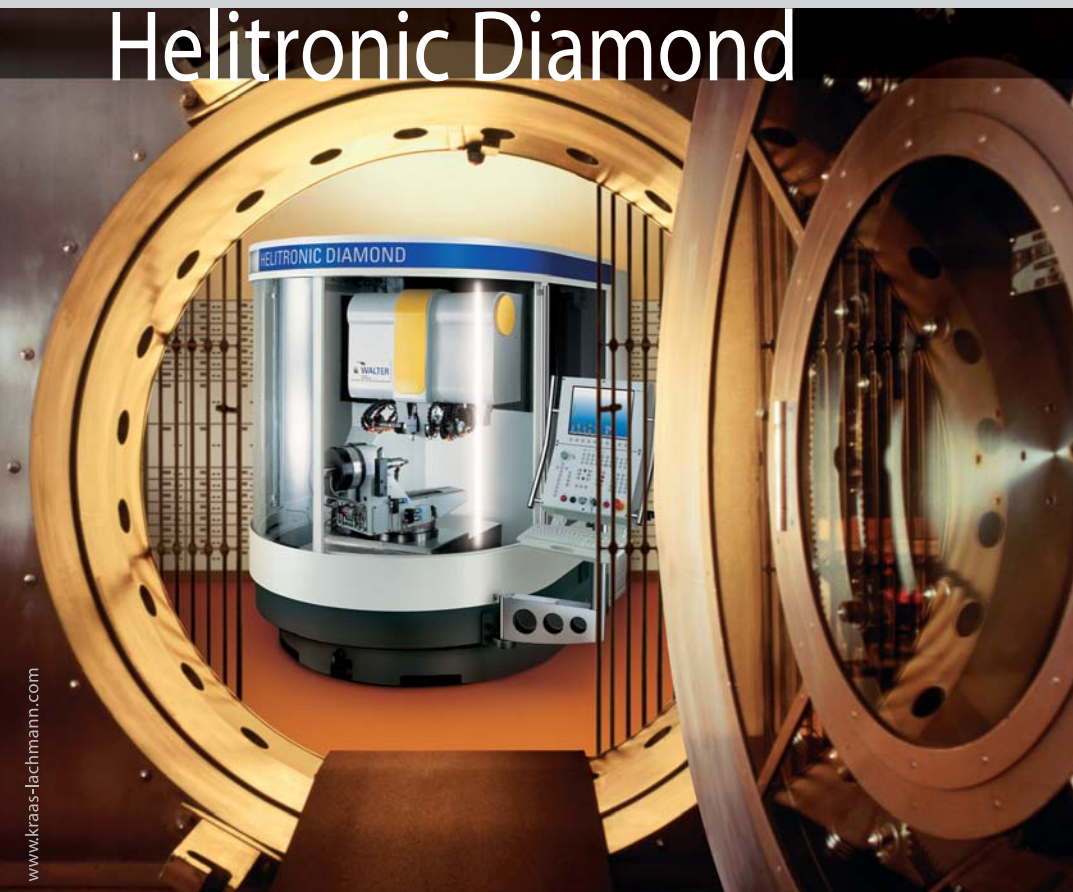
Skledasta elektroda med prodiranjem izvaja oscilatorno gibanje. Čelna stran elektrode pri tem obdelava prilotana PKD-rezila po celotni dolžini, medtem ko jih v vzdolžni smeri ne erodira. S tem sta zagotovljena tako znaten prihranek pri času obdelave kakor tudi izboljšanje kakovosti površine.



*Drobnik s PKD-rezili*

So statusni simboli, ki se izplačajo.

## Helitronic Diamond



Nekaterih diamantov ne smemo pustiti, da bi se prašili v trezorju. Kdor pri elektroerozijskem brušenju PKD-orodij zahteva popolno kakovost površine, bo prišel na svoj račun z elektroerozijskima strojema Helitronic Diamond in Helitronic Power Diamond podjetja WALTER MASCHINENBAU GmbH. Stroja brusita tudi karbidne trdine in hitroreznata jekla.

Statusni simboli,  
ki se izplačajo



[www.walter-machines.com](http://www.walter-machines.com)

# Postati vodilni na svojem področju

Mihaela Dušej

PRESS CLIPPING, d. o. o.

Foto: Bureu Veritas

Bureau Veritas Slovenija je leto 2005 zaključil z dobrimi poslovnimi rezultati. Da bi obeležili uspehe, so v Fužinskem gradu v Ljubljani na okrogli mizi gostili izjemne goste. Teme so bili predvsem skrb za okolje, kakovost, zagotavljanje varnosti in družbena odgovornost. Sodelovali so: predstavnik slovenske vlade, okolijski minister Janez Podobnik, nekdanji francoski minister Paul Dijoud, direktor Bureau Veritas za Vzhodno Evropo Martin Konte in direktor Bureau Veritas v Sloveniji Tomaž Verbnik.



Paul Dijoud, svetovalec predsednika uprave Bureau Veritas in nekdanji francoski minister za gospodarstvo in ambasador.

Bureau Veritas je mednarodna skupina, ki je s svojimi storitvami specializirana za vodenje

Okolijski minister Janez Podobnik, nekdanji francoski minister Paul Dijoud

kakovosti in zagotavljanje varnosti ter skrbi za okolje in družbeno odgovornost. Ustanovljena je bila leta 1928, v Sloveniji pa leta 1988. Deluje v 140 državah po svetu, dejavnosti pa so organizirane v štiri glavne divizije: pomorstvo, industrija in gradbeništvo (zgradbe in oprema, energetika in procesi, proizvodnja, telekomunikacije, transport in logistika), proizvodi široke potrošnje (igračke, tekstilni izdelki, gospodinjska oprema, zdravila in lepilna sredstva) ter storitve javnega značaja (mednarodna trgovina in aeronavtika).

Različne tehnične storitve Bureau Veritas pokrivajo dejavnosti certificiranja, preverjanja skladnosti, usposabljanja in svetovanja. Organizacijam pomagajo zagotavljati skladnost z veljavnimi standardi, zmanjševati tveganja in izboljševati njihove poslovne rezultate. **Na področju certificiranja ima Bureau Veritas v Sloveniji največji tržni delež.**

Po zadnjih podatkih povpraševanje tujih investitorjev v Sloveniji zelo narašča. Od leta 2002 se je leta 2003 povečalo za 50 odstotkov. Francija je ena od držav, iz katere prihaja v

Slovenijo mnogo investicij. Njihove blagovne znamke in pomembni francoski uvozniki so prisotni že dlje časa, kar je dokaz, da francoska podjetja zaupajo slovenskemu gospodarstvu. Predvsem z vstopom Slovenije v EU je Bureau Veritas opazil potencial v slovenskih podjetjih. »Želim si, da bo prišlo do še boljšega sodelovanja med slovenskimi in francoskimi podjetji,« je ob tej priložnosti dejal svetovalec predsednika uprave Bureau Veritas Paul Dijoud, nekdanji francoski minister za gospodarstvo in ambasador.

Bureau Veritas Slovenija je svojo dejavnost okreplil v zadnjem letu, ko je z dvema pridobitvama, Inspect, d. d., in CPV, d. o. o., razširil svoje poslovanje s 66 zaposlenimi.

Varovanje okolja postaja med slovenskimi proizvajalci hrane vedno bolj aktualna tema, **Bureau Veritas pa je edini akreditirani organ v Sloveniji, ki izvaja nadzor na tem področju.** Njihova skrb je namenjena tudi varovanju ljudi na področju varstva pri delu in požarne varnosti, certificiranju proizvodov ter izvajanju periodičnih pregledov. Med osnovna vodila spada tudi skrb za okolje. Minister Janez Podobnik je poudaril vodilno vlogo Bureau Veritas v svetu na področju certificiranja sistemov kakovosti in številne akreditacije ter pooblastila s področja gradnje, integrirane pridelave hrane in naftnih derivatov. »Slovenskim podjetjem želim, da bi razumela vizijo in poslanstvo podjetja Bureau Veritas,« je dodal minister. Želi si tudi, da bi podjetja znala izkoristiti bogate lokalne in mednarodne izkušnje na področjih, ki jih s svojimi storitvami pokriva Bureau Veritas.

Enotna vizija Bureau Veritas je postati vodilni na svojem področju in pomemben akter v vseh svojih tržnih segmentih ter na ključnih geografskih trgih. »Bureau Veritas Slovenija si bo v prihodnjem letu prizadeval razširiti svoje delovanje tudi na področje ekologije in kemije,« pravi direktor Tomaž Verbnik in dodaja, da se bodo v prihodnje na področju gradbeništva vključevali v izvajanje nadzora najzahtevnejših projektov, kjer bodo naročnikom ponudili celovite rešitve in tako investitorjem povečali vrednost projektov. ■





Frezalni center C30, C40



Univerzalni frezalni stroj U1130 / U740

**HERMLE** Stabilen, točen, univerzalen!



Zimmermann  
BOKO

**DMT**

CITIZEN



**Zimmermann**  
BOKO

**BK 4-3-2, »bed-type«  
frezalni stroji**

X-os: do 2400 mm  
Y-os: do 1200 mm  
Z-os: do 1360 mm

Obdelovanec max.: 5000 kg

**FZ 30-35-37-40-42-50,  
portani frezalni stroji**

X-os: do 6500 mm  
Y-os: do 3500 mm  
Z-os: do 1500 mm

Obdelovanec max.: 12000 kg

• Zastopstva  
in prodaja  
novih  
strojev

• Pooblaščen  
servis

• Prodaja in  
obnova  
rabljenih  
strojev

• Šolanje



**KITAMURA** - japonski vertikalni in horizontalni obdelovalni centri za serijsko proizvodnjo.



Bridge Center 8



**DMT**  
ciklične cnc  
stružnice.



**Citizen**  
dolžinske stružnice:  
Natančne, fleksibilne,  
Hitre!

**MIYANO ABX**  
nova generacija stružnic

možne izvedbe:

- 3 revolverji in 2 Y osi
  - 2 revolverja in 1 Y os
  - 3 revolverji in 1 Y os + podporna konjica
- prehod skozi vreteno: 51 mm ali 64 mm

**Siming, d.o.o.,**  
Jožeta Jame 14,  
SI-1000 Ljubljana

Tel. : 01 500 95 55  
Fax: 01 500 95 56

info@siming.si  
www.siming.si



**MIYANO** - japonske visoko natančne cnc stružnice. **Stabilne, zanesljive, dolgotrajno točne!**



## MLM počasi iz rdečih števil

Čeprav je **dobiček simboličen**, so zadovoljni

Predsednik uprave Branko Žerdoner

Maribor, 14. februar – »Čeprav je naš dobiček v letu 2005 le simboličen, je to glede na več kot 500 milijonov tolarjev izgube v letu 2002 dober rezultat, predvsem ker je odraz temeljitih sprememb v poslovanju in ker lahko pričakujemo, da bo v prihodnje stabilno naraščal,« je na novinarski konferenci poudaril predsednik uprave MLM, d. d.,

Branko Žerdoner. Dodal je, da je spodbuden tudi podatek o doseženi realizaciji v višini 15,8 milijarde tolarjev, medtem ko za leto 2006 načrtujejo približno 19 milijard tolarjev prodaje.

V MLM so v zadnjih treh letih slabe rezultate obrnili v drugo smer, in to brez odpuščanja zaposlenih, kar je za mariborsko regijo še posebno pomembno. Po besedah Žerdonerja so v preteklih letih izpeljali temeljite strukturne spremembe, izboljšali kakovost dela in odnosov s poslovnimi partnerji ter odnos zaposlenih, ki se zavedajo, da so nenehno usposabljanje, širjenje znanja in odgovoren odnos do dela edini porok njihove zaposlitve.

MLM postaja po strateških strukturnih spremembah v programu Alutec vedno močnejši dobavitelj na področju avtomobilske industrije, kjer želi doseči položaj razvojnega dobavitelja. Prestrukturiranje čaka tudi program Baker, ki je



Odlitek ležajnega pokrova

v veliki meri odvisen od dogajanja na svetovnem surovinskem trgu. Proizvodni program Armal je v preteklem letu nadgradil sodelovanje s podjetjem Grohe, multinacionalko na področju proizvodnje in trženja sanitarnih armatur. V letu 2005 so proizvedli 54.000 armatur, v letu 2006 pa nameravajo proizvodnjo povečati na 450.000 armatur. Zastavljena 34,8-odstotna rast je po mnenju vodstva MLM, d. d., dosegljiv in nujen cilj. ■

## Festival inovativnosti – dan D za Tehnološko agencijo Slovenije



Dr. Tomaž Perme

Kar nekaj časa so pulili plevel in zalivali zemljo okoli semena, iz katerega je pognala Javna agencija za tehnološki razvoj Republike Slovenije. Te besede so sposojene od povezovalca na Festivalu inovativnosti, dogodku, kjer je bila Tia prvič uradno predstavljena. Tia seveda ni korenček, ki je končno zrasel iz zemlje v zgodbi povezovalca na festivalu, vendar jo vidim bolj v vlogi majhnega otroka, ki je s svojo intuitivno zavestjo še pripravljen verjeti v, za nekatere prisotne na festivalu, bolj čudeže kot pa realno pričakovane rezultate sprejetega Nacionalnega raziskovalnega in razvojnega programa ter Strategije razvoja Republike Slovenije.

Tia se sliši lepo. In kaj je Tia? Pod tem ljubkavalnim imenom se nam je predstavila Javna agencija za tehnološki razvoj Republike Slovenije oziroma krajše Tehnološka agencija Slovenije (TIA/Tia), ki jo je ustanovila Vlada Republike Slovenije z namenom zagotavljanja trajnega, strokovnega in neodvisnega izvajanja ukrepov za spodbujanje tehnološkega razvoja in inovativnosti, ki se financirajo iz državnega proračuna in drugih virov.

Minister za razvoj dr. Jože Pavlič Damijan je v uvodnem nagovoru poudaril, da je cilj Tia oživiti raziskovalno-razvojno in inovativno dejavnost podjetij z ustreznimi programi, ki bodo podprti tudi z davčno in izobraževalno politiko. Pri tem je treba tako slediti globalnim vrednotam, ki so prilagodljivost, samozavest, drznost in ustvarjalnost, kakor negovati tudi nacionalne vrednote, kot sta odgovornost in

solidarnost. Predvsem bomo morali postati bolj inovativni, saj je Slovenija glede inovacij trenutno na repu evropskih držav.

Festival se je nadaljeval z dvema moderiranimi pogovoroma. V prvem sta bili predstavljeni dve novi instituciji. Najprej je Jože P. Damijan predstavil naloge ministrstva za razvoj, nato pa še dr. Marta Svetina, direktorica Tia, vizijo in delovanje te agencije. Ugledni podjetnik Igor Akrapovič je podal nekaj pričakovanih gospodarskih glede reform in izpostavil dva problema, in sicer izobraževanje, saj z univerz prihaja kader s premalo praktičnega znanja, in področje intelektualne lastnine.

V drugem pogovoru so sodelovali dr. Andreja Kocijančič, rektorica Univerze v Ljubljani, ki je predstavila programe in politiko univerze na področju znanosti, tehnologije in inovacij, dr. Heikki Kotilainen, dolgoletni direktor agencije TEKES iz Finske, ki je predstavil izkušnje pri izgradnji učinkovitega sistema za spodbujanje inovativnosti in tehnološkega razvoja na Finskem, ter Andrej Polenec iz podjetja Iskratel, ki je na izkušnjah iz gospodarstva med drugim podal tudi nekaj praktičnih napotkov glede tehnoloških parkov.

V popoldanskem delu so se zvrstile delavnice. V treh vzporednih tokovih je bilo v šestih delavnicah predstavljenih veliko obrazložitev, mnenj in napotkov, tudi o nekaterih reformnih ukrepih. Teme delavnic so bile: tehnološko-inovativni programi, 1000 mladih strokovnjakov v

gospodarstvu, prenos svetovnih tehnologij, povezovanje gospodarstva z univerzami, inovativnost v medijih in tržna uspešnost inovacij.

Glavno pozornost, predvsem medijev, pa je bil deležen predsednik vlade Janez Janša, ki je s svojo navzočnostjo na sklepem delu festivala vsekakor dal težo dogodku in opozoril na pomembnost ustreznega tehnološkega razvoja in inovativnosti za blaginjo vseh prebivalcev Slovenije, kar je jasno povedal tudi v svojem govoru.

Po koncu festivala so občutki občinstva po vsej verjetnosti mešani. Večina vprašanih, ki so jih prisotni zastavili, so bila konkretna, odgovori nanje pa malo manj. Tudi časa glede na obsežnost tem ni bilo dovolj, zato Tia vabi vse k sodelovanju tudi preko elektronske pošte (več o agenciji in festivalu je na voljo na spletu, in sicer na naslovu [www.tia.si](http://www.tia.si)).

Osebnost sem bil navdušen nad obliko festivala in seveda nad povezovalcem ter njegovimi poučnimi pripovedmi. Prepričan sem, da Tia ne bo ostala samo korenček iz neke druge pripovedi, kot je bila ta na festivalu. Za to pa moramo sodelovati vsi, ki si to želimo. Ena od možnosti je tako želeni dialog oziroma partnerstvo med gospodarstvom, državo ter izobraževalnimi in raziskovalnimi institucijami, kjer mora Tia odigrati svojo neodvisno vlogo. Vsekakor pa se bo moral spremeniti odnos do inovativnosti, ki mora postati vrednota. Inventivnost se spleča, vendar pa je treba vanjo investirati in ne samo vlagati. ■



# VRTANJE Z **MAX** SVEDRI!

**feedMAX**



**SECO**

**perfoMAX**



# Igor Akrapovič je Delova osebnost leta

Po mnenju Dela je Igor Akrapovič, direktor podjetja Akrapovič, v času, ko so aktualne razprave o prihodnosti in reforme, človek, ki pooseblja vse tisto, kar nas čaka v prihodnosti. Uredniški kolegij Dela je v utemeljitvi pojasnil, da so se za Akrapoviča odločili na podlagi njegovih profesionalnih in osebnostnih lastnosti, poslovnih dosežkov ter njegovega prispevka k prepoznavnosti slovenskega gospodarstva.



Delov dopisnik Mitja Meršol je Akrapoviča opisal kot podjetnika, ki je zrasel iz navdušenega motorista in dirkača. Igor Akrapovič je bil namreč najuspešnejši slovenski motociklist, njegovo podjetje, ki ga je ustanovil leta 1990, pa je vodilni svetovni proizvajalec izpušnih sistemov za motorna kolesa in vedno bolj tudi za dirkalne avtomobile. Akrapovič je lani svoje podjetje v Ivančni Gorici razširil in zgradil novo proizvodno halo. Danes ima njegovo podjetje v Veliki Britaniji in na Japonskem 15-odstotni delež.

## Podjetje Akrapovič gradi nov razvojni center

Podjetje Akrapovič, d. o. o., v Ivančni Gorici na približno 1300 kvadratnih metrih površin gradi nov razvojni center, ki bo svojemu namenu začel služiti predvidoma aprila. Po besedah lastnika podjetja Igorja Akrapoviča bo en del centra namenjen testiranju izpušnih sistemov za motocikle in merjenje emisij izpušnih plinov na izpušnih sistemih, drugi del pa razvoju izpušnih sistemov za avtomobile, kjer bodo prav tako razvijali izpušne sisteme, ki bodo lažji in bodo imeli boljše lastnosti ter izkoristek od serijskih, predvsem supersportnih avtomobilov, kot so Porsche, Ferrari in Lamborghini. Akrapovič dodaja, da bodo imeli

prav na tem delu možnost merjenja emisij izpušnih plinov, tako da bodo lahko sami opravljali homologacije izpušnih sistemov, kar trenutno še delajo v Nemčiji. Razvojni center bo podjetju Akrapovič omogočil, da bo edini proizvajalec izpušnih sistemov, ki bodo lahko emisije izpušnih plinov merili sami. Na ta način bodo v podjetju veliko pridobili predvsem na času, saj merjenje izpušnih sistemov v testnih centrih po Evropi lahko traja več mesecev, sami pa bodo potrebne meritve lahko opravili v nekaj tednih.

V novem razvojnem centru bo zaposlenih od 15 do 20 ljudi, predvsem visokokvalificiranih inženirjev. Kadre bodo poskušali najti v Sloveniji, če ne, pa jih bodo iskali tudi v tujini. »Če bo posel z avtomobilsko industrijo potekal po načrtih, bomo lahko v prihodnosti zaposlili še dodatnih 50 do 100 ljudi,« dodaja Akrapovič.

Akrapovič je ob prejetju nagrade povedal, da je ta zanj presenečenje in da si jo je mogoče zaslužil zato, ker njegovo podjetje zaposluje več kot 230 ljudi, ki jih skuša čim bolje plačati, da jim tako povrne sadove njihovega dela.

Zahtevne izpušne sisteme podjetja Akrapovič uporabljajo vodilni svetovni izdelovalci motociklov, kot so Kawasaki, Honda, Suzuki, Yamaha, Aprilia, KTM in Ducati. ■

## Strojna fakulteta bo v sodelovanju s podjetjem Sistemaska tehnika razvijala bojna vozila

Fakulteta za strojništvo in podjetje Viator&Vektor sta podpisala pogodbo o dolgoročnem sodelovanju. »Strojna fakulteta bo s podjetjem Viator&Vektor sodelovala predvsem pri razvoju nove generacije bojnih vozil, in sicer v okviru hčerinskega podjetja Viator&Vektor Sistemaska tehnika,« je povedal dekan strojne fakultete Karl Kuzman. Razvoj tovrstnih vozil je zelo drag, zato bodo vozila s pomočjo računalnikov najprej modelirali, sledilo bo testiranje v virtualnem okolju, odpravljanje šibkih točk in nato izdelava. Sodelovanje s podjetjem Viator&Vektor je za Strojno fakulteto pomembno, saj se fakulteta pripravlja na bolonjsko prenavo študija, za katerega je značilno, da v njem enakopravno kot partnerji sodelujejo tako fakulteta in študenti kot gospodarstvo.

## Uprava Lama Dekani se strinja s ponudbo Titus International

Uprava podjetja Lama Dekani se je strinjala s prevzemno ponudbo, ki jo je v začetku leta objavil vodilni svetovni proizvajalec spojnega okovja za pohištvo, britanska družba Titus International. Omenjena družba je za delnico ponudila 1,516 evra.

## Gorenje in SG Automotive bosta sodelovala

Gorenje in podjetje Schefenacker Grah SG Automotive iz Slovenskih Kojnic sta podpisala pismo o nameri o poslovno-tehničnem sodelovanju. Pismo bo Velenjčanom omogočilo boljše oskrbo z materiali, komponentami in storitvami v neposredni bližini njihovih proizvodnih zmogljivosti. Nove komponente bodo razvijali skupaj z dobavitelji.

ARX – nova blagovna znamka Kovinoplastike Lož

# Okovje ARX wind 300 združuje pet inovacij

Polkensko okovje ARX wind 300 s svojo dovršeno zasnovo, prefinjeno obliko, zanesljivimi materiali in inovativnimi rešitvami presega sedanjo ponudbo polkenskega okovja tako na domačem kot tudi evropskem trgu. Z razvojem novega polkenskega okovja so v Kovinoplastiki Lož začeli leta 2003, po besedah vodje razvojnega projekta ARX wind 300 Aleksandra Vukoviča pa se dizajn polkenskega okovja tako zelo razlikuje od konkurence, da lahko govorimo o prepoznavnem hišnem slogu, ki bo postal stalnica vseh nadaljnjih programskih in izdelčnih skupin pod blagovno znamko ARX.

# ARX®

by Kovinoplastika Lož Inc.



V Kovinoplastiki Lož so se za razvoj polkenskega okovja ARX wind 300 odločili zaradi tržnih zahtev. Okovje združuje pet inovacij, ki so patentirane (evropski patenti) in dokazujejo funkcionalno ter tehnološko inovativnost. Pri izdelavi polkenskega okovja so uporabili tehnologije preciznega mehanskega preoblikovanja, toplokomornega tlačnega litja in brizganja polimerov. Podaljšano antikoroziivno obstojnost in dobo delovanja so poleg uporabe tehnologije kakovostnega

prašnega lakiranja dosegli tudi z vgradnjo polimernih elementov na spojih med kovinskimi deli okovja.

Razvoj novega polkenskega okovja je pomenil tudi priložnost za uvedbo nove blagovne znamke ARX, s katero želi Kovinoplastika Lož doseči nov ugled in mesto na trgu stavbenega okovja. »Z razvojem nove blagovne znamke ARX želimo izvesti predvsem repositioniranje blagovnih znamk nižjih cenovnih razredov. Na primer: v primeru polkenskega okovja želimo izdelke in blagovne znamke Jadro 100 in Jadro 200 repositionirati z novim programom oziroma blagovno znamko ARX wind 300. Hkrati želimo povečati tudi prepoznavnost matičnega podjetja in lastnih blagovnih znamk,« je povedal Vukovič.

Ime nove blagovne znamke ni bilo naključno izbrano. Beseda ARX je namreč latinskega izvora in pomeni mogočno, močno, varno, stabilno zavetišče oziroma trdnjavo, s čimer pri kupcu vzbudi predstavo o pojmovanju lastnega doma. Vse to je v sozvočju s funkcionalnostjo in varnostno funkcijo, ki

jo stavbno oziroma katero drugo okovje ali mehanizmi za odpiranje in zapiranje ter odklepanje in zaklepanje, kjer je varnost vedno bolj pomembna, zagotavljajo.

Pomembna konkurenčna prednost omenjenega polkenskega okovja se kaže predvsem v preprosti montaži s pomočjo posebnih šablon. Polkensko okovje ARX wind 300 je že na voljo domačim kupcem, prodajajo pa ga tudi v tujini, in sicer na območju vseh drugih državah nekdanje SFRJ, v Franciji, Italiji, Avstriji, Nemčiji, Romuniji, Rusiji, Turčiji in na Poljskem.

»Z razvojem in trženjem sodobnih, inovativnih izdelkov, torej izdelkov z višjo dodano vrednostjo, prepoznavnih pod lastno blagovno znamko, bomo nadaljevali z nenehnim poslovnim razvojem Kovinoplastike Lož,« pravi Vukovič.

Strategija blagovne znamke ARX predvideva več prodajnih programov, in sicer vrtljivo nagibno okovje (ARX Spin), vrtljivo okovje (Arx Basis), polkensko okovje (ARX Wind), zidne pritrdilce (ARX Fixture) in drugo. ■

## Sedem novih nagrajencev GZS za leto 2005

Na GZS so v začetku meseca podelili nagrade GZS za izjemne gospodarske in podjetniške dosežke v letu 2005. Dobitniki laskavega priznanja so direktor podjetja Bosio Štore Hugo Bosio, direktor družbe Profil Management Consulting iz Ljubljane Franc Jamšek, predsednik uprave Banke Koper Vojko Čok, direktor podjetja Klavdivar iz Žirov Milan Kopač, direktor BSH Hišni aparati Nazarje Matjaž Lenassi, predsednik uprave Taluma Kidričevo Danilo Toplek in direktor družbe Keko-Varicon Zoran Živič. Omenjenih 7 nagrajencev se bo na steni stavbe GZS pridružilo dozdajšnjim 258 nagrajencem. Predsednik GZS Joško Čuk je ob podelitvi nagrad dejal, da je poleg poslovnih rezultatov in vizije pomembna kompetentnost nagrajenca, ki mora dobro poznati svoj izdelek in ima v podjetju ter okolju pozitivno klimo. Dodal je, da je značilnost letošnjih nagrajencev skrb za dolgoročno strategijo podjetja in vlaganja v znanje, kadre in razvoj.



Foto: Zare Modlić

# KomTronic® : nova generacija obdelovalnih sistemov z U-osjo



Mehatronski obdelovalni sistem z U-osjo je namenjen uporabi na sodobnih CNC-obdelovalnih centrih. Sestavlja ga kompaktna planska glava z drsnikom, ki ga poganja servomotor prek navojnega vretena.

Nastavni mehanizem in elektronika sta vgrajena v orodno glavo. Brezkontaktni prenos energije in podatkov poteka induktivno od statorja, nameščenega na vretenu stroja, do rotorja na orodju. Tako je sistem povezan s krmiljem stroja, kjer lahko z običajnim programskim jezikom NC in interpolacijo z Z-osjo obdelujemo kompleksne konture izvrtine.

Z nadaljnjim razvojem preverjenih mehatronskih obdelovalnih sistemov z U-osjo KomTronic® je nastal modularni sistem, ki omogoča uporabniku večjo prilagodljivost in razširja možnosti uporabe. Izjemno kompaktna gradnja omogoča uporabo teh sistemov z velikostjo HSK 63 in SK 40 v menjalniku orodij večine sodobnih obdelovalnih centrov.

Posebno značilna je konstrukcija novega nastavka drsnika.

Tako kakor dosednji sistemi se lahko prilagodi različnim pogonskim sistemom KomTronic® ali in-

tegriranim pogonom U-osi v vretenu stroja. Tako lahko z menjavo mehanskih elementov v nastavku pomične glave spreminjamo nastavno pot in korak.

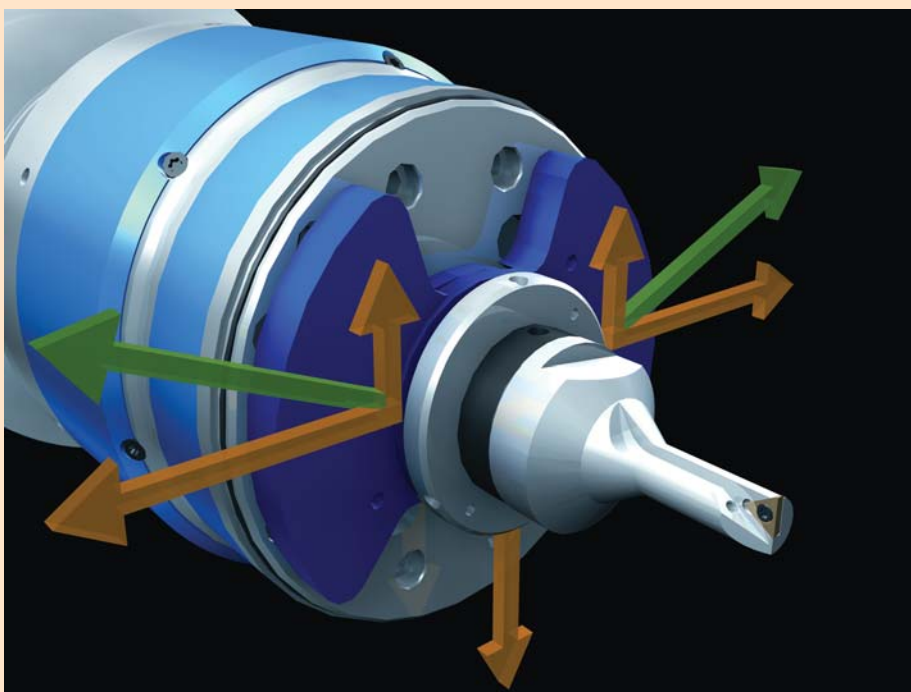
Modularno zgrajena je tudi elektronika – strojna oprema – pogonske enote. Ločeno postavljeni moduli razširjajo možnosti diagnoze in omogočajo preprosto zamenljivost pri prilagajanju ali menjavi pri procesu obrabljenih modulov.

Značilna novost nove generacije U-osi je dinamično balansiranje. Konstrukcijska izvedba uspešno omogoča prvo popolnoma dinamično balansiranje sistema, neodvisno od giba.

Poleg tega je preprečeno pretvarjanje centrifugalnih sil v reakcijske sile ohišja, ker se centrifugalne sile izravnalne uteži in sistema drsnik-orodje v pogonski smeri seštevata. Posledica je kar najmanjši pogonski vrtilni moment.

Nova generacija sistemov U-osi KomTronic® prinaša s svojo modularno gradnjo vsestranske možnosti uporabe, večjo prilagodljivost zahtevam posamezne aplikacije in preprostejše servisiranje.

Z novim balansirnim sistemom je omogočen izjemno miren tek tudi pri visokem številu vrtljajev.



## PROIZVAJALEC

KOMET GROUP GmbH  
Zeppelinstraße 3  
D-74354 Besigheim  
tel.: +49(0)7143.373-0  
telefaks: +49(0)7143.373-233  
E-pošta: info@kometgroup.com  
spletna stran: www.kometgroup.com

## Prodajni partner v Sloveniji:

SCHMIDT HSC, d. o. o.  
Kidričeva 25, 3000 Celje  
tel.: (03) 4900 850  
telefaks: (03) 4900 852  
E-pošta: info@hsc-schmidt.si  
spletna stran: www.hsc-schmidt.si

# KOMET<sup>®</sup> GROUP

THE GROUP OF SOLUTIONS



**4 your eyes only**

Orodje. Rešitve. Upravljanje projektov. – Izključno za Vas.  
Štiri znamke, osredotočene na svet obdelave izvrtine.



**SCHMIDT**  
PREDANI USTVARJANJU REŠITEV

Prodajni partner  
KOMET GROUP v Sloveniji:  
SCHMIDT HSC, d.o.o.  
Kidričeva 25 - 3000 Celje  
tel. 03 4900 850  
fax. 03 4900 852  
e-mail: [info@hsc-schmidt.si](mailto:info@hsc-schmidt.si)  
spletna stran: [www.hsc-schmidt.si](http://www.hsc-schmidt.si)

[www.kometgroup.com](http://www.kometgroup.com)

# Splača se biti strojnik in elektrotehnik

Najbolj iskani kadri v Sloveniji so inženirji strojništva, elektrotehnike, računalništva in gradbeništva. Med visokoizobraženimi pa so najbolj iskani poklici univerzitetni diplomirani inženir strojništva, elektrotehnike, računalništva ali informatike. Za promocijo študijskih smeri in programov, ki nudijo največjo možnost zaposlitve in po katerih je povpraševanje na trgu delovne sile v Sloveniji največje, se je letos odločila tudi vlada oziroma Ministrstvo za visoko šolstvo.

V novem študijskem letu 2006/2007 bo na univerzah v Ljubljani, Mariboru in na Primorskem ter samostojnih visokošolskih zavodih razpisanih 24.982 mest, od tega 17.003 za redni in 7.979 za izredni študij. To pomeni, da bo skupno število vpisnih mest v študijskem letu 2006/2007 za 188 večje kot v študijskem letu 2005/2006. Dobra polovica vpisnih mest bo namenjena univerzitetnim študijskim programom, natančneje 12.972, slaba polovica, 12.010, pa visokošolskim strokovnim programom.

V Razpisu za vpis v visoko šolstvo 2006/2007 so zlasti spremenjena razmerja po študijskih področjih v korist naravoslovju in tehniki. Tako je na področju družbenih ved, poslovnih ved in prava število razpisanih mest v primerjavi z lanskim razpisom manjše za 10 odstotkov. Na področju humanistike je 4,5 odstotka razpisanih mest več. Na področju naravoslovja, matematike in računalništva pa je razpisanih za 13,7 odstotkov več mest kot lani. Na področju tehnike, proizvodne tehnologije in gradbeništva gre za 10,5-odstotno povečanje.

Minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Jure Zupan se je v minulih tednih sešel s številnimi dijakinjami in dijaki ključnih letnikov srednjih šol, ki nameravajo šolanje nadaljevati na visokošolskih ustanovah. Seznanil jih je z letošnjim razpisom za vpis na različne programe, ki jih nudi visoko šolstvo, govoril pa je tudi o zaposlitvenih možnostih, o prizadevanjih vlade za povečanje vpisa na tehniki in naravoslovju, o bolonjskem študiju, mobilnosti in aktualnih vprašanjih s področja visokega šolstva.

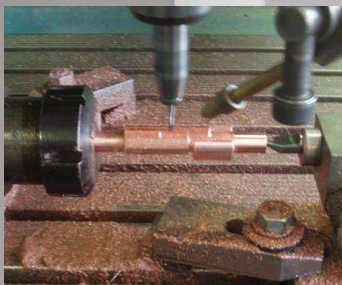
Poleg ministra in njegovih sodelavcev so na pogovoru sodelovali tudi predstavniki univerz ali raziskovalnih inštitutov oziroma raziskovalci iz regije, kjer je potekal pogovor. Da bi bil obisk za dijake čim bolj zanimiv in koristen, so na pogovoru sodelovali tudi predstavniki regijskega gospodarstva, in sicer iz podjetja, ki nudi mladim izobraženim kadrom možnost zaposlitve in ki vlaga v raziskave ter razvoj. Na pogovorih so sodelovali tudi minister za delo, družino in socialne zadeve Janez Drobnič oziroma kateri drug predstavnik Mi-



nistrstva za delo, družino in socialne zadeve ter predstavnik območnega zavoda za zaposlovanje, ki je dijakinjam in dijakom podal informacije o štipendijski politiki, perspektivnih poklicih in zaposlitvenih možnostih.

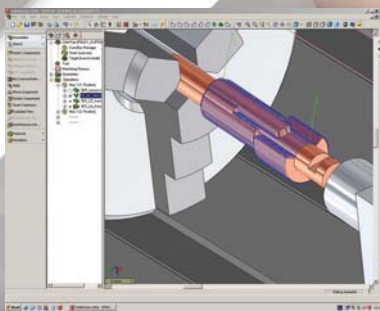
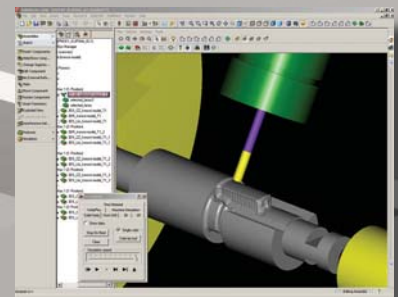
Na predstavitev je minister Zupan navajal poklice, ki so v Sloveniji najbolj iskani. Zanje se je večinoma mogoče izobraževati na naravoslovno-tehniških, zdravstvenih in pedagoško usmerjenih študijskih smereh, za katere pa v zadnjih letih ni bilo takega povpraševanja kot po družboslovnih smereh. Hkrati so to tudi področja, na katerih je po deležu študentov največja negativna razlika med Slovenijo in povprečjem v Evropski uniji. ■

## Prava izbira za načrtovanje in proizvodnjo - certificiran CAM sistem za **SolidWorks®** in **Autodesk Inventor®**

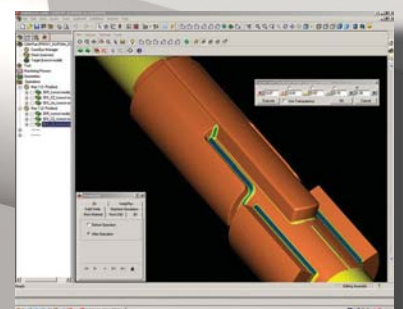


- 2.5D rezkanje
- 3D rezkanje
- 3+2 večstransko rezkanje
- Sočasna 5-osna obdelava
- Struženje + gnana orodja
- 2/4-osna žična elektroerozija-EDM

# SolidCAM



**Ugodna ponudba v  
paketu SolidCAM2006  
skupaj s  
SolidWorks2006!**



Popolno programsko orodje za CNC programiranje

CAD/CAM ing. in CNC stroji Jernej Lokovšek s.p.

Bajtova ul. 3, 1000 Ljubljana Tel.: +386 1 42 24 904, Faks: +386 1 422 4905, E-pošta: info@solidcam.si, www.solidcam.si

# Podelitev priznanj in nagrad mladim inovatorjem

Inštitut za inovativnost in tehnologijo je lani v sodelovanju z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo pripravil projekt oziroma nagradna natečaja za mlade inovatorje pod skupnim imenom Eureka! 2005. Prvega je poimenoval Poletite z idejo, drugega pa Inovacija prinaša koristno novost. Na natečaja, katerih namen je bil spodbuditi čim več mladih inovatorjev, je prispelo 120 nalog, ki jih je pripravilo 151 dijakov in študentov ter 35 mentorjev iz 25 srednjih šol in fakultet. Zaključna prirediteljska podelitev priznanj in nagrad Eureka za najbolj ustvarjalne in inovativne dosežke mladih v letu 2005 je potekala 9. februarja v prostorih Instituta Jožef Stefan v Ljubljani.

Namen prvega natečaja z naslovom Poletite z idejo je bil spodbuditi mlade k razmišljanju o novih izzivih in k temu, kaj bi se dalo izboljšati ali celo narediti na novo. Za razpisovalce natečaja je bilo pomembno predvsem to, da sodelujoči zaznajo vsakodnevne probleme ter skušajo najti originalne in domiselne rešitve.

Drugi natečaj z naslovom Inovacija prinaša koristno novost je skušal spoznati mlade inovatorske razvijalce z zahtevnejšimi nalogami. Pri tem ni šlo le za spodbujanje čuta za iskanje novega, ampak za iskanje takih inovatorjev, ki so prek raziskovalno-razvojnega dela uspeli izdelati prototip (če omenjamo le tehnološko usmerjene) in že razmišljajo o končnem rezultatu. To pomeni, da je njihova potencialna inovacija tudi tržno zanimiva ali drugače uporabna. Njihove posebej zanimive iznajdbe bi bile za nekatera podjetja ali trg zanimive že danes.

Prav o tem, kako prenesti inovacijo v gospodarstvo, so se med drugim spraševali govorniki na podelitvi priznanj in nagrad. Direktor IJS prof. dr. Jadran Lenarčič se je tako med drugim vprašal, kaj narediti, da bi znanje iz laboratorijev čim hitreje prenesli do uporabnikov v medicino in gospodarstvo ter jih uresničili. Direktor inštituta za inovativnost in tehnologijo doc. dr. Borut Likar je poudaril pomembnost idej in dodal, da so ideje mladih izjemno dragocene in da je to področje, v katerega je treba vlagati. »Ideja je včasih manj kot odstotek, vse drugo do faze, ko ideja postane uporabna, pa potrebuje še veliko znanja, stikov,

strokovnega, raziskovalnega in poslovnega dela. Ta podpora nam še manjka in prav to je poslanstvo našega projekta. Torej, kako prispevati kamenček v mozaiku, ki ga mora nekdo sestaviti, če hočemo priti do inovacije,« dodaja Likar. Predsednik ocenjevalne komisije in državni sekretar na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo dr. Aleš Mihelič je poudaril, da so se za podporo projektu odločili tudi zato, ker je delež inovativnih podjetij v Sloveniji zelo majhen, ker je treba inovativnost vzgajati in spodbujati ter mlade usmerjati k inovativnosti. »V Sloveniji imamo le 21 odstotkov podjetij, ki so inovativna, kar pa je enkrat manj, kot v Evropski uniji, kjer je inovativnih podjetij 44 odstotkov. Med malimi podjetji imamo le 12 odstotkov inovativnih podjetij, med srednjimi 25, med velikimi pa 55 odstotkov, ker je še vedno malo,« je povedal Mihelič.

Nagrade ter 25 zlatih, 25 srebrnih in 26 bronastih priznanj so podelili minister z Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo dr. Jure Zupan, državni sekretar dr. Aleš Mihelič ter direktor Inštituta za inovativnost in tehnologijo doc. dr. Borut Likar.

Drugo mesto je osvojila inventorka Lavoslava Benčič z Inštituta in akademije za multimedije, ki je razvila projekt z naslovom Urbaniščična igra. Usmerjen je v raziskovanje potreb ljudi in problemov urbanega okolja skozi interaktivno igro. Na ta način lahko prebivalci nekega kraja, ki so v bistvu igralci njene igre, javno izrazijo svoje potrebe v zvezi s prostor-

skimi vprašanji in jih v sodelovanju z oblastmi in strokovnjaki tudi dejavno rešujejo.

Tretje mesto pa je pripadlo Bogdanu Valentanu s Fakultete za strojništvo v Mariboru, ki je razvil vozilo na hibridni pogon s prilagodljivo regulacijo navora pomožnega motorja. Gre za prevozno sredstvo, ki se pretežno poganja z močjo človeških mišic in je hkrati podprto tudi s pomožnim motorjem. To ekološko vozilo je še posebej uporabno za mestne in primestne prevoze.

Ocenjevalci so za najbolj podjetniški projekt ocenili nalogo z naslovom Analogna modernizacija modelov železnic Nejca Staniča s Srednje pomorske šole Portorož, najbolj inovativni projekt pa je naloga z naslovom Odtok Jerneja Rajha in Martina Špesa.

V okviru natečaja Poletite z idejo so podelili dve prvi nagradi. Za nalogo z naslovom Govoreča miza sta jo prejeli Sanja Šetar in Tina Trunkl s Srednje šole za oblikovanje Maribor, za napravo za zlaganje serviet pa sta jo prejela Martina Brezovnik in Dejan Šraml z Univerze na Primorskem, Fakulteta za management Koper.

Tretje mesto sta osvojila Uroš in Davor Cestnik z nalogo Zaščitna napihljiva preobleka za vozilo. Najbolj odštekana ideja pa je pripadla nalogi Spreminjajoč profil pnevmatike avtorjev Andreja Bežjaka, Tanje Novak in Dejana Šramla z Univerze na Primorskem, Fakulteta za management Koper. ■



## Nagrade:

Prvo nagrado v okviru natečaja Inovacija prinaša koristno novost so prejeli Mario Čuček, Tadej Fidler, Matej Verk in Roman Zupanc iz Poklicne in tehniško strojne šole iz Celja, ki so razvili in izdelali napravo za lomljenje tlakovcev, opečnih zidakov in podobnih nearmiranih izdelkov. Prednost inovacije je v tem, da je enostavna, lahka, prilagodljiva trenutnim zahtevam in cenovno dostopnejša od podobnih naprav. Inventorji imajo že prve kupce.

# Letni kongres združenja avtomobilske dobaviteljske industrije Bavarske - BAIKA

Milan Bavec, svetovalec ACS

BAIKA, združenje avtomobilske dobaviteljske industrije Bavarske, je v Audi Forumu v Ingolstadtu organizirala letno konferenco in strokovno razstavo dobaviteljev v avtomobilski industriji. Na konferenci je sodelovalo nekaj več kot 1300 udeležencev iz 20 držav, na razstavi pa približno 150 razstavljalcev. Prireditvi je poleg poslovnih in strokovnih krogov veliko pozornosti namenila tudi deželna vlada Bavarske in mesto Ingolstadt, saj je avtomobilska industrija najpomembnejša veja v bavarskem gospodarstvu, od njenega stanja in razvoja pa je odvisen velik del prebivalstva.

V uvodnem, plenarnem delu so sodelovali minister za gospodarstvo, infrastrukturo, promet in tehnologije Otto Wieselhuber, nadžupan mesta Ingolstadt Alfred Lehman in član uprave Audijskega koncerna Rupert Stadler. Govorili so predvsem o smernicah razvoja in konkurence v prihodnjih desetih letih, s poudarkom na demografskih spremembah, ekologiji, razvoju novih tehnologij, rasti azijskih trgov in drugih dejavnikih, ki bodo krojili dogajanja na avtomobilskem trgu. Precej pozornosti so namenili tudi izgubi delovnih mest v preteklosti in ne najbolj rožnatim napovedim za prihodnost. Minister je pozval k hitrejšemu razvoju in novostim, saj le-te omogočajo nadaljnjo konkurenčnost nemške avtomobilske industrije, k povezovanju znanosti in industrije ter brzdanju in zmanjševanju stroškov dela. Predsednik BAIKA prof. dr. Josef Nassauer je ob tej priložnosti predstavil poročilo o številnih dejavnostih združenja v minulih dveh letih.

Na konferenci so predstavili več prispevkov na temo dobaviteljstva. Precej pozornosti so namenili novim poslovnim prijemom in strategiji v proizvodnji ter administraciji,



pomembnosti tržnih raziskav in svetovanju v avtomobilski industriji, moči raziskav ter znanstvenemu napredku na področjih inzulina, avtomobilskih katalizatorjev in dizelskih motorjev.

V drugem delu konference je delo potekalo v treh skupinah, in sicer Innovation & Excitation, Research & Development in Efficiency & Quality. Avtorji referatov (iz Audijskega koncerna, BMW-ja, VDO Siemens in Delphia) so obravnavali tehnične, ekonomske in dobaviteljske vidike velikega števila izdelb ter različic vozil. Joachim Armhein je predstavil strategijo HBPO GmbH, joint venure, družbe, ki so jo predlagali z namenom, da se uveljavijo kot globalni sistemski integrator sprednjega dela avtomobilov, ustanovili Hella, BEHR in OP. Prof. dr. Ottmar Schneck je razložil tehnike in metode ratingov v avtomobilski industriji. Priporočil je izdelavo ratingov po naročilu dobaviteljskih podjetij, kar je pomembno za odpravo lastnih slabosti, spoznavanje priložnosti in tveganj ter izboljšanje poslovnega *know-howa*.

Ob robu konference je potekala tudi mednarodna razstava, na kateri se je predstavilo približno 150 razstavljalcev – posamičnih dobaviteljev in grozdov. Predstavljali so vse, od plastičnih in kovinskih delov, mehanskih, elektronskih ter elektromehanskih sestavin do zelo zapletenih delov avtomobila. Precej je bilo tudi podjetij in ustanov, ki so ponujali razvojne storitve ter različno programsko opremo. ■





# Na konferenci MANVIS o izboljšanju konkurenčnosti evropske industrije

Milan Bavec, svetovalec ACS

Konec oktobra je na Bledu potekala konferenca Manvis, na kateri je sodelovalo 170 predstavnikov iz 19 držav članic EU, med njimi 50 iz Slovenije, in treh kandidatki za vstop v EU. Vsebina konference je bila namenjena predvsem zaključnemu poročilu projekta Manufacturing Visions, ki se je začel v začetku leta 2004, njegov namen pa je bil spremljanje dogajanj pri procesih za izboljšanje konkurenčnosti evropske industrije. V projekt je bilo vključenih nekaj več kot 3000 evropskih industrijskih strokovnjakov, v raziskavi pa so sodelovali tudi strokovnjaki iz ZDA in Azije.

Raziskava je potekala po metodi Delphi, s pomočjo katere so strokovnjaki ocenjevali pomembnost in časovno opredelitev približno 100 izjav, ki so se nanašale na morebitne dogodke v industriji v prihodnjih 20 letih. Pomembne ugotovitve konference ManVis so:

- V prihodnjih letih bo prevladovala konkurenčnost stroškov dela, EU bo izgubila del proizvodnje, delo pa se bo prenašalo tudi znotraj EU, predvsem v nove članice, ki pa bodo hitro izgubile to konkurenčno prednost.
- Odlična lokalna proizvodnja in razvoj za lokalne potrebe kot splošna možnost sta pravi odgovor za ohranitev proizvodnje.
- Proizvodnja, ki bo naklonjena ekologiji in varovanju okolja, temeljila pa bo na novih materialih, učinkoviti izrabi energije in naprednih proizvodnih storitvah, se bo razvila v konkurenčno prednost Evrope.
- Proizvodnja bo temeljila na učinkoviti uporabi visokorazvitih tehnologij in avtomatizaciji proizvodnje novih izdelkov (mikroelektro-mehanski sistemi, nanotehnologije, niše v avtomatizaciji).

Najbolj ambiciozna in daljnosežna je vizija evropskega vseobsegajočega inovacijskega



sistema, ki zajema razvoj proizvodov, proizvodnjo, dobavno verigo in logistiko. Za uresničitev tega bo treba:

- oblikovati proizvodnjo, ki bo temeljila na izpopolnjenih tehnologijah,
- razviti znanja, ki bodo temeljila na učebnih se podjetjih in industrijah,
- zagotoviti konkurenčnost podjetij z individualnimi inovacijskimi sistemi,
- ponovno opredeliti zahteve,
- obdržati evropsko gospodarsko povezavo.

Prvi dan konference je bil namenjen vlogi inovativne proizvodnje za Evropo, nadaljnje delo konference pa je potekalo v šestih sekcijah, kjer so obravnavali rezultate raziskave po različnih področjih. V sekciji Novi poslovni koncepti so bile predstavljene možnosti dopolnjevanja osnovnih dejavnosti podjetij z dodatnimi storitvami. V predlogih je bilo še nekaj pomanjkljivosti, vendar pa je njihova korist v tem, da podjetnik išče nove možnosti in rešitve. Druga sekcija je bila namenjena prestrukturiranju proizvodnih dobaviteljskih verig z vidika no-

vih članic EU. Diskusija je potekala pod vplivom akademskih razpravljavcev iz Romunije, Bolgarije, Hrvaške in Madžarske.

Osrednje teme drugega dne so bile okrogle mize, na katerih so udeleženci obravnavali področja strojegradnje, tradicionalnih proizvodov, avtomobilske industrije, opreme in elektronike ter gume in plastike. Na okrogli mizi Automotive, ki jo je vodil direktor področja inovacij iz BMW dr. G. Kemp, so poleg obravnave raziskav v avtomobilski industriji na osnovi petih izjav Delphi, ki jo je podal dr. Gunis z bratislavske univerze, nekaj pozornosti namenili tudi biogorivom, možnosti reciklaže avtomobilskih delov in proizvodnji vozil od OEM k dobaviteljem Tier 0,5 ter boljši opredelitvi elektronskega menedžmenta vozil.

Konferenca se je končala s prispevkom R. Clowesa iz Aerospacea o poslovnih odličnostih in z zaključnim govorom gospoda Tokomanisa, ki je ponovno poudaril pomembnost obravnavanih tem za nadaljnji obstoj EU. ■

# Mastercam®

## Vodič po programu MastercamX

### v slovenščini

**NOVO!**



Šolanje uporabe programa Mastercam  
Zastopstvo za program Mastercam  
Prilagoditve postprocesorjev  
CIMCO DNC povezave strojev



**a CAM**

A-CAM, inženiring, d.o.o.  
Predjamska cesta 11, Ljubljana

[www.mastercam.si](http://www.mastercam.si)  
01/257 63 21

**CIMCO**  
Integration

# Programski svet ACS je potekal v luči inovativnosti in razvojne problematike

Dušan Bušen, direktor ACS

ACS je decembra v Kendovem dvorcu v Spodnji Idriji organiziral 4. programski svet. Gostitelj srečanja je bila korporacija Hidria, d. d., iz katere izhajata tudi dva člana – Rotomatika Sp. Idrija in AET Tolmin. Srečanja, ki ga je vodil direktor ACS Dušan Bušen, se je udeležilo 28 sodelavcev iz 21 članic ACS.

V uvodnem delu programa, ki je bil namenjen gostiteljem, je podpredsednik Hidrie Iztok Seljak predstavil dejavnosti Hidrie na področju avtomobilske industrije, udeležence pa sta pozdravila še predsednik družbe Edvard Svetlik in direktor Rotomatike Dušan Lapajne.

Prvi del programskega sveta je bil namenjen inovativnosti. Erhard Feige iz družbe Mc Kinsey je predstavil zanimiv pristop te znane svetovalne družbe pri uvajanju vitke proizvodnje z naslovom »Lean Manufacturing in Automotive«. Po predavanju se je

razvila živahna razprava o pristopu ter tujih in slovenskih izkušnjah, v kateri sta poleg predavatelja in udeležencev sodelovala še dolgoletni sodelavec družbe Mc Kinsey dr. Peter Kraljič in področni direktor omenjene družbe dr. Ulrich Fincke. V nadaljevanju je svetovalec pri GIZ ACS Milan Bavec predstavil raziskavo FAST 2015 (*Future Automotiv Industry Strukture*), ki sta jo opravila Mercer Management Consulting in Fraunhofer-Institute IML, nanaša pa se na napovedi razvoja in sprememb v globalni avtomobilski industriji do leta 2015.

Drugi del srečanja je bil namenjen razvojni problematiki ACS. Aleš Grad iz Revoza je načel več zanimivih tem, povezanih z odnosi članic ACS in drugih slovenskih dobaviteljev z Revozom, ter podal dragocene smerice za še boljše sodelovanje v prihodnje. Pristop in dogajanja pri skupnem razvojnem projektu ACS, to je PTC, je predstavil vodja

projekta dr. Petar Orbanic iz Cimos. Glede na uspešnost projekta na področjih novih tehnologij in materialov ter mehatronike je nadaljnje organiziranje takih skupnih dejavnosti vabljivo. Novosti in dejavnosti ACS v sklopu tehnološke platforme Vozila, ceste in promet, je predstavil Iztok Seljak. Zamisel o tehnoloških platformah je največja priložnost in izziv prihodnjih skupnih projektov. Razvojne dileme GIZ ACS so verjetno zanimive za vse člane. Nagla rast grozda, njegove dejavnosti in spremembe v avtomobilski industriji pa so teme, ki bi jim morali nakloniti več pozornosti tudi v notranjih povezavah združenja. Več dejavnosti v povezovanju je pričakovati v tem letu. Programski svet se je končal z ogledom proizvodnje Rotomatike.

Gradivo o raziskavi FAST 2015 in prispevke posameznih predavateljev, ki so najverjetneje zanimivi za vse, ki delajo v avtomobilski industriji, lahko dobite v pisarni ACS. ■

## Izziv je biti konkurenčen v globalni »avtomobilski vojni«

Dušan Bušen, direktor ACS

Globalizacijski procesi povzročajo v avtomobilski industriji korenite spremembe, ki so povezane predvsem z večjo učinkovitostjo vlaganj v inovativno dejavnost ter izkoriščanjem in komercializacijo rezultatov. Poleg ljudi in tehnologij je znanje odločilni generator sprememb v današnjem svetu. Znanje je srce vsakega uspešnega podjetja, zagotav-

lja dinamiko v razvoju, premaguje izzive in odloča o uspešnosti na trgu.

Naša uspešnost je tako močno povezana z obvladovanjem, povezovanjem, dopolnjevanjem in nadgradnjo znanja oz. kompetenc, ki jih imamo v posameznih sredinah. Samo tako je omogočeno doseganje visoke dodane vrednosti in s tem konkurenčnosti na trgu, kljub zelo dragi delovni sili. Vse to pa ni mogoče brez pravih ljudi, uporabnega znanja, preskoka na nove inovativne izdelke, tehnologije in storitve.

Prva delavnica na to temo je bila organizirana v okviru ACS-a, pod mentorstvom mag. Mateje Dermastie in strokovnim vodstvom dr. Petra Orbanice. Delavnice se je udeležilo 36 vodilnih menedžerjev in strokovnjakov iz 23 podjetij in 4 institucij.

Na njej se je pokazalo, da imamo prave ljudi, da imamo uporabno znanje in predvsem to, da imamo ideje in zamisli o novih izdelkih, tehnologiji in storitvah. Žal, pa vsega tega ne izkoristimo učinkovito.

Brez korenitih sprememb v načinu razmišljanja tako ne moremo pričakovati ohranjanja ravni socialne države, kaj šele preboja med vodilne. V prihodnje bo tako potrebno še več pozornosti in energije vlagati v vzpostavljanje čim ugodnejšega okolja za inovativno in visokotehnološko dejavnost. Eden poglobitvenih procesov pri tem je, da se na skupnih delavnicah identificira ključna področja, kjer obstaja možnost združevanja in prodora z novimi proizvodi oz. tehnologijami. V prihodnosti bo tako nastala nova pomembna tehnologija, funkcija ali izdelek.

V kolikor bomo uspeli svoje potenciale medsebojno učinkovito povezati, bomo zagotovili osnovne pogoje za uspešnejši preskok na nove inovativne izdelke (module), tehnologije in storitve. Pri tem pa ne smemo pozabiti na dejstvo, da vsak napačen ali prepozen odziv lahko povzroči dolgoročno izgubljeno priložnost, izgubo trgov in kupcev. ■

Utrinek iz delavnice; GZS, 13. 1. 2006



# Projekt NEAC

Projekt NEAC (Network of European Automotive Competence) je mednarodni raziskovalni projekt vzpostavitve mednarodne mreže regionalnih avtomobilskih grozdov iz desetih regij Evropske unije in ene regije zunaj EU. Projekt se izvaja v okviru raziskovalnega programa INTERREG IIC WEST ZONE NETWORK, začel pa se je aprila 2005 in bo zaključen decembra 2007.

Namen projekta je vzpostaviti skladne okvirje za boljše razumevanje regijskih avtomobilskih kompetenc in odličnosti v kontekstu EU, in sicer z razvojem skupnih pristopov in instrumentov za povečanje regijske in evropske konkurenčnosti avtomobilskega sektorja v prihodnosti.

## Pričakovani rezultati projekta so:

- izgradnja skladne mreže komunikacij, izmenjave in diseminacije strateških in razvojnih kompetenc za partnerstvo avtomobilskih grozdov v Evropi (vključujoč neprekinjen benchmarking),
- izdelava zemljevida partnerskih avtomobilskih grozdov za identifikacijo potencialnega izboljšanja in priložnosti izmenjave najboljših praks na področjih konkurenčnosti (znanje in uspešnost), inovacij in tehnologije ter podpornih storitev za grozde (npr. politike in orodja),
- evalvacija konkurenčnosti regionalnih avtomobilskih grozdov in SMP v regijski in EU-perspektivi v luči globalnih tehnoloških smernic,
- postaviti korelacije med uspešno podporo kompetenc in regijsko konkurenčnostjo, poenotiti regijske programe za povečanje konkurenčnosti in uskladili skupen strateški pristop za nadaljnjo konkurenčnost avtomobilskih regij v EU.

## Projekt je sestavljen iz petih delov, in sicer:

- Komponenta 1 – Vodenje projekta. V projektu NEAC je Birmingham Chamber (BCI) vodilni partner, odgovoren za celotno vodenje projekta. Njegova naloga je postavitev administracije in strukture vodenja za mrežo, razvoj načrta dela in kooperacijskega sporazuma med sodelujočimi regijami. BCI je odgovoren za finančno vodenje projekta in koordinacijo dejavnosti mreže. Izveden je bil »Launch Event« 5. in 6. julija 2005 v Birminghamu kot predstavitvena razstava za regijo West Midlands.

- Komponenta 2 – Asesment kompetenc. Vodja komponente je Slovenija, pod mentorstvom regije Northrhine Westphalia (Nemčija). Dejavnost, ki jo opravlja ta komponenta, je oblikovanje vprašalnika in navodil za asesment avtomobilskih kompetenc v regionalnih dobaviteljskih bazah po istih merilih. Področja, ki bodo pokrita, so javna politika (npr. razvoj in raziskave, tehnološki transfer, inovacije in znanje), demografija grozda (npr. tehnološki fokus, institucionalni okvir in strateške možnosti) ter predstavitev regionalnih zgodb o uspehu.
- Komponenta 3 – Asesment konkurenčnosti. Vodja komponente je regija Saxony (Nemčija), pod mentorstvom regije Saxony Anhalt (Nemčija) in z dodatnimi usmeritvami s strani BCI. Dejavnost, ki jo obsega ta komponenta, je oblikovanje vprašalnika in navodil za usklajen benchmarking SMP in tehnoloških centrov po istih merilih ter usposabljanje lokalnih trenerjev za izvedbo benchmarkinga. Namen projekta je benchmarking 300 SMP (25 SMP na regijo), izdelava evalvacije konkurenčnosti SMP v okviru regionalnega avtomobilskega grozda in med vsemi SMP v projektu itd.
- Komponenta 4 – Programi konkurenčnosti. Vodja komponente je regija Lower Silesia (Poljska). Dejavnosti, ki jih pokriva ta komponenta, so povezave med regijsko kompetenco in regijsko konkurenčnostjo, evalvacija vpliva regionalne politike, zmanjšati regionalne razlike in priložnost za izmenjavo najboljših praks, narediti priporočila politiki za večjo avtomobilsko konkurenčnost EU za evropsko javnost.
- Komponenta 5 – Diseminacija in promocija. Vodja komponente je regija Comunidad Valenciana (Španija), pod mentorstvom regije Lorraine (Francija). Dejavnosti, za katere je zadolžena ta komponenta, pa so postavitev disemina-

cijske infrastrukture vključno s spletno stranjo in novicami, predstavitev ciljev projekta, rezultatov, ključnih udeležencev in ustvarjalcev politike na regijski in EU-ravni, mreženje operacij in promocija evropske avtomobilske odličnosti, vključno »Launch« and »Showcase Events«.

V projektu sodelujejo regije West Midlands (Velika Britanija), Wales (Velika Britanija), Slovenija, Saxony (Nemčija), Saxony-Anhalt (Nemčija), Lower Silesia (Poljska), Comunidad Valenciana (Španija), Northrhine-Westalija (Nemčija), Lorraine (Francija), Regio-Emilia (Italija), Samara oblast (Rusija).

Rezultati v okviru komponente »Asesment kompetenc« bodo predstavljeni na konferenci, ki bo 1. in 2. marca 2006 v hotelu GOLF na Bledu. Uvodoma bosta udeležence konferenčne nagovorila dr. Karl Kuzman iz Univeze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, in dr. Andrej Horvat, državni sekretar v Službi Vlade RS za usklajevanje in spremljanje izvajanja Strategije razvoja Slovenije. V nadaljevanju konference bo mag. Mateja Mešl predstavila vizijo Gospodarske zbornice Slovenije na področju sodelovanja gospodarstva in znanosti v Sloveniji, Stephen Priest bo predstavil znanja, ki jih bodo morali imeti prihajajoči avtomobilski inženirji, Amalia Di Stefano iz združenja CLEPA pa bo predstavila instrumente za povečanje konkurenčnosti evropske avtomobilske industrije, kot so CARS21 in novi pristopi na področju usposabljanja in izobraževanja. Po predstavitvi vsebine projekta »Policentrični tehnološki center kot inovativni sistem slovenske avtomobilske dobaviteljske industrije« (predstavil ga bo Dušan Bušen) se bo konferenca nadaljevala z delavnicami, ki bodo pravzaprav predstavitev dobrih praks, ugotovljenih po delavnicah v okviru regij. Konferenca bo potekala v angleškem jeziku. ■



## Network of European Automotive Competence

# RAVNE STEEL CENTER

## Najsodobnejše središče orodjarske industrije v Sloveniji

Ravne Steel Center, d. o. o., (RSC) je prodajno-skladišni center, ki orodjarjem poleg jekla ponuja tudi mehansko in toplotno obdelavo orodij. Ob bok RSC spadata tudi podjetji STEEL, d. o. o., in TKC, d. o. o., ki celostno pokrivata tehnološko zahtevne programe toplotnih obdelav in varjenja za orodjarsko industrijo. Skupina, ki ima za temeljno vodilo celostno storitev, ima poleg vrste specializiranih dejavnosti organizirano tudi skupno logistično službo, ki skrbi za prevzem in dostavo materiala ter storitve pri orodjarju.



Podjetje Ravne Steel Center, d. o. o., na Litostrojski cesti je postalo najsodobnejše skladišče za orodjarski segment v Sloveniji, saj dobavlja celoten spekter orodnih in specialnih konstrukcijskih jekel. Skladišče, ki je sodobno organizirano in je v njem mogoče ustvariti veliko zalogo jekel, so projektirali

tuji projektanti z dolgoletnimi izkušnjami, ki so s posebej projektirano logistiko in razrezo kapaciteto omogočili, da skupina lahko v treh dneh na trg dobavi katero koli jeklo. Skladišče je na pet tisoč kvadratnih metrov površin, v njem pa je organiziran največji hladni razrez v Sloveniji po zmogljivosti razreza in reznih dimenzijah. S svojimi devetimi tračnimi žagami pokriva rezanje jekla, preseka do 1400 x 2000 milimetrov in dolžine razreza do 6000 milimetrov. RSC poleg rezanega jekla izvaja tudi grobo mehansko obdelavo z rezkanjem na želeno nadmero in izdelavo brušenih orodnih plošč večjih dimenzij. »Jeklarne našega industrijskega segmenta zagotovo ne proizvajajo formata, ki ga v RSC ne bi mogli razrezati, saj razreze pokrivamo stoodstotno,« je povedal direktor podjetja dr. Boštjan Taljat.

### PRODAJNI PROGRAM RSC POKRIVA POTREBE ORODJARSTVA

Širok proizvodni program in prodajne usmeritve RSC nam je predstavil vodja komerciale in član uprave družbe RSC Gregor Mali:

- Jekla za delo v toplem (uporaba: orodja za tlačno litje, orodja za utopno kovanje, orodja za ekstrudiranje in iztiskanje)
- Jekla za delo v hladnem (uporaba: rezila, noži, prebijala, kalupi, puše, luknjalni trni, povrtala, valji in orodje za štancanje)
- Jekla za obdelavo plastičnih mas (uporaba: orodja za oblikovno stiskanje, stiskanje z brizganjem, litje z brizganjem, iztiskanje)
- Hitrorezna jekla (uporaba: vijaki svedri, navojni svedri, orodja za rezanje, rezkarji, povrtala, žage in segmenti za žage, strugarski noži, rezilna orodja, orodja za skobljanje, šila, prevlečne igle)
- Specialna konstrukcijska jekla (uporaba: orodja za stiskanje z brizganjem plastičnih mas, nosilni deli orodij, orodne plošče)

Orodjarjem dajejo možnost polnega certificiranja materiala in toplotne obdelave, s čimer se orodjar izogne odgovornosti pri izdajanju garancij za življenjsko dobo orodja.

Za omenjeni center so zelo pomembne celovitost storitve, logistična podpora in svetovalna služba ob izbiri jekla. Slednja se lahko s kupci, ki imajo posebne želje, dogovori za na primer namensko skladiščenje, ki med drugim omogoča, da se kupcu jeklo postopno dobavlja glede na njegove potrebe.

Dodatno področje dela RSC so grobe obdelave materiala. Poleg razreznega materiala na željo kupca dobavljajo tudi material, ki je obdelan do osnovne mere, to je, da je blok jekla površinsko ploščinsko rezkan, po želji pa tudi površinsko ploščinsko brušen.

RSC prek svojega partnerja, skupine ORO, dobavlja tudi jekla z višjo stopnjo mehanske dodelave, to je CNC-obdelave gravurnih oblik z orodnih jekel na željo nadmero, končno izdelana ohišja orodij in standardne ter nestandardne plošče različnih kakovostih.

Ravne Steel Center je bil ustanovljen leta 2003, najpomembnejši mejnik v njegovem obstoju pa je bil vstop Metala Ravne, d. o. o., kot največjega posameznega družbenika. RSC je tako primarni distribucijski kanal vseh hladno rezanih jekel Metala Ravne.

»RSC je imel lani, ko je deloval še v Logatcu, veliko rast poslovanja, ki je napredovala iz meseca v mesec. V letošnjem letu pričakujemo vsaj 30-odstotno rast,« pravi Taljat in dodaja, da so lani veliko investirali predvsem v opremo za razrez, logistiko, skladišča in opremo skladišč, kjer bodo po načrtih velike investicije tudi letos.

#### NOVI TEHNOLOŠKO NAPREDNI POSTOPKI

- Jeklo, vgrajeno v vaše orodje, bo doseglo največji izkoristek s toplotno obdelavo po tehnologiji ISO-Q iz družine postopkov STL-HW. Visok izkoristek dosega v Steelu s procesorsko nadzorovanim ultrahitrim ohlajanjem ob nadzorovani deformaciji in tveganju pojava razpok.
- Dodatno izboljšanje določenih lastnosti jekel dosega s postopki TEAR-CF, hkrati pa skrajšujejo celoten čas toplotne obdelave.
- Glede na področje uporabe vašega orodja izvedejo v Steelu optimalno površinsko plast visoke trdote. Postopek nitriranja po tehnologiji NITOP izvedejo s procesorskim nadzorom globine difuzije kot debeline ter mikrostrukturne sestave trde površinske spojinske plasti, vse v odvisnosti od značilnih obremenitev pri uporabi orodja.
- Visokoobremenjenim orodnim delom uspešno izboljšajo odpornost in obstojnost z uporabo nove tehnologije OXIMAX.



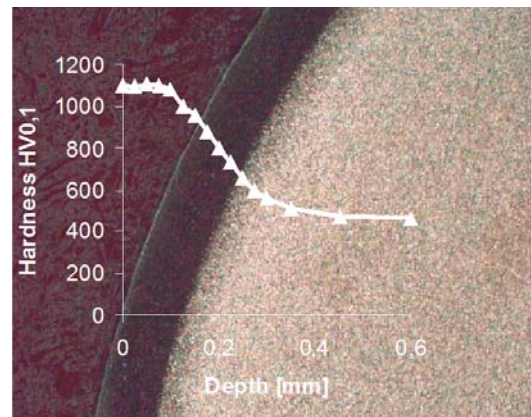
#### Delo na razvoju in novih tehnologijah

Podjetje Steel, d. o. o., je specializirano za toplotne obdelave jekel v vakuumu in površinske termomehanske obdelave (nitriranje, cementiranje in karbonitriranje). V celoti obvladuje postopke toplotnih obdelav za potrebe orodjarstva na najvišji tehnološki ravni v svetovnem merilu. Sem spadajo najnovejši postopki hitrih programiranih in kontroliranih ohlajanj v vakuumu (postopki Iso-Quench), napredni postopki nizkotlačnega cementiranja v vakuumu, podhlajevanja za doseganje dimenzijske stabilnosti jekel in podhlajevanja na kriogenih temperaturah za doseganje večje obrabne odpornosti jekel, vakuumskega lotanja ter drugi postopki. Nameščeno imajo najsodobnejšo opremo za napredne tehnološke postopke za doseganje optimalnih lastnosti jekel in s tem performans orodij.

Usmeritev Steela, d. o. o., je, da kot razvojni dobavitelj ponudi vsem svojim kupcem celovito storitev. To so večinoma podjetja, ki so večji izvozniki in so za svoje kupce razvojni dobavitelji. Steel za svoje naročnike v celoti razvije tehnološki postopek in ustreže naročnikovim željam. Razvija tudi izboljšave in naprednejše tehnologije ter jih ponudi svojim kupcem. Če kupec izboljšave sprejme, v svojem laboratoriju vse potrebne postopke kvalificirajo in verificirajo, pošljejo v proizvodnjo in izdelek z vsemi potrebnimi certifikati dostavijo kupcu.

Laboratorij, ki ga uporabljajo in ki ga upravlja TKC, je namenjen predvsem njihovim razvojnim dejavnostim, nadzoru kakovosti v toplotnih obdelavah ter diagnostiki in reševanju oziroma analiziranju težav, ki jih imajo njihovi kupci. Kakovost je za njihovo delo sama po sebi umevna, v skladu s standardom ISO 9001 pa poslujejo dve leti.

Osnovna dejavnost podjetja Steel, d. o. o., je toplotna obdelava v vakuumu, v kar so v zadnjih letih



Na tem področju so opravili pomembno investicijo, s katero letos vpeljujejo številne tehnične novosti.

Steel, d. o. o., je tudi ekskluzivni dobavitelj specialnih orodnih jekel Uddeholm za Slovenijo. V Steelu namenjajo veliko pozornost rednemu in kakovostnemu izobraževanju kadra, v prihodnje pa nameravajo veliko svojih razvojnih kapacitet nameniti razvoju in aplikaciji novih tehnologij. Večinoma delajo za domači trg. Lani so dosegli 30-odstotno rast poslovanja, s poslovnim uspehom pa so zadovoljni.

Kot pravi Taljat, je nenehno in dosledno tehnično izpopolnjevanje edina pot k uresničitvi ambicioznih razvojnih ciljev skupine. Hkrati je to tudi edina pot k uresničevanju strateške usmeritve skupine, to je razvojni podpora njenim kupcem, zagotavljanju koraka s svetovnim napredkom in s tem zagotavljanja trajne konkurenčnosti ter visoke dodane vrednosti proizvodov.

Rezultat dela razvojne skupine Steel je izdelava in aplikacija številnih postopkov toplotnih obdelav in površinskih termičnih kemičnih obdelav orodnih jekel. Družina postopkov STL-HW; tehnologija TEAR in NITOP ter nenazadnje nova družina postopkov OXIMAX.

Izvedli so posodobitve postopkov in nove tehnološke rešitve vakuumskega kaljenja večjih orodnih delov ter nizkotlačnega cementiranja zahtevnih strojnih delov. Svoje delo nadgrajuje z aplikacijo naprednih tehnoloških postopkov površinskih zaščit orodij, ki so tudi rezultat njihovega razvojnega dela.

Hitrost ohlajanja jekla s temperature avstenitizacije kritično vpliva na kakovost mikrostrukture jekla in s tem na mehanske lastnosti ter vzdržnost orodja. Višje hitrosti ohlajanja predstavljajo boljšo kakovost, hkrati pa večje tveganje deformacij in lomov orodja med toplotno obdelavo. Standard\* predpisuje opremo, ki lahko doseže najmanjšo še sprejemljivo hitrost ohlajanja 28°C/min na globini 15 mm pod površino orodja.

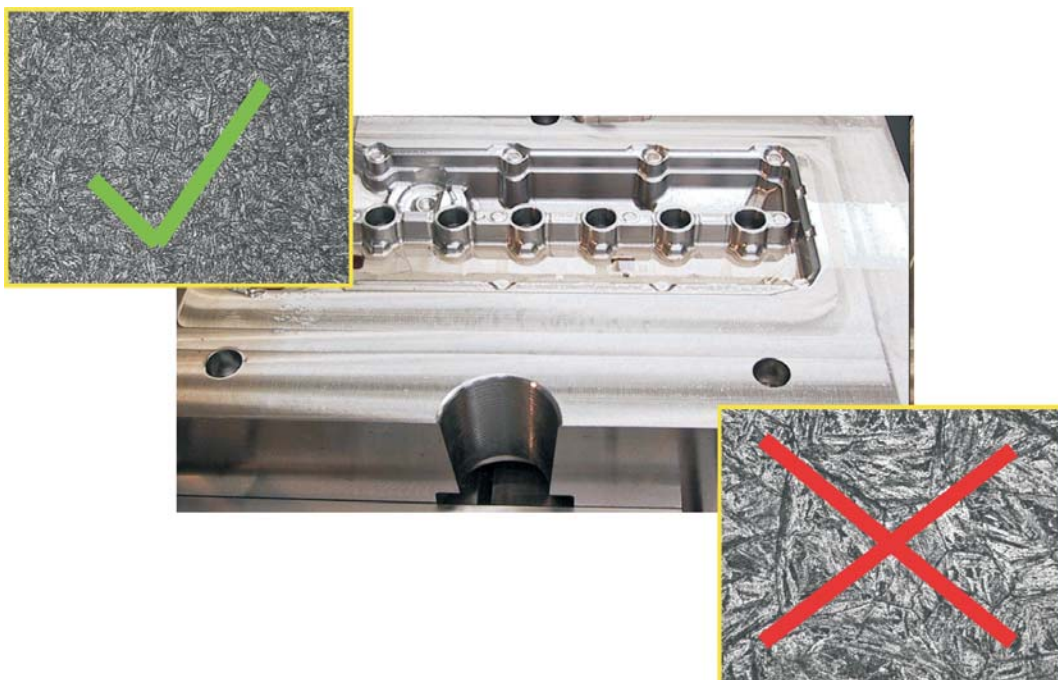
#### RAZVOJNA USMERITEV SKUPINE

Po Taljatovih besedah ima skupina Steel izrazito razvojno-strateško usmeritev. Skupina v tehnološki razvoj vlaga veliko sredstev. Delo razvojne skupine, katere jedro tvorita inženirja metalurgije, temelji na tradiciji in bogatih, več kot dvajsetletnih izkušnjah skupine STEEL na področju toplotnih obdelav orodnih jekel. Velik poudarek je na nenehnem izpopolnjevanju razvojne skupine, ki s svojimi praktičnimi izkušnjami, usposobljenostjo in referencami izpolnjuje pogoje razvojnega dobavitelja. Prispevek k plodovitemu razvojnemu delu so tudi znanje in izkušnje, ki jih je Taljat pridobil med desetletnim delom v tujini. Za delo v priznanem laboratoriju, ki ga je usmeril predvsem v raziskave obnašanja kovin ob določenih termičnih pojavih, je prejel več prestižnih strokovnih priznanj in nagrad, kot sta na primer Walter A. Muller Memorial Award in Award of the A. F. Davis Silver Medal. Svoje delo je nadgradil z razvojem aplikativnih postopkov toplotnih obdelav jekel, ki jih je uporabila tudi skupina Steel iz Italije.

veliko investirali. Lani so izpeljali večjo investicijo v tehnično izpopolnitev postopka toplotne obdelave v vakuumu, nadzorovanega gašenja pod visokim nadtlakom dušika. Razvili so tudi več različnih postopkov nitriranja, katerih uporaba je odvisna od posebnosti uporabe in obremenitvenih pogojev orodij.

#### STRATEŠKA PARTNERSTVA TEHNOLOŠKEGA RAZVOJA

Za skupino strateških partnerjev je posebej organiziran in usmerjen razvoj ter aplikacija naprednih tehnoloških postopkov, vse z vizijo zagotavljanja nenehne konkurenčne prednosti. Po besedah Matjaža Megliča, gradi skupina poseben odnos strateškega partnerstva že več let z večjimi uglednimi podjetji, kot sta TCG-Unitech Lth-ol iz Skofje Loke in Mariborska Livarna Maribor (MLM).



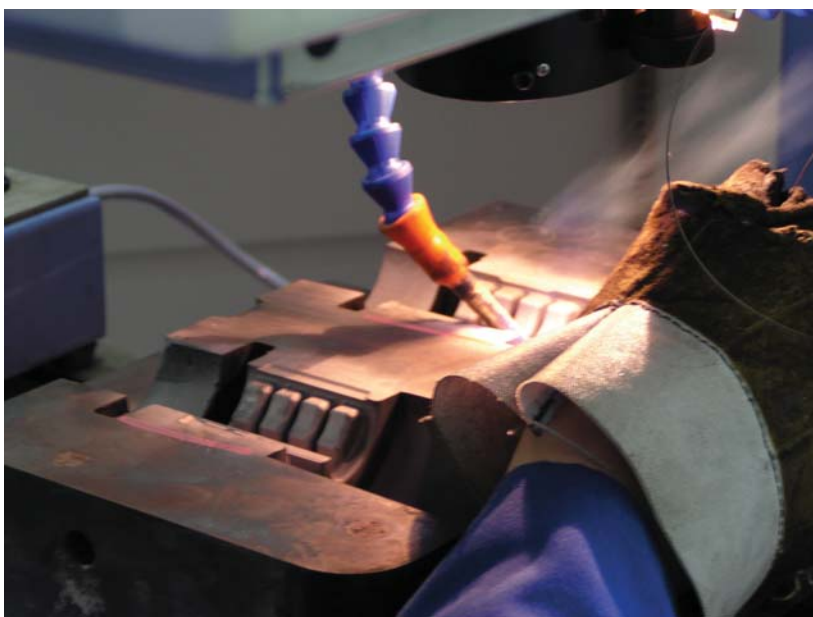
Orodne dele v Steelu z novo tehnologijo ohlajajo s hitrostmi do 200 °C/min. ter hkrati nadzirajo deformacijo orodja. Slednje predstavlja velik kakovostni preskok pri orodjih tlačnega liva. Tehnologija omogoča doseganje s standardom določene minimalne hitrosti tudi v jedru bloka, jekla mase npr 300 kg, kar ima veliko uporabno vrednost pri orodjih za kovaško industrijo. Pri slednjih je tako namreč dosežen bistveno večji izkoristek pri posa-

meznih obnovah, kar pa nedvomno ugodno vpliva na rentabilnosti proizvodnje.

**TKC – Tehnološki konzultanski center, d. o. o.**  
**TKC je z varilno žico osvojil celotno tržno nišo.**

Dejavnost podjetja TKC, d. o. o., je osredotočena predvsem na varjenje z laserjem, varjenje TIG, mi-

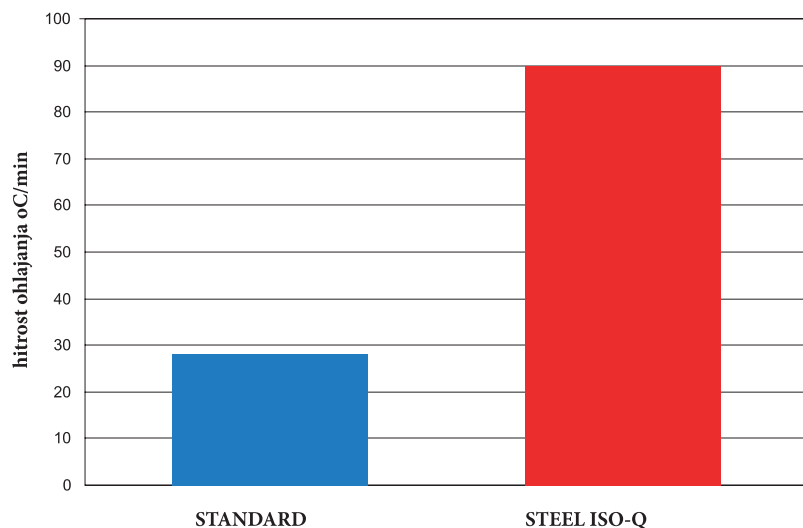
kloplazemsko varjenje in le delno tudi na druge varilne postopke. Reparaturna dela opravlja na zelo zahtevnih proizvodih, kot so zlomi delov orodij iz sive litine, bronu, titana in drugih zahtevnih materialov. V minulem letu so naredili velike korake v laserskem varjenju za orodjarsko in livarsko industrijo ter industrijo umetnih snovi. Razvili so vrsto laserskih postopkov za različne reparature razpokanih, obrabljenih ali kako drugače poškodovanih orodij. V tem trenutku



#### OUTSOURCING – POTREBA ALI NUJA?

Vodja komercialne in član uprave družbe STEEL Matjaž Meglič nam je pojasnil v poslovnem svetu uveljavljen fenomen »OUTSOURCING«, ki ga zadnja leta spremljamo tudi v slovenskem prostoru. Zaradi izrazito razvojne usmeritve, uvajanja novosti in hitrega obnavljanja ter spreminjanja tehnologije je vse več večjih podjetij, ki na tehnično zahtevnih področjih opuščajo toplotne obdelave. Podjetja si na ta način zaradi boljše in optimirane zasedenosti kapacitet izboljšajo rentabilnost izvedbe toplotne obdelave. Hkrati z izboljšanjem rentabilnosti si zagotovijo tudi svojo celovito in zaradi agresivne razvojne politike predvsem trajno rešitev.

\* Standard NADCA (North America Die-Casting Association) določa smernice za toplotno obdelavo jekel za delo v toplem.



Z NADZOROVANIM OHLAJANJEM DO BOLJŠEGA IZKORISTKA ORODNIH JEKEL Z uvedbo tehnologije ISO-Q je Steelu uspelo preseči po standardu predpisane hitrosti ohlajanja jekel za delo v toplem.

razvijajo številne praktične aplikacije oplemenitenja delovnih površin orodij in tudi različne površinske toplotne obdelave z laserskim žarkom.

Poleg varilskega servisa na Litostrojski cesti v Ljubljani, kjer ima TKC dve laserski enoti, ima tudi laserska centra v Mariboru in na Mostu na Soči, četrti center pa nameravajo odpreti še v tem letu v Zagrebu.

Poleg varjenja upravlja TKC mehansko-metalografski laboratorij ter skrbi za razvojno-raziskovalno in izobraževalno ter svetovalno dejavnost na področju varjenja ter toplotnih obdelav. V laboratoriju lahko opravijo kemično analizo za štiri različne vrste jekel, hiter test trdote, na zvarnih spojih izdelajo makroobrus in na njem potrebne raziskave. Na zvarnih spojih lahko izvede različne mehanske poskuse.

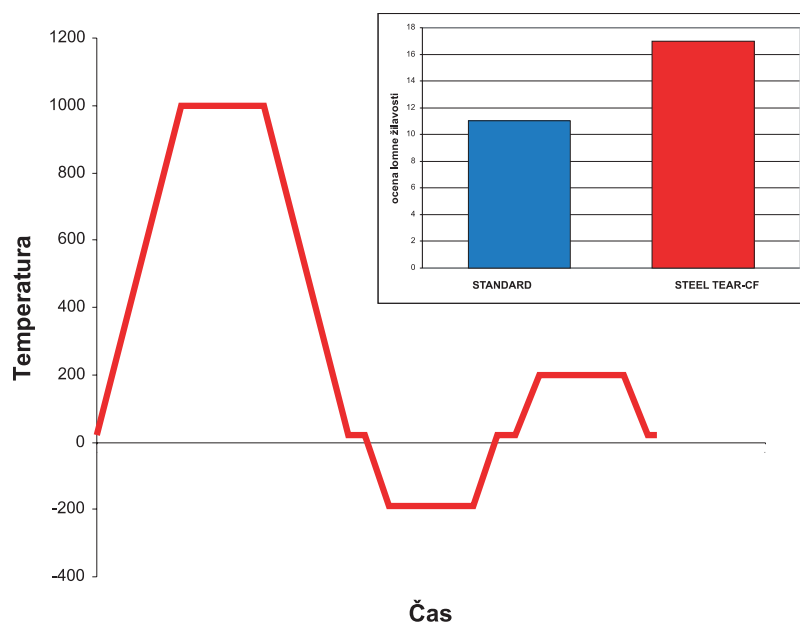
TKC na področju izobraževanja izvaja tečaje za vse obločne varilne postopke, svetuje pri atestiranju varilcev in izvaja zelo kratke enodnevne specializirane izobraževalne seminarje za potrebe posameznih podjetij.

Podjetje TKC ima pri Ministrstvu za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo registrirano raziskovalno skupino.

TKC je razvil zelo tanke varilne žice laserske tehnologije za svoje lastne potrebe in za prodajo, ki jih danes že proizvaja. TKC je edino podjetje v tem delu Evrope, ki je sposobno proizvajati tanke žice s premerom od 0,3 do 0,6 mm za lasersko navarjanje in zvarjanje. V tem trenutku podjetje TKC izdeluje 20 različnih tipov žic za reparaturno varjenje vseh vrst orodij, ki se med seboj razlikujejo po kemični sestavi in s katerimi se lahko izdelata laserske vare različne trdote, vse do trdote 62 HRC. Redkokatero podjetje v Evropi lahko danes ponudi tako široko paleto tankih varilnih žic za lasersko varjenje. To je rezultat domačega znanja in podjetje TKC je s tem proizvodom našlo tržno nišo na domačem ter širšem evropskem trgu. ■

#### Novo

Podjetje TKC, d. o. o., je z domačim znanjem razvilo tehnologijo izdelave varilnih žic, debeline 0,3 do 0,6 milimetra za laserske tehnologije z zelo različno kemično sestavo, ki se predvsem uporabljajo za reparaturno varjenje vseh vrst orodij.



**TKC**  
Tehnološki Konzultantski Center d.o.o.

**STEEL CENTER**  
METAL RAVNE

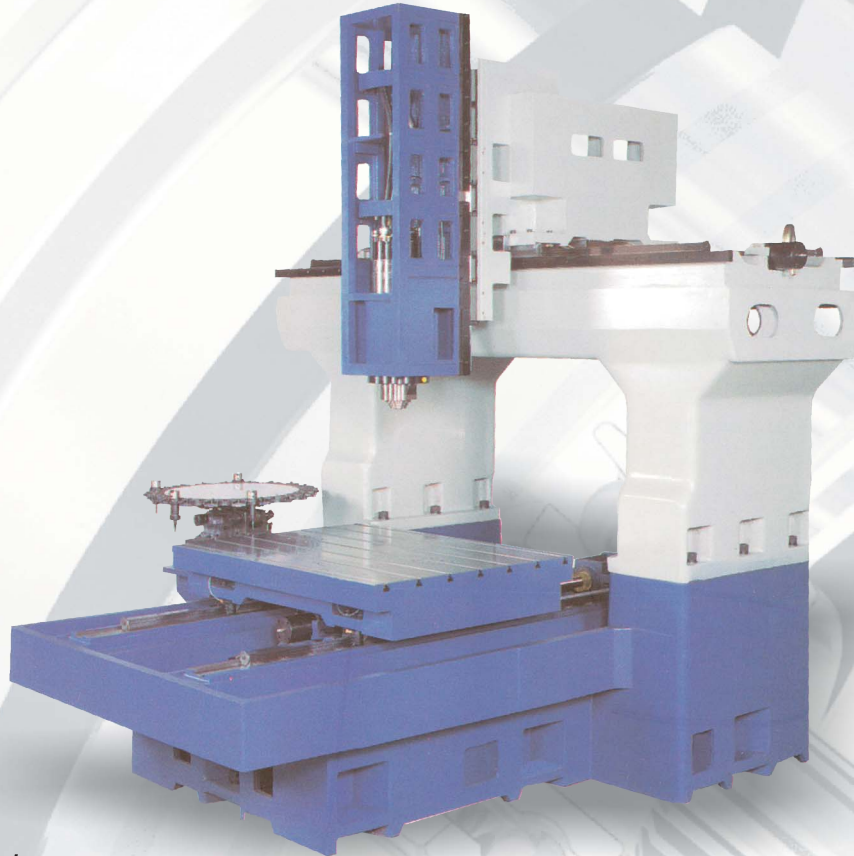
**STEEL**  
Podporni Center Orodjarske Industrije d.o.o.



# TEHNOTRON

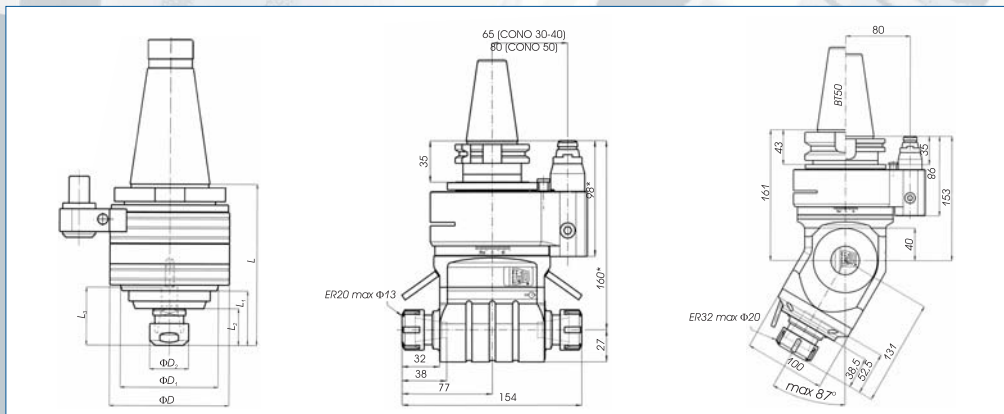
Uvoz, izvoz, inženiring, zastopanje in prodaja orodjarskih in produkcijskih strojev za obdelavo kovin

## Orodjarski dvostebni precizni obdelovalni centri v 3-, 4- in 5-osni izvedbi



### Tehnični opis:

Kompaktna monolitna konstrukcija ohišja, vsa vodila na X-, Y- in Z-osi so kotalna, na vsaki osi je od 4 do 6 kotalnih vodil, odvisno od velikosti stroja, velika dopustna obremenitev delovne mize, osnovna vrtilna hitrost je 18.000 vrt./min, hitrost pomikov na vodilih je od 36 do 12 m/min, oljno hlajenje kroglastih vodil na X- in Y-osi, menjalnik orodja je ločen od delovnega prostora, natančnost pozicioniranja je 0,004 mm/300 mm, natančnost ponovljivosti je 0,002 mm/300 mm, osnovni krmilnik je Siemens, možna izbira tudi drugih krmilnikov.



Multiplikatorji vrtilne hitrosti, kotne glave in ostala oprema O.M.G. za rezkalne stroje in obdelovalne centre.



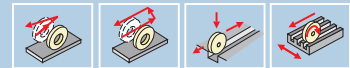
Rezkalno brusilni center z ločenima zalogovnikoma orodij in obdelava pod vodno zaveso. Na voljo je v vseh velikostih.



CNC - samoučne stružnice vseh velikosti primerne za orodjarje.



Precizni avtomatski brusilni stroji v klasični in CNC-izvedbi.



Dvostebni obdelovalni center, prilagojen orodjarstvu, 18.000/20.000 vrt./min.



Orodjarski vertikalni center. Stroji so na voljo v vseh velikostih od 600 do 1500 mm.



Moderne pregibne hidravlične preše v klasični ter NC- in CNC-izvedbi, vseh velikosti.

## TEHNOTRON d.o.o.

Sedež podjetja: Ukmarjeva 16,  
Komerčiala: Obala 105, 632 Portorož,  
Tel.: 05/ 677-9060,  
Faks: 05/ 677-9064,  
E-pošta: tehnotron@siol.net,  
Internet: www.tehnotron.si,  
Predstavnik: Andrej Švagelj,  
Medvode, Donova 7b,  
Tel./faks: 01/ 361-5228

Nudimo tudi: ▶▶▶▶▶

vse vrste obdelovalnih strojev za malo in veliko serijsko proizvodnjo ter stroje za oblikovanje pločevine: pregibne preše, škarje, krivilne stroje itd.

## Pokličite

## 05/ 677 90 60

# Sandvik Coromant organizaciji ISO podal predlog za standardizacijo sistema Coromant Capto

Družba Sandvik Coromant je vodilni svetovni ponudnik preciznega orodja za obdelavo kovin z odrezavanjem. Podjetje ima 73 hčerinskih družb v 60 državah in 39 proizvodnih lokacij, v katerih je zaposlenih približno 7800 delavcev. Globalni uspeh si zagotavlja kot ponudnik integralnih storitev in kot partner, ki skrbi za večanje produktivnosti svojih strank.

Družba ima v svoji ponudbi približno 25.000 izdelkov, jedro ponudbe je orodje za struženje, frezanje in vrtanje. Poleg tega ponujajo tudi orodja za grezenje, modularne orodne sisteme, orodje po meri in orodje iz karbidne trdine, posebno orodje za aeronavtično in vesoljsko industrijo ter izdelke za orodjarje in proizvajalce majhnih izdelkov. Ponudbo vsako leto razširijo s približno 3000 novimi izdelki.



**Kenneth Sundberg**, podpredsednik za produktni menedžment pri družbi Sandvik Coromant

Sistem Coromant Capto je na trgu prisoten že dobrih 15 let in velja za edini pravi univerzalni sistem, ki pokriva vse postopke obdelave z odrezavanjem pri stružnih centrih, obdelovalnih centrih in večnamenskih obdelovalnih strojih. Vodilni položaj si je utrdil na področju modularnih orodij in sistemov za hitro menjavo orodij ter kot vmesnik, ki je vključen neposredno v vretena strojev in revolverske glave.

Sistem se ponaša z visoko zmogljivostjo, natančnostjo in kakovostjo, zato so visoke tudi zahteve pri izdelavi samega sistema. Za družbo Sandvik Coromant ga na licenčni osnovi izdeluje pet zunanjih proizvajalcev. »Da bi ohranili raven kakovosti, ki je potrebna za izdelovanje sistema Coromant Capto v skladu s specifikacijami, in zagotovili združljivost sistema tudi v prihodnje, smo podali predlog za standardizacijo sistema Coromant Capto pri organizaciji ISO,« je povedal podpredsednik za produktni menedžment pri družbi Sandvik Coromant **Kenneth Sundberg**.

Tako bo uporabnikom sistema Coromant Capto poleg skrbne izdelave zagotovljena stalna raven zmogljivosti in kakovosti tudi v prihodnje. Predlog je bil javno predstavljen na poletni skupščini organizacije ISO v Stockholmu in je požel zelo pozitiven odziv članov. O predlogu za standardizacijo omenjenega sistema smo se s Kennethom Sundbergom pogovarjali na sejmu EMO 2005.

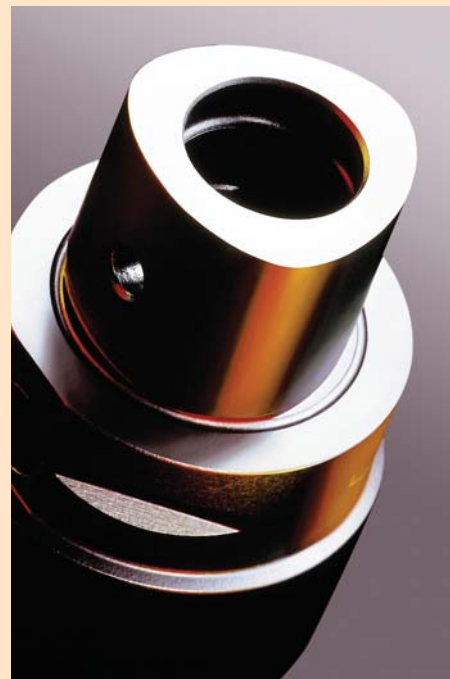
*Kaj je glavni razlog, da je družba Sandvik Coromant podala predlog za standardizacijo sistema Coromant Capto pri organizaciji ISO?*

Sistem Coromant Capto ima pomemben tržni delež. Vzrok za to je v tem, da je Coromant Capto v primerjavi z drugimi sistemi zmožnejši, kar zadeva natančnost in zmogljivost. To se kaže predvsem pri kombiniranih stacionarnih in rotacijskih operacijah pri večnamenskih strojih.

Patent za Coromant Capto poteče leta 2008. Da bi ohranili visoko raven kakovosti, smo se odločili podati predlog za standardizacijo pri organizaciji ISO. S tem bodo zainteresiranim strankam na razpolago vse dimenzije in tolerance.

*Kaj bodo s tem pridobili kupci?*

Objava dimenzij in toleranc bo pomagala zagotoviti združljivost in visoko raven kakovosti, ki je potrebna pri izdelovanju sistema Coromant Capto.



*Kakšen odziv pričakujete od konkurence?*

Večina konkurentov se je na našo pobudo odzvala pozitivno, naš največji svetovni konkurent je podporo predlogu javno izrekel. Naš namen je tekmovati v zmogljivosti rezalnih ploščic in ne na področju vmesnikov za orodja.

*Kakšen je tržni delež sistema Coromant Capto?*

Odkar se je sistem Coromant Capto pred petnajstimi leti pojavil na trgu, smo z njim opremili več kot 25.000 strojev. Prepričljiv tržni delež si je sistem Coromant Capto pridobil še posebno pri večnamenskih strojih, kjer je odločilna visoka stopnja zmogljivosti struženja, frezanja, vrtanja in grezenja, ter je vodilni modularni orodni sistem na tržišču.

*Kakšen je predvideni časovni okvir postopka standardizacije pri organizaciji ISO?*

Če bodo DIN- in ISO-komiteji podprli naš predlog, se lahko do konca leta vzpostavi delovna skupina na ravni organizacije ISO. V tem primeru bi moral biti standard potrjen v treh letih.

*Kaj o vašem predlogu menijo stranke?*

Odzivi strank so brez izjem pozitivni, kar ni nobeno presenečenje, saj imajo končni uporabniki od standardizacije le korist. Zagotovljena visoka

raven zmogljivosti, natančnosti in kakovosti, ki jo ponuja sistem Coromant Capto, še povečuje zanimivost izdelkov Coromant Capto.

*Kakšna je vsebina predloga za standardizacijo?*

Standard vključuje vse dimenzije in tolerance, poleg tega tudi priporočene najmanjše vpenjalne sile.

*Kakšni so vaši načrti glede patentnih pravic po standardizaciji sistema Coromant Capto?*

Ko bo ISO-standard odobren, bomo prenehali uveljavljati svoje patentne pravice.

*Ali bo samo na osnovi ISO-standarda mogoče izdelovati sistem Coromant Capto?*

Večina standardov opisuje geometrijske in druge pomembne lastnosti predmeta, pri čemer standard Coromant Capto ni nobena izjema. Znanje o proizvodnem procesu v standard ne bo vključeno.

*Kako pa bo ISO-standard vplival na vaše odnose z obstoječimi imetniki licenc?*

Družba Sandvik Coromant bo še naprej sodelovala s strateškimi poslovnimi partnerji. Nudila jim bo podporo pri uporabi pravih proizvodnih tehnologij za najučinkovitejšo izdelavo sistema Coromant Capto.

[www.coromant.sandvik.com](http://www.coromant.sandvik.com)



## Neposredno gnani 5-osni VHO za obdelovance, težke 60 kg

Petosni visokohitrostni obdelovalni (VHO) stroj RXP 500DS iz podjetja Röders ima na vseh oseh dinamične, neposredne pogone, na osi X pa še integrirano vrtljivo mizo. Stroj velikosti 2320 x 2710 x 2350 mm tehta 5,5 tone. V standardni izvedbi je dobavljiv s sistemoma za najmanjšo zadostno porabo lubrikanta, merilnim laserjem za korekcijo dolžine orodja in za merjenje premera ter konture, poleg tega zmora nadzorovati tudi obrabo in lom orodja. Dodatna oprema so: programska oprema za tridimenzionalno merjenje obdelovanca, visokoprecizno tipalo za kompenzacijo dolžine vretena, hadilno sredstva z odstranjevalcem odrezkov in sesalni sistem za materiale, ki se prašijo (grafit, plastika).

Obdelovalna površina meri 425 x 400 x 240 mm, vključno s 110 mm dolgim orodjem in vpenjalnim sistemom. Miza premera 250 mm se lahko nagiba okoli osi A za  $\pm 95^\circ$ , okoli osi C pa za  $360^\circ$ . Obdelujejo se lahko surovci do skupne mase 60 kg. Največji mogoči pomik je 40.000 mm/min., vreteno pa se lahko vrtili z 42.000 obr./min. in ima konus HSK-E40.

Krmilni sistem je Röders RMS 6, na stroj pa je standardno nameščen tudi menjalec za 21 orodij. Po želji je mogoča dobava z menjalcem za 42 orodij, ki imajo največji premer 16 mm. ■

[www.roeders.de](http://www.roeders.de)



# Smernice pri izbiri naprav za potopno elektroerozijo

Marjan Dobovšek,  
Ljubljana

Večino tridimenzionalnih oblik v orodjih danes izdelamo s potopno elektroerozijo (SEDM) in visokohitrosnim rezkanjem (HSC). Veliko oblik, ki smo jih včasih obdelovali le s SEDM-napravami, danes že v celoti izdelamo s HSC-rezkanjem, kar omogoča obdelavo kaljenih jekel. HSC-rezkanje po drugi strani povečuje konkurenčnost obdelave SEDM, saj z njim izdelamo elektrode hitro in poceni. Tudi zato je v veliko primerih obdelava s SEDM-napravo še vedno najprimernejša. Več podatkov o elektroerozijski obdelavi dobite na spletni strani /1/.

Pri izdelavi tridimenzionalnih oblik se je za optimalno pokazala rešitev, kjer je SEDM-naprava za združena s strojem za HSC-rezkanje. Danes je že mogoče kupiti avtomatiziran obdelovalni center (MoldCenter), kjer isti robot omogoča menjavo obdelovancev in elektrod na obeh strojih istega proizvajalca (Slika 1a) /2, 3/, lahko pa isti robot (npr. WorkMaster sistema 3R) poskrbi za menjavo obdelovancev, elektrod in tudi rezalnih orodij na strojih različnih proizvajalcev (Slika 1b) /12/.

Izbira najprimernejše SEDM-naprave ni preprosta. V tem prispevku smo zbrali smernice, ki jih je dobro upoštevati pri izbiri. S tem vam želimo olajšati izbiro naprave, najprimernejše za vašo proizvodnjo. Pomembno pri izbiri najprimernejšega stroja

in s tem tudi dobavitelja je ustrezno testiranje. Kupec mora izbrati nekaj vzorcev obdelav in jih poslati v izdelavo potencialnim dobaviteljem. Na podlagi rezultatov testov se lažje odloči za najprimernejšega dobavitelja. Pripravljamo nekaj testov, ki bi lahko bili standardni in bi olajšali vsaj prvi izbor. Končno odločitev mora kupec sprejeti po lastnih testih.

## Izbira dobavitelja

Število proizvajalcev SEDM-naprav se je v zadnjih nekaj letih zmanjšalo, vendar je proizvajalcev, predvsem manjših in srednje velikih naprav, še vedno veliko. Za uspešno prodajo mora dobavitelj izpolniti najmanj štiri pogoje:

1. Imeti mora prodajalca, ki mu (kupec)

zaupa in je sposoben v sodelovanju s prihodnjim uporabnikom izbrati najprimernejšo napravo za obdelave, ki jih ta v proizvodnji potrebuje.

2. Napravo mora dobaviti in zagotoviti nje-  
no nemoteno delovanje v dogovorjenem roku.
3. Omogočiti mora ustrezno tehnično in tehnološko svetovanje, potrebno za nemoteno delovanje naprave, ter največjo mogočo izkoriščenost in kratek čas za usposabljanje delavcev, ki delajo z napravo v proizvodnji. Tovrstno svetovanje mora nuditi tudi pozneje, ko se v redni proizvodnji pojavijo težave. Le tako se bodo v nakup vložena sredstva dovolj hitro povrnila.
4. Zagotoviti mora servis, ki bo omogočil nemoteno delovanje naprave in v primeru okvare odpravil napake v najkrajšem mogočem času.

Slika 1: Obdelovalni centri z SEDM-napravo in strojem za HSC-rezkanje z avtomatizirano menjavo obdelovancev in elektrod



Proizvajalci strojev se zavedajo, da morajo imeti za uspešno prodajo tudi na sorazmerno majhnem trgu, kot je Slovenija, svojega prodajalca. Razlike med dobavitelji so predvsem pri izpolnjevanju preostalih treh pogojev.

## Izbira najprimernejše SEDM-naprave

Ko izbiramo najprimernejšega dobavitelja, izbiramo tudi najprimernejšo napravo za svojo proizvodnjo. SEDM-naprava je sestavljena iz (Slika 2) /2, 11/:

- stroja s sistemom za vpetje ter samodejno menjavo elektrod in obdelovancev,
- naprave za dovod dielektrične tekočine,
- generatorja,
- sistemov za krmiljenje elektroerozijskega procesa in
- CNC-krmiljenja.

SEDM-naprava brez ustrezne tehnologije nima prave vrednosti. Zato mora proizvajalec naprave pripraviti tehnologijo, ki bo uporabniku omogočala največji mogoči izkoristek nove naprave.

## Izbira najprimernejšega stroja

Stroj mora omogočiti:

- vpetje obdelovanca,



Slika 2: SEDM-naprava (a) in SEDM-naprava z robotom (b)

- vpetje elektrod,
- pozicioniranje elektrode glede na obdelovanec,
- gibanja, potrebna za nemoten potek elektroerozijskega procesa in izdelavo zahtevane oblike,
- samodejno menjavo elektrod in obdelovancev.

Prvi korak je izbira ustrezne velikosti stroja. Izbira je mnogo pestrejša pri manjših strojih. Tudi dobava takih strojev je hitrejša. Proizvajalcev velikih strojev je manj, dobavni roki pa so daljši.

Velikost stroja izberemo glede na največje velikosti obdelovancev, ki jih bomo s strojem obdelovali.

Pomembna je konstrukcijska izvedba stroja. Pri manjših strojih največkrat srečamo C-izvedbo, pri kateri je pinola pritrjena na konzolo. Poznamo izvedbo s koordinatno mizo, kjer opravlja gibanja v X- in Y-smeri obdelovanec, pritrjen na mizo, elektroda, pritrjena na pinoli, pa v Z-smeri. Ta izvedba je pogostejša pri ročnih strojih. Druga izvedba je izvedba s fiksno mizo. Pri tej izvedbi gibanja v X-, Y- in Z-smeri opravlja elektroda (Slika 2, 3) / 2, 3, 4, 5, 6, 7/. Ta izvedba stroja

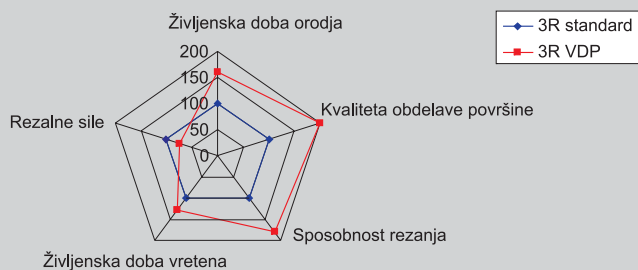
je primernejša za CNC-krmiljene stroje. Pri gibanjih, ki so potrebna za nemoten potek elektroerozijskega procesa, je bolje, da premikamo čim manjše mase. Zato je boljša izvedba, kjer vsa gibanja opravi elektroda.

Pri srednje velikih in velikih strojih je najpogostejša portalna izvedba stroja, t. i. izvedba Gantry (Slika 4) / 2, 3, 4/. Pri tej izvedbi je osnova stroja miza z vzdolžnimi vodili za portal, na katerem so prečna vodila, na katerih je nameščena pinola z navpičnimi vodili. Podobna konstrukcija se uporablja pri merilnih strojih. Zaradi natančnosti, ki jo dosegamo s temi stroji, jih je mogoče

# Vpenjalni sistemi d.o.o. ekskluzivni zastopnik za Slovenijo

za proizvajalca vpenjalnih sistemov

VDP – vpenjala s pasivnim dušenjem



## system 3R

DELPHIN

GPS 240



Vpenjalni sistemi d.o.o.  
 Teslova ulica 30  
 1000 Ljubljana  
 Tel.: +386 1 425 87 05  
 Fax.: + 386 1 425 87 05  
 e-mail: vpenjalni.sistemi@siol.net  
 www.vpenjalnisistemi.com

za proizvajalca normalij - preciznih vodil

AGATHON®  
 SOLOTHURN-SWITZERLAND





Slika 3: C-konstrukcija elektroerozijskega stroja

uporabljati tudi kot merilne stroje, čeprav to ni njihov osnovni namen.

V praksi se je pokazalo, da je portalna izvedba bolj toga in manj občutljiva za temperaturne spremembe.

Za uspešno delo so pomembne predvsem dinamične lastnosti strojev. Pomembni so pospeški, ki jih dosegamo pri spremembi smeri gibanja in frekvence posameznih sklopov stroja, ki se gibajo. V tem se stroji med seboj močno razlikujejo. Kakovostna konstrukcija ni poceni, zato je tudi cena kakovostnih strojev višja.

Kakovostni sodobni stroji zagotavljajo natančnost pozicioniranja v mikronih. Pri cenejših izvedbah strojev sta natančnost in togost manjši. V tem smislu je treba kupiti stroj, ki ustreza našim zahtevam. Da bi zagotovili natančnost, moramo poskrbeti za primerno okolje s stalno temperaturo, vlago itd. Brez klimatiziranih prostorov ne moremo doseči natančnosti do nekaj mikronov.

### Izbira sistema za vpetje in samodejno menjavo elektrod in obdelovancev

Sistem za vpetje elektrod in obdelovancev mora zagotoviti natančno, togo in ponovljivo vpetje. Sistem za vpetje elektrod in obdelovancev uporabljamo na različnih strojih; mora nam omogočiti prenos in točno vpetje pri tem prenosu. Tako npr. elektrodo izdelamo na stroju za HSC-rezkanje, kontroliramo na merilnem stroju in nato vpnemo na stroju za SEDM. Zato moramo imeti na vseh strojih isti sistem.

Pri izdelavi morajo biti časi, ki so potrebni za menjavo elektrod in obdelovancev, ko na stroju ni obdelave, (mrtvi časi) čim krajši. Poleg tega želimo, da ta menjava poteka samodejno, brez prisotnosti operaterja. Le tako lahko elektroerozijska naprava deluje štiriindvajset ur na dan in sedem dni v tednu. Izbrati moramo sistem za vpetje ter samodejno menjavo elektrod in obdelovancev, ki nam vse to omogoča in s katerim dosežemo zahtevano natančnost obdelave /11/.

**Izbira vpenjalnih sistemov je tako pomembna, da zahteva posebno obravnavo. Zato bomo smernice za izbiro optimalnega vpenjalnega sistema pripravili v enem od naslednjih prispevkov.**

### Izbira najprimernejše naprave za dovod dielektrika

Naloga naprave za dovod dielektrika je dovajanje dielektrika za nemoten potek elektroerozijskega procesa. Naprava mora zagotoviti ustrezno čiščenje dielektrika, vzdrževanje temperature dielektrika in dovod dielektrika v kad na mizi stroja in delovno režo. Pri večini sodobnih strojev je naprava za dovod dielektrika v sklopu stroja (Slika 4). So pa tudi izvedbe, ki so ločene od stroja in so z njim povezane s cevmi (Slika 2). Če imamo več naprav, je smiselno, da uporabimo centralno napravo za dovod dielektrika za več strojev.

Ena najpomembnejših nalog naprave je, da zagotovi dovod dovolj čistega dielektrika v režo med obdelovancem in elektrodo. Zato je treba dielektrik filtrirati in proizvo-

de elektroerozijske obdelave odstraniti. Če uporabljamo papirnate filtre, jih moramo pravočasno menjati. Obstajajo tudi naprave, ki samodejno čistijo ustrezne filtre, vendar so take naprave dražje /7/. Nakup tovrstne naprave morajo opravičiti manjši stroški pri njeni uporabi.

Zelo pomembno je, da uporabljamo ustrezne dielektrične tekočine. Od teh sta namreč odvisni natančnost obdelave, ki jo lahko dosegamo, in učinkovitost elektroerozijskega procesa. Če je tehnologija izbrane naprave narejena z drugim dielektrikom, jo je treba ustrezno korigirati.

### Izbira generatorja

Ko smo se odločili za napravo, smo se odločili tudi za generator. Večina proizvajalcev omogoča izbiro različnih moči generatorjev in dodatnih generatorjev za fino obdelavo. Če potrebujemo pri grobih obdelavah večje tokove, moramo kupiti generator ustrezne moči ali dodaten generator – *booster* za povečanje moči pri grobi obdelavi. Če zahtevamo kakovostnejšo obdelavo od tiste, ki jo omogoča osnovni generator, lahko pri nekaterih proizvajalcih kupimo dodatni generator za fino obdelavo /3, 4, 5/.

Večina proizvajalcev kakovostnejših naprav uporablja generatorje brez aktivnih uporov. Ti generatorji imajo boljše izkoristke in manj segrevajo okolico. Pomembnejši od tega so parametri in njihove vrednosti, s katerimi generator omogoča pripravo optimalne tehnologije za elektroerozijsko obdelavo.

Proizvajalci so v zadnjem času vložili veliko dela v razvoj tehnološko boljših generatorjev tako na področju grobe kakor fine obdelave. Nekateri so rezultate tega razvoja že začeli tržiti /5, 13/, drugi pa na to še čakajo.

### Sistemi za krmiljenje elektroerozijskega procesa

Za krmiljenje elektroerozijskega procesa so pomembni servokrmilni sistem, sistem za zaščito proti nenormalnim razelektritvam in krmiljenje izpiranja pri odvajanju proizvodov iz delovne reže. Nekateri proizvajalci uporabljajo sisteme, ki omogočajo optimizacijo nekaterih parametrov obdelave; večina jih temelji na Fuzzy in podobnih logikah /2/.

### Servokrmilni sistem

Servokrmilni sistem uravnava režo med elektrodo in obdelovancem v smeri, v katero se giblje elektroda. Od nastavitve servokrmilnega sistema je odvisna učinkovitost elektroerozijskega procesa. Pomembno je, kako se servokrmilni sistem odzove na spremembo v delovni reži in kakšen je njegov odzivni čas na te spremembe. Seveda pa čas, potre-

ben za spremembo reže, ni odvisen samo od elektronskega dela krmiljenja, temveč predvsem od mehanskih elementov in njihovih dinamičnih lastnosti. Za dobro krmiljenje elektroerozijskega procesa mora stroj slediti spremembam s frekvenco blizu 100 Hz.

## Sistemi za zaščito proti nenormalnim impulzom

Pri elektroerozijski obdelavi se lahko pojavi nenormalni impulzi, ki motijo potek elektroerozijskega procesa in negativno vplivajo na kakovost obdelane površine. Tako rekoč vsi proizvajalci vgrajujejo v svoje naprave sisteme za zaščito proti nenormalnim impulzom. Take sisteme je mogoče tudi kupiti in jih pozneje vgraditi v napravo. Proizvajalci tovrstnih sistemov obstajajo tudi v Sloveniji /14, 15/.

Dober sistem za zaščito pred nenormalnimi impulzi ne sme motiti procesa in zmanjševati njegove učinkovitosti, ob pojavu nenormalnih impulzov pa se mora hitro odzvati. Večina teh sistemov zazna pojav nenormalnega impulza že v trenutku impulza in tak impulz prekine /14, 15/. S tem prekine dovod škodljive energije v elektroerozijski proces in prepreči posledice. Razlika med tovrstnimi sistemi je v natančnosti, s katero prepoznavajo nenormalne impulze, ter načinu in hitrosti odziva na pojav le-teh.

Uporaba sistemov za zaščito pred nenormalnimi impulzi je potrebna predvsem v težkih delovnih razmerah, ko se pojavi lokalno povečana onesnaženost reže in je na nekaterih mestih težko odstraniti proizvode elektroerozijske obdelave. Zelo uspešna je uporaba teh sistemov pri strojih, na katerih ni hitrih odmikov elektrod.

## Krmiljenje izpiranja

Tako kot pri vseh drugih procesih obdelave z odvzemanjem materiala je treba tudi pri elektroerozijski obdelavi odstraniti proizvode, ki nastanejo pri obdelavi. Poskrbeti je treba za enakomerno onesnaženost delovne reže in iz nje odvesti količino proizvodov erozije, ki nastanejo pri procesu. Le tako bomo zagotovili nemoten potek elektroerozijskega procesa.

V praksi se izpiranje z dovodom dielektrika skozi elektrodo ali obdelovanec uporablja vedno manj. Večinoma dovajamo v režo svež dielektrik s periodičnim odmikom in primikom elektrode. Pri tem načinu izpiranja je zelo pomemben čas, ki ga porabimo za odmik in primik elektrode, saj je v tem času elektroerozijski proces prekinjen in ni odvzema materiala. Sodobni stroji SEDM dosežajo pri premikih pospeške čez  $10 \text{ m/s}^2$  in hitrosti čez  $30 \text{ m/min}$ . /2, 10/. Pospeski pri premiku so zelo pomembni zaradi učinka črpalke, ko

zaradi povečanja prostora med elektrodo in obdelovancem priteče v ta prostor svež dielektrik. Hitre odmike je mogoče uporabiti pri sorazmerno majhnih elektrodah. Pri velikih elektrodah je treba pospeške zmanjšati, saj nastopijo zaradi spremembe tlakov v delovni reži prevelike sile.

Pri izbiri naprave moramo biti zelo pozorni na to, kako so izvedeni hitri odmiki elektrod.

## CNC-krmiljenje

V zadnjih nekaj letih so se CNC-krmiljenja zelo izboljšala. S sodobno računalniško tehnologijo se je hitrost obdelave podatkov, potrebnih za krmiljenje strojev, zelo povečala. Tako so danes hitrosti gibanja omejene samo zaradi mehanskih lastnosti konstrukcije strojev. Večina proizvajalcev je začela uporabljati krmiljenje z osebnimi računalniki.

Sodobni osebni računalniki omogočajo prenos podatkov iz CAD/CAM, uvedbo celovite avtomatizacije in vodenje enostavnih elektrod po programiranih poteh. Poleg tega omogočajo diagnostiko napak, prenos podatkov v servisni oddelek proizvajalca in popravilo nekaterih napak po internetu. Po tej poti lahko proizvajalec pošlje tudi spremembe programske opreme.

Programerji so razvili programsko opremo, ki omogoča preprosto uporabo stroja tako pri pripravi dela kakor pri optimizaciji procesa.

Veliko uporabnikov nadzira natančnost položaja elektrod in obdelovancev na vpenjalih z merilnimi stroji. Podatke o potrebnih popravkih je treba vnesti v spomin računalnika. Ti podatki pozneje, ko je elektroda ali obdelovanec vpet na stroju, ustrezno spremenijo položaje med elektrodo in obdelovancem na stroju. Programska oprema različnih proizvajalcev strojev že nekaj časa omogoča samodejen prenos podatkov z merilnega stroja na stroj, na katerem poteka obdelava /2, 3, 4, 5, 6, 9/.

Pri izbiri naprave moramo preveriti, ali CNC-krmiljenje s svojo programsko opremo izpolnjuje naše zahteve. Skupaj s strojem mora CNC-krmiljenje omogočiti izdelovanje oblik, ki jih potrebujemo pri svoji proizvodnji.

## SEDM tehnologija

Za uspešno uporabo naprave SEDM je izjemno pomembna tehnologija. Priprava dobre tehnologije je zahteven in dolgotrajen proces. Osnova vsake tehnologije je izbira optimalnih režimov za sorazmerno dobre pogoje obdelave. Tehnologija mora biti narejena za obdelavo v praksi največkrat uporabljeno kombinacijo ob-



Slika 4: Portalna (Gantry) konstrukcija elektroerozijskega stroja

delave (baker-jeklo) in drugimi različni kombinacijami (grafiti-jeklo) ali pa za obdelavo drugih materialov, kot so karbidne trdine, aluminij, titan, razne zlitine za letalsko industrijo itd., kjer moramo uporabljati primeren elektrodni material. Tehnologije so bile v preteklosti narejene po skupinah:

- tehnologija z velikim odvzemom materiala na enoto časa in veliko obrabo elektrod,
- standardna tehnologija z manjšim odvzemom materiala na enoto časa in manjšo obrabo elektrod,
- tehnologija z majhno obrabo elektrod in posledično še manjšim odvzemom materiala na enoto časa.

SEDM-obdelava poteka v več stopnjah. Prva stopnja je groba obdelava, ki jo, če se delovna površina povečuje, stopnjujemo od režimov z manjšimi do režimov z večjimi tokovi. Grobi obdelavi sledi stopnjevanje režimov do končne fine obdelave /16, 17/. Pri tem uporabljamo različna orbitalna gibanja, ki omogočajo večanje reže med elektrodo in obdelovancem. Tako je mogoče isto elektrodo uporabiti za grobo obdelavo, vmesne stopnje in končno fino obdelavo.

V zadnjem času je bilo veliko pozornosti posvečeno razvoju generatorjev, ki omogočajo predvsem grobo obdelavo brez obrabe elektrod oziroma z minimalno obrabo elektrod. Le tako se pri grobi obdelavi približamo končni obliki in lahko vsaj za vmesne stopnje obdelave uporabimo isto elektrodo. Običajno uporabimo dve elektrodi – prvo elektrodo za grobo obdelavo in nekaj prvih vmesnih stopenj obdelave, drugo pa za naslednje stopnje vmesne obdelave in končno fino obdelavo. Pomembno je stopnjevanje od grobe do končne fine obdelave. Pri tem moramo doseči zahtevano hrapavost obdelane površine, kakovost obdelane površine z najmanjšo mogočo globino toplotno prizadetih plasti in mikrorazpok ter tudi zahtevano natančnost obdelane oblike.

Oblike, ki jih obdelujemo s SEDM, so različne, zato so potrebne tudi različne tehnologije /16, 17/. Največje razlike so pri grobih obdelavah, manjše so pri vmesnih stopnjah obdelave in končni fini obdelavi. Na vse najbolj vplivata velikost delovne površine, ki jo v posamezni stopnji obdelujemo, in togost elektrode, s katero obdelujemo.

Za posamezne obdelane oblike moramo pripraviti ustrezno tehnologijo. Za uporabnika je najpomembnejše, da z odgovori na ustrezna vprašanja računalnik izbere pravilno tehnologijo in z njo doseže najkrajši mogoči čas obdelave ob čim manjši obrabi elektrod, zahtevano hrapavost in globino toplotno prizadete plasti obdelane površine.

## Testiranje SEDM-naprav

Na optimalno izbiro SEDM-naprave močno vplivajo rezultati testov, s katerimi preizkusimo različne naprave. Pri tem je pomembno, da napravo preizkusimo z oblikami elektrod, ki so podobne oblikam, ki jih bomo uporabljali v praksi. Zato ne vidimo pravega smisla v testiranju z raznimi eksotičnimi oblikami, ki jih v praksi ne bomo nikoli uporabili in smo si jih izmislili samo zato, da proizvajalcem naprav zagrenimo kak dan življenja. Nekateri od tovrstnih testov so bili že poimenovani, npr. test Mallorca. Tehnologije za take teste so večinoma že optimizirane, ker se da tako dosežati najboljše rezultate. V praksi si tega ne moremo

privoščiti, saj moramo zahtevano obliko izdelati prvič. Ponavljanja pri izdelavi orodij namreč preveč stanejo.

Za uporabnike je predvsem pomembno, da testi izpolnijo naslednje kriterije:

- dosežen najkrajši mogoči čas obdelave,
- najmanjša mogoča obraba elektrode,
- dosežena zahtevana hrapavosti obdelane površine,
- dosežena natančnost položaja obdelane oblike na obdelovancu,
- dosežena zahtevana natančnost obdelane oblike,
- dosežena zahtevana najmanjša mogoča globina toplotno prizadete plasti in globina mikrorazpok.

Testiranje prvih treh kriterijev je sorazmerno preprosto, to je v večini testov tudi uporabljeno. Na čas obdelave najbolj vpliva način stopnjevanja od grobe na fino obdelavo. Z manjšo globino odvzetega materiala z vmesnimi in končnimi stopnjami obdelave bomo sicer dosegli krajši čas obdelave in zahtevano hrapavost, ne pa tudi ustrezne najmanjše mogoče globine toplotno prizadete plasti in mikrorazpok.

Natančnost položaja obdelane površine je odvisna predvsem od natančnosti stroja in okolja, v katerem se nahaja stroj.

Doseganje natančnosti obdelane oblike je odvisno od natančnosti elektrode, natančnosti stroja in izbrane tehnologije. Z izbrano tehnologijo je določen tudi način stopnjevanja od grobe na fino obdelavo in uspešnosti sistema za zaščito pred nenormalnimi impulzi. To je pomembno predvsem pri orodjih, ki so močno obremenjena s toplotnimi šoki (npr. orodja za tlačni liv aluminijska), in orodjih z velikimi mehanskimi obremenitvami (npr. obrezovalna orodja, orodja za sintranje itd.). Prave rezultate bomo dobili, ko bomo vložke z obliko, narejeno pri različnih proizvajalcih, vgradili v orodje in videli, kolikšna je življenjska doba vložkov, narejenih pri različnih dobaviteljih, v istem orodju.

Tudi doseganje zahtevane najmanjše mogoče globine toplotno prizadetih plasti in mikrorazpok je odvisno od izbrane tehnologije, načina stopnjevanja od grobe na fino obdelavo in uspešnosti sistema za zaščito pred nenormalnimi impulzi. To je pomembno predvsem pri orodjih, ki so močno obremenjena s toplotnimi šoki (npr. orodja za tlačni liv aluminijska), in orodjih z velikimi mehanskimi obremenitvami (npr. obrezovalna orodja, orodja za sintranje itd.). Prave rezultate bomo dobili, ko bomo vložke z obliko, narejeno pri različnih proizvajalcih, vgradili v orodje in videli, kolikšna je življenjska doba vložkov, narejenih pri različnih dobaviteljih, v istem orodju.

## Zaključek

Poleg tehničnih lastnosti je pri izbiri najprimernejše SEDM-naprave pomembna tudi njena cena, pri čemer je pomembnejše kakor sama cena čas, v katerem se naložba povrne.

V proizvodnji orodij se zahtevajo vedno krajši časi dobave naročenih orodij. Zato

tudi pri elektroerozijski obdelavi zahtevamo vedno krajše čase obdelave, s katerimi dosežemo zahtevano natančnost izdelka in kakovost obdelane površine. S samodejno menjavo elektrod in obdelovancev skrajšamo mrtve čase, ko stroj ne deluje. Zato moramo kljub večji nabavni ceni izbrati napravo, ki bo omogočala krajše pretočne čase. Zelo pomembno je, da kupimo napravo, ki bo lahko nemoteno delovala štiriindvajset ur na dan in sedem dni v tednu, tudi brez stalne prisotnosti operaterja. To zahteva ustrezno organizacijo proizvodnje, v katero je treba ravno tako vložiti ustrezna sredstva.

## Najkrajši mogoči čas vračanja naložbe bomo dosegli le s pravilno izbrano napravo.

Mnogo podatkov o proizvajalcih SEDM-naprav je mogoče dobiti na njihovih spletnih straneh /2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10/. Ti podatki so v pomoč pri izbiranju, ne zadostujejo pa za dokončno odločitev.

Vse fotografije v prispevku so objavljene s privolitvijo proizvajalcev ali njihovih zastopnikov.

V prispevku je opisano, na kaj moramo biti pozorni pri izbiri SEDM-naprave. V posameznih poglavjih in podpoglavjih je zaradi omejenega prostora obravnavano le najnujnejše. Zato bomo za vse, ki jih to zanima, pripravili obsežnejše opise in ustrezne seminarje. Namen tega je, da boste med SEDM-napravami, ki jih je mogoče dobiti na trgu, resnično izbrali tisto, ki vam najbolj ustreza. Pri tem vam bomo z veseljem pomagali.

## Literatura:

1. [www.fs.uni-lj.si/lat](http://www.fs.uni-lj.si/lat)
2. [www.ops-ingersoll.com](http://www.ops-ingersoll.com)
3. [www.zimmer-kreim.com](http://www.zimmer-kreim.com)
4. [www.exeron.net](http://www.exeron.net)
5. [www.agie.com](http://www.agie.com)
6. [www.charmilles.com](http://www.charmilles.com)
7. [www.cdmrovella.com](http://www.cdmrovella.com)
8. [www.ona-elektroerosion.com](http://www.ona-elektroerosion.com)
9. [www.makino.com](http://www.makino.com)
10. [www.sodick.com](http://www.sodick.com)
11. [www.vpenjalnisistemi.com](http://www.vpenjalnisistemi.com)
12. [www.system3r.com](http://www.system3r.com)
13. Boccadoro, M.: *Mit Hyperspark wird Senkerosion nahezu doppelt so schnell*, [www.agie.com](http://www.agie.com).
14. Otto, M., Dobovšek, M., Junkar, M.: *Avtomatski protibločni sistem za stroje za elektroerozijsko grezenje (EDM-3A)*, Strojniški vestnik, Ljubljana 1995/11–12, 381–387.
15. Otto, M., Dobovšek, M.: *Avtomatski protibločni sistem – pot do povečanja produktivnosti in zmanjšanju obrabe elektrode pri elektroerozijskem grezenju*, Orodjarstvo 1998, Velenje 1998, 83–87.
16. Dobovšek, M.: *Načrtovanje tehnologije za elektroerozijsko obdelavo z računalnikom*. Magistrsko delo, 1987.
17. Dobovšek, M., Roethel, F.: *Načrtovanje tehnologije za elektroerozijsko obdelavo z računalnikom*. Strokovne informacije št. 18, TF Maribor 1989, 76–84. ■



# HYUNDAI-KIA FANUC ROBOTICS ROMI

ZASTOPA IN PRODAJA:  
HYUNDAI AVTO TRADE D.O.O.  
BRNČIČEVA 45,  
1231 LJUBLJANA - ČRNUČE  
TEL.: (01) 530 77 20  
FAXS: (01) 530 77 22

## Partner za CNC-obdelavo in robotizacijo

### ROMI "E line"

Družina CNC-stružnih centrov ROMI "E line":

- Modularna izvedba, tipi izvedb:
  - od: 1 vreteno, 1 revolver
  - do: 2 vreteni, 2 revolverja, Y-os, rotacijska orodja
- Krmilnik: FANUC
- Standardna oprema za fleksibilno delo, MANUAL GUIDE i, Fanuc



### ROMI "M line"

Družina "TEACH IN" stružnic ROMI "M line":

- Modeli od M 420 do M 1300
- Krmilniki: SIEMENS, FANUC
- Standardna oprema za fleksibilno delo, Manual Turn, Siemens, MANUAL GUIDE, Fanuc



### ROMI "D line"

Družina CNC-vertikalnih obdelovalnih centrov ROMI:

- Velikosti do: X 1250 mm, Y 610 mm
- Krmilniki: SIEMENS, FANUC
- Standardna oprema za fleksibilno delo, SHOPMILL, Siemens, MANUAL GUIDE i, Fanuc



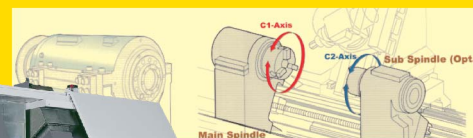
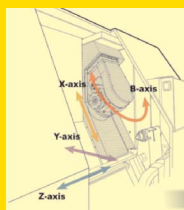
## CNC-stružni centri "HYUNDAI-KIA"

Družina CNC-stružnih centrov HYUNDAI-KIA:

- Serije: SKT100/200, SKT15, SKT21, SKT28...
- Krmilnik: FANUC
- Oprema za fleksibilno delo: Manual Guide i, Fanuc



Obdelovalni center za kompleksno obdelavo HYUNDAI-KIA SKT2500MT



## Vertikalni in horizontalni obdelovalni centri "HYUNDAI-KIA"

Družina vertikalnih obdelovalnih centrov HYUNDAI-KIA:

- Velikosti do: X 2450 mm, Y 900 mm
- Krmilnik: Fanuc



Družina horizontalnih obdelovalnih centrov HYUNDAI-KIA:

- Dvo-ali večpaletna izvedba
- Velikosti mize: 400x400, 500x500, 630x630 mm
- Krmilnik: Fanuc



## Roboti "FANUC ROBOTICS" Integriran VIZUALNI SISTEM



CLEANMIST sistem filtracije zraka:  
- Oljne megle delovnega prostora stroja



# EUROMOLD 2005

Med 30. novembrom in 3. decembrom 2005 je na frankfurtskem sejmišču potekala dvanajsta mednarodna sejemska prireditve EUROMOLD 2005 pod geslom »Od dizajna preko prototipa do serijske proizvodnje«.

Svetovni sejem orodjarstva, načrtovanja in aplikativnih raziskav, ki je vsako leto v začetku decembra v Frankfurtu, je s 1.620 razstavljalci iz 44 držav na 77.131 kvadratnih metrih razstavnih površin in obiskovalci z vsega sveta eden največjih dogodkov v branži. Ne zamudi ga nihče, ki nekaj pomeni v svetu orodjarstva. Letošnji Euromold je spet presegel lanskega, saj je bilo razstavljalcev več za skoraj 8 %, obiskovalcev pa za približno 2 %. To je znak, da se orodjarska industrija po lanskoletni krajši recesiji zopet postavlja na noge in se celo širi.

**Marko Oreškovič**, Ljubljana; **Jože Weingartner**, RTCZ d.o.o., Hrastnik; **Andrej Glojek**, TECOS, Celje; **Matjaž Rot**, Ljubljana

## Digitalizacija

Prvo, kar smo opazili na letošnjem sejmu, je bila množica razstavljalcev s področja digitalizacije, tako laserske kot optične in dotične. Pojavilo se je predvsem mnogo manjših proizvajalcev optične digitalizacijske tehnike, ki so posegli po nizkem in srednjem cenovnem delu tržišča. Ugotovili so namreč, da veliko uporabnikov ne potrebuje izjemno dragih naprav z natančnostjo 0,01 mm, ampak se zadovoljijo tudi z nekoliko manj natančnimi napravami za bistveno nižjo ceno.

Zelo zanimivo je bilo na Fraunhoferjevem razstavnem prostoru, kjer so prikazovali trenutno digitalizacijo celotnega človeškega obraza. Glavo preprosto pritismo na pripravljeno stola, nato pa štiri kamere posnamejo obraz. V 20 sekundah je obraz vključno s podrobnostmi, kot so obrazne dlačice in gube, že v digitalni obliki in pripravljen za nadaljnjo obdelavo. To je še posebno uporabno v medicini, npr. pri plastični kirurgiji, saj lahko kirurg natančneje sledi željam stranke; le-ta pa lahko vidi, kakšni bodo rezultati posega oz. operacije.



Naprava za skeniranje obraza. Zrcala zagotovi-  
jo, da ni mrtvih kotov.

## Rapid prototyping

Drugo področje, kjer je bil opazen velik napredek, je področje *rapid prototypinga*, in sicer orodij in izdelkov. Tako smo lah-

ko opazili veliko proizvajalcev naprav za stereolitografijo kot tudi lasersko sintranje in 3D-tiskanje. Predvsem se je uveljavilo t. i. mikroorodjarstvo: mikrostruženje, mikrofrezanje, mikrosintranje, mikrosterolitografija ... Tu je bilo opaziti padec cen, predvsem pa se je pojavilo veliko podjetij, ki samo tržijo storitve in ne prodajajo opreme. Omenimo lahko zanimivo tehnologijo inkrementalnega preoblikovanja pločevine, s katero lahko izdelujemo manjše serije pločevinastih izdelkov brez orodja za globoki vlek. Pločevina se le vpne v za to namenjeno držalo in oblikuje z batom, ki je vpnet v običajen CNC-stroj.

Na področju brizganja plastike dobiva vse večjo veljavo mikrobrizganje predvsem tehnološko zahtevnih izdelkov. Ogledali smo si stroj proizvajalca Babyplast. Najbolj zanimiva pri tem stroju je njegova velikost oz. majhnost, saj meri le približno meter in pol v dolžino, 70 centimetrov v širino in okoli 1,5 metra v višino, tako da bi ga lahko brez težav imeli v svoji dnevni sobi. Stroju se lahko doda tudi nastavek, ki omogoča dvokomponentno brizganje.

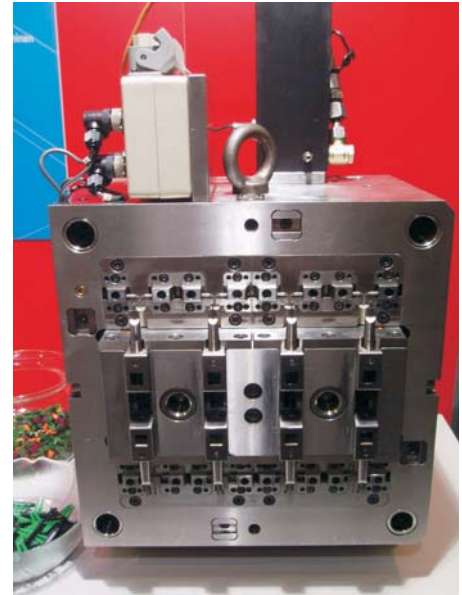


Stroj za mikrobrizganje Babyplast

Pri izdelovalcih orodij so izstopala visokotehnološka orodja za brizganje sestavljenih izdelkov, kjer se izdelek zabrizga sekvenčno (najprej se zabrizga ena komponenta, nato pa se znotraj orodja izdelek obrne, čemur sledi



brizganje druge komponente). Tako dobimo na koncu že sestavljen izdelek, recimo pre-mični zglob, kolesce na osi in podobno.



Primer orodja za sestavljene izdelke. Najprej se izdelki zabrizgajo na spodnji strani, nato pa se srednja plošča obrne, tako da se lahko zabrizga še druga komponenta.

## RP, RT, RM

Za izdelke iz plastike je bilo predstavljenih največ strojev za 3D-tiskanje, ki se večinoma uporabljajo za izdelavo barvnih maket in izdelkov, kadar nismo zadovoljni samo z virtualno predstavitvijo na zaslonu. Veliko zanimanja sta požela stroja Eden500V (500 x 400 x 200 mm) in VX800 Voxeljet (850 x 450 x 500 mm), ki omogočata izdelavo izdelkov večjih dimenzij.

Prav tako so bili predstavljeni stroji za tehnologijo in stereolitografijo PolyJet različnih proizvajalcev.

Med stroji za lasersko sintranje plastičnih prahov je 3D System predstavil stroj za SLS, in sicer Sinterstation Pro 140, ter kombinirani stroj za plastiko in kovino Sinterstati-





on HiQ, EOS pa stroj EOSINT P385. Oba proizvajalca stavita na podobne materiale na osnovi PA, PA s steklenimi vlakni, materiale z videzom litega aluminija, material na osnovi polistirena in material za izdelavo gibkih elementov. Novost je material, izredno odporen na upogibne obremenitve (3D System), EOS pa predstavlja nov material z grafitnimi vlakni in prvi ognjeodporni material za sintranje z opravljenim testom gorljivosti V0 po UL94. Nova dva materiala sta primerna predvsem za uporabo v avtomobilski in letalski industriji.

Vse zgoraj omenjene tehnologije so posredno uporabne pri izdelavi prototipov z vakuumskim litjem in *investment castingom*. Opremo in storitve s tega področja so ponujala številna podjetja.

Pri izdelavi kovinskih prototipov so se pojavile številne novosti, predvsem pri laserskem sintranju kovinskih prahov. V uporabi so čedalje trša orodna jekla, ki so uporabna predvsem za oblikovne kalupe v orodjih za brizganje plastike in tlačno litje aluminija ter barvnih kovin. Serije, ki se lahko izdelujejo v takih orodjih, že presegajo številko en milijon plastičnih brizganih izdelkov. Kovinski materiali, ki jih uporabljajo pri tehnologiji laserskega sintranja kovinskih prahov, so še: nerjavno jeklo, kobalt-krom, titan in zlato.

Predstavljena je bila tudi široka paleta petosnih frezalnih strojev, ki se čedalje bolj uveljavljajo pri izdelavi kovinskih prototipov.

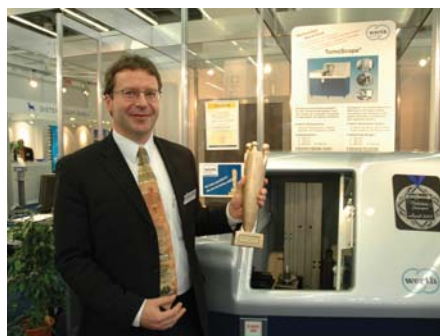


Tudi letošnje leto ni minilo brez vsakoletne mednarodne konference na temo hitrega prototipiranja, tema letošnje pa je bila prihodnost uporabe hitre izdelave prototipov in hitre proizvodnje v industrijskem okolju.

V preteklih letih so se tehnologije hitre izdelave prototipov, orodij in hitre proizvodnje (RP, RT, RM) uporabljale predvsem v avtomobilski ter vojaški industriji in v orodjarstvu. Euromold 2005 pa je pokazal, da gredo trendi predvsem v smeri izdelave izdelkov za točno določenega posameznika oz. izdelkov manjših serij. To se kaže v čedalje večjem številu aplikacij v medicini in protetiki. Širok spekter uporabe v medicinske namene so omogočili sodobni 3D-skenerji in novi biomedicinski materiali. Čedalje bolj zmogljivi stroji, oprema in sodobni materiali nam potrjujejo, da so napovedi o razcvetu hitre proizvodnje v vseh vejah industrije pravilne.

### Nagrajenci Euromold 2005

Tudi letos so bile podeljene nagrade Euromold za izjemne tehnične inovacije. Nagrade je izročil prof. dr. Ferdinand Dudenhöffer iz visoke šole v Gelsenkirchnu v imenu strokovne in nevtralne žirije, ki so jo sestavljali priznani predstavniki industrije,



1. nagrada: Tomo Scope in produktni manager za računalniško tomografijo pri Werthu, mag. G.

univerz, raziskovalnih institucij in strokovnega tiska.

Zlato nagrado je dobilo podjetje Werth Messtechnik GmbH za svoj izdelek TomoScope. Gre za rentgenski računalniški tomograf, ki

je rezultat nenehnega razvoja na področju večsenzorske koordinatne merilne tehnike. »V tej napravi nam je prvim uspelo integrirati rentgensko računalniško tomografijo v večsenzorski koordinatni merilni stroj, s katerim lahko uporabnik neporušno v celoti premeri objekt. Istočasno so rezultati meritev sledljivi do mednarodnih standardov,« pojasnjuje dr. Ralf Christoph iz Wertha. Kompaktna konstrukcija in popolna zaščita naprave v kombinaciji s preprostim upravljanjem omogoča neposredno uporabo v proizvodnji. Prihranek časa v primerjavi z običajnimi merilnimi postopki v orodjarstvu in pri izdelavi prvih modelov izdelkov predstavlja konkurenčno prednost za uporabnika, zlasti kadar so življenjski cikli izdelkov zelo kratki.

Srebrno nagrado si je prislužilo miniaturno planetno gonilo, izdelek podjetja Oechsler. »Gre za prvo dinamično obremenjeno komponento mikrogonila, ki meri komaj nekaj milimetrov in je izdelano po postopku montažnega brizganja,« pravi dr. Claudius M. Kozlik. Pri takih mikro sestavih predstavlja montaža znaten strošek, ki pa ga je z upora-



2. nagrada: Miniaturno planetno gonilo Oechsler.

bo tega postopka mogoče precej zmanjšati. Bron je tokrat pobral laserski skener LS HE 80 podjetja Faro. Ta visokoučinkoviti 3D-merilni instrument obdela 120.000 točk na sekundo in prepriča s svojim dometom do 70 metrov, natančnostjo  $\pm 3$  mm (odvisno od površine objekta) in izjemno ločljivostjo 7.600 megapikslov.



3. nagrada: Markus Eickhof in Dr. Bernd - Dietmar iz Faro Europe.

[www.euromold.com](http://www.euromold.com) ■

# Majhen in zmogljiv stroj za kotalno frezanje zobnikov

Nov stroj za kotalno frezanje zobnikov Phoenix II 600 HC CNC, ki ga proizvaja podjetje Gleason (Ludwigsburg, Nemčija), je nastal na podlagi uspešnega modela Phoenix II 275 HC in je namenjen za premere do 600 mm ter potrebuje 35 % manj talne površine kot drugi primerljivi tipi strojev. Po proizvajalčevih besedah naj bi bil stroj posebno primeren za suho obdelovanje, vendar se lahko uporablja tudi pri mokrem. Odlikuje se po stebru iz litega železa, zaradi česar konvencionalno nosilno ohišje ni potrebno. Vreteno rezkalne glave in vreteno obdelovanca sta nameščena neposredno na steber. Funkcija vretena rezkalne glave je narediti osnovni kot. V preteklosti se je vreteno obdelovanca nameščalo na rotirajočo temeljno ploščo. Vrtljivo premikanje vretena rezkalne glave omogoča krajšo projekcijo frezala in obdelovanca, s čimer se dosežeta najvišja mogoča togost in optimalna toplotna stabilnost. Vroči in suhi odrezki ne pridejo v stik z obdelovalno strukturo, temveč padejo neposredno na preprost transporter odrezkov, ki le-te odnaša.

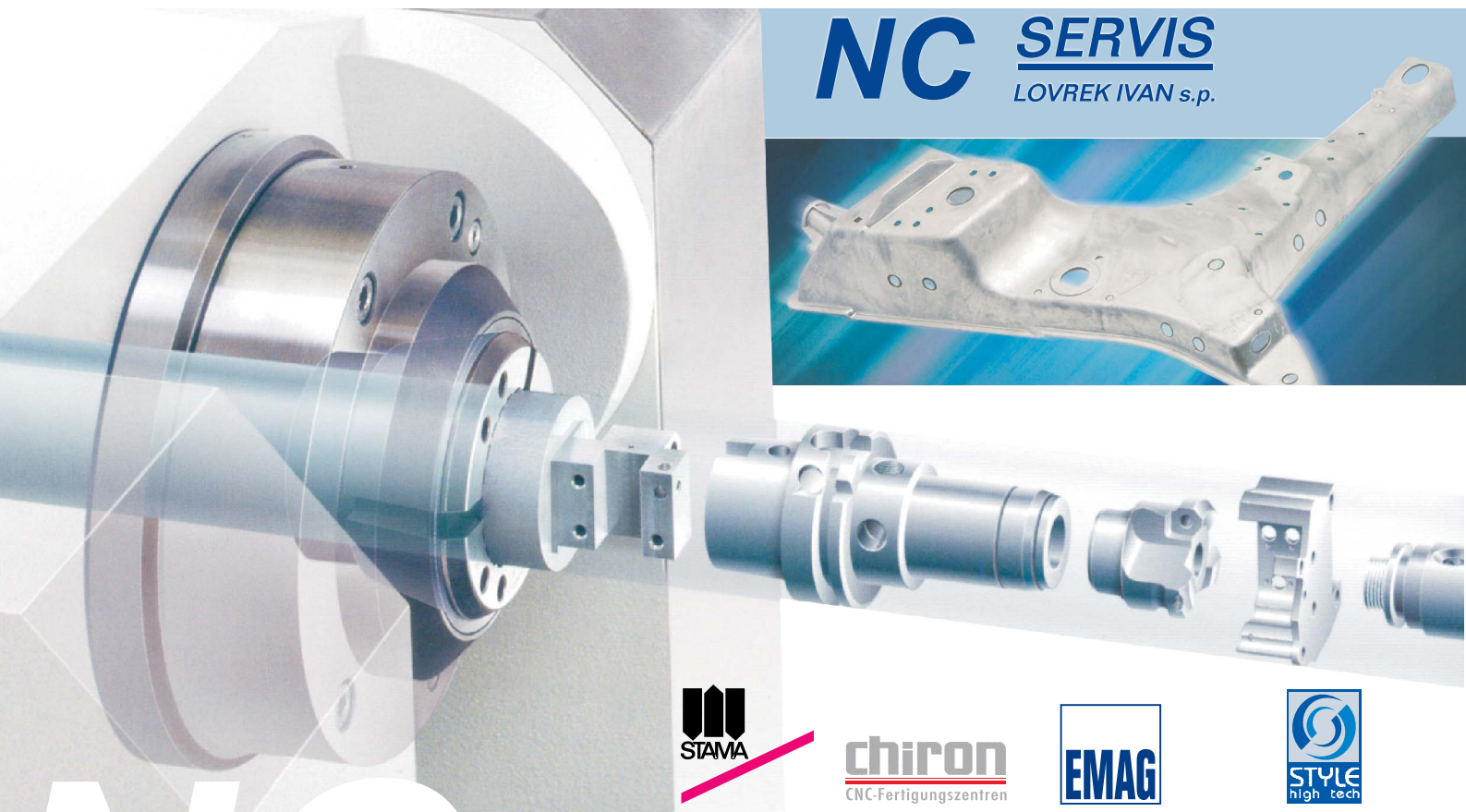
Ta konstrukcijska metoda je namenjena ponovnavitvi in pospeševanju nalaganja in od-

stranjevanja obdelovancev ter skrajšanju časa, potrebnega za ponastavitev rezkalne glave. Rezkalna glava in obdelovanec sta za upravljavca lahko dostopna.

Zaradi neposrednega pogona vretena so mehanične nastavitve in nadomestna gonila nepotrebna, kar skrajša čas postavitve, nameščanja in obdelovalnih postopkov. Hitri pospeški in zmanjšanje vrtljajev v kombinaciji z visokim vrtilnim momentom in hitrimi ter kratkimi premiki osi zmanjšajo neproduktivni čas med obdelovalnimi cikli in tako izboljšajo produktivnost obdelovalnih postopkov v celoti.

Vsak tip ter konfiguracija rezkalne glave in rezkalnega sistema se lahko uporablja za podajanje kosov (zvezno ali ločeno) med kotalnim frezanjem stožčastih ali hipoidnih

zobnikov. Obdelovalni stroj je dobavljiv s krmilnim sistemom Fanuc 160 i CNC in je vanj mogoče vgraditi Gleasonovo programsko opremo Machine Manager. ■



**NC** **SERVIS**  
LOVREK IVAN s.p.



www.stama.de

**chiron**  
CNC-Fertigungszentren

www.chiron.de

**EMAG**

www.emag.de



www.stylehightech.nl

**NC**

# Enostavna integracija na visokem nivoju

Obdelovalna centra XS 211/XS 321 podjetja Ex-Cell-O (Eislingen, Nemčija) temeljita na modularni zasnovi in sta namenjena obdelavi aluminija, jekla in litega železa, še posebno v primerih srednje dolge ali dolge obdelave. Po besedah proizvajalca je posebna prednost strojev iz serije XS ta, da jih je mogoče s samodejnimi vmesniki brez težav vključiti v obstoječe proizvodne sisteme.

Zaradi koncepta sprotnega sestavljanja z vnaprej določeno zalogo kosov je mogoče te stroje sestaviti in zagnati v desetih dneh. Stroški nameščanja in število vmesnih operacij se znatno zmanjšajo. Tako je pokrov za delovno območje dobavljiv v treh podsestavih in se neposredno namesti. Nosilno ohiš-

je, steber in prečne sani so dobavljivi z natančnimi vodili, ki so nameščena na valjčnih ležajih za os X, Y in Z. Na vseh oseh se uporabljajo merilni sistemi za neposredno merjenje pomikov. Rotacijska miza NC (os B) je nameščena na osi Z in omogoča premike natančnosti  $360,000 \times 0,001^\circ$ . Tudi za merjenje kotov se uporablja isti merilni sistem, rotacijska miza pa se lahko hidravlično pričvrsti v kateri koli položaj.



Serijska XS se odlikuje po modularni konstrukciji in vključuje več vrst zalagovnikov za orodja, vreten, nakladalnih sistemov itd. Vse to omogoča, da je stroj narejen po meri zahtev vsakega posameznega upravljavca stroja. Vmesniki za različne avtomatizirane procese zagotavljajo natančno prilagodljivost sistemskih modulov zahtevam uporabnika.

Zmožnost sprednjega nalaganja s tekočega traku oblikuje nakladalni sistem, ki v kombinaciji z gibanjem delovne mize po osi Z predstavlja osrednji del te oblike avtomatizacije.

Strojno obdelani obdelovanci se raztovorijo s samodejno vrtljivimi enotami. Medtem ko se ta enota obrača za  $180^\circ$ , se stroj ponovno naloži v enem samem prehodu. S tekočimi trakovi poteka celoten sistem nalaganja vzporedno s procesom obdelave. Zaradi portalnega nalaganja lahko individualni členi kompleksnega proizvodnega sistema delujejo nemoteno in neodvisno od sistema kot celote. Pri sistemu Roboload se posamezni členi naložijo z vodenimi roboti. ■

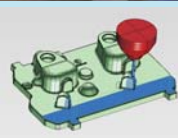
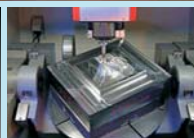
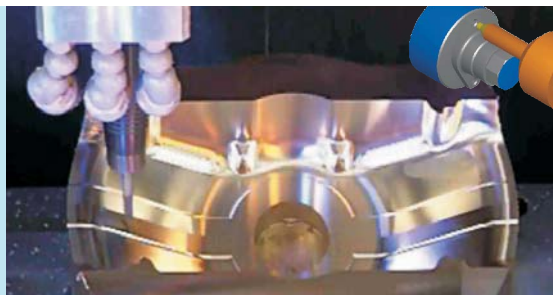


3way, Štalčeva ul.5,  
1215 Medvode,  
Tel.: (01)3616-539,  
Fax.: (01)3617-014,  
Http://www.3way-sp.si  
E-mail: info@3way-sp.si

**CAD/CAM/PDM**

## STORITVE:

Na zastopani programski opremi nudimo šolanje in tehnično pomoč. Izvajamo tudi modeliranje, konstruiranje orodij in naprav, programiranje za CNC stroje ter vzvratni inženiring.



## ZASTOPSTVO:

- thinkdesign
- hyperCAD
- hyperMILL
- K-Mold
- D-Camcut
- PointMaster
- Partsolution

# Obdelovalni center BA W04-22 – dinamičnost za visoko produktivnost

Družba SW Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH predstavlja obdelovalni center z dvojnimi vretenom ter z linearnim pogonom in pogonom s konstantnim vrtilnim navorom; novi obdelovalni center BA W04-22 je namenjen za majhne in srednje velike obdelovance iz lahkih kovin.

Obdelovalni centri BA W06, ki so na osnovi linearnega pogona in pogona s konstantnim vrtilnim navorom močno skrajšali čas obdelave, so na tržišču doživeli velik uspeh, zato je bila za proizvajalca logična posledica, da je izdelal obdelovalni center na osnovi enakega koncepta, vendar z razmakom med vretenoma 400 mm in z manjšim delovnim prostorom. Novi center ima oznako BA W04.

Strokovnjaki, ki se pri družbi SW (Waldmössingen, Nemčija) ukvarjajo z razvojem obdelovalnih centrov, so imeli v mislih naslednje: Pomembna je zanesljivost, treba je izkoristiti prednosti in jih še nadalje razvijati. Na osnovi tega so izdelali horizontalni obdelovalni center z dvojnimi vretenom. Novi center ima oznako BA W04-22. Razmak med glavnima vretenoma je 400 mm, hkrati se lahko obdeluje dva obdelovanca velikosti do 400 x 400 x 300 mm. S tem je center namenjen za visokoproduktivno srednje- in velikoserijsko obdelavo obdelovancev iz lahkih kovin. Zlasti je primeren za izdelovanje npr. ohišij krmilnikov za ABS-zavorni sistem, zavornih valjev, blokov za ventile in krmilja pa tudi ohišij za elektroniko.

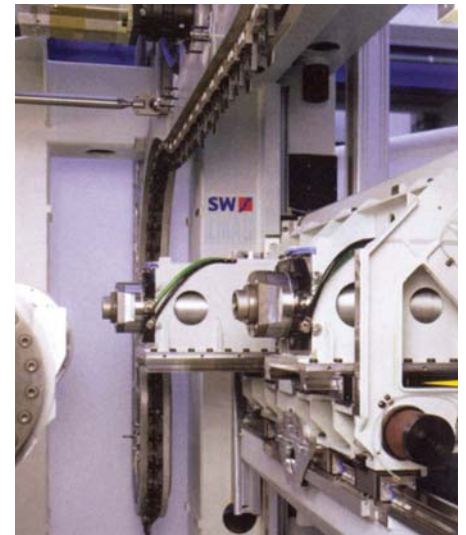
## Že uspešno preizkušene lastnosti in sestavni deli

S centrom BA W06, ki se je že izkazal v praksi, pa novih centrov ne povezuje le podobno ime. Razvojni strokovnjaki so v novem obdelovalnem centru namreč združili tudi vse prednosti njegovega predhodnika in še več. Tako se novi center lahko pohvali z veliko dinamiko pomičnih in vrtiljivih osi ter tudi glavnih vreten. Vse to omogočajo linearni pogon in pogon s konstantnim vrtilnim navorom ter tudi vretena z direktnimi pogoni. Tako imajo pospeški v X-, Y- in Z-osi vrednost 25 m/s<sup>2</sup>, in sicer do hitrosti 100 m/min.

*Izjemna dinamika pri obdelavi obdelovancev iz lahkih kovin: horizontalen, dvovretenski obdelovalni center BA »04-22 z linearnim pogonom in pogonom s konstantnim vrtilnim navorom.*

Glavna vretena z močnim vrtilnim navorom, vsako ima pogonsko moč 35 kW, potrebujejo le 0,7 s do maksimalne vrtilne frekvence 17500 min<sup>-1</sup>. Zlasti še pri cirkularnem zarezovanju, ki je čedalje bolj razširjeno, sta velika dinamika in velika hitrost gibanja prinesli vrsto prednosti. Pri interpolaciji na več oseh ter zarezovanju v mirujoče obdelovance je možno doseči optimalne hitrosti reza in pomika. Zlasti so se pokazale prednosti pri globokem zarezovanju pri izdelavi tesnil in varovalnih obrocev.

Od drugih, že »prekaljenih«, večjih obdelovalnih centrov je center BA W04 podedoval še nekatere dodatne dobre lastnosti, kot so odlična togost in izjemna natančnost. Povsem razumljivo je, da je temelj stroja sestavljen kot optimirana monoblok konstrukcija. Skupaj z obdelovalno enoto, ki je vgrajena na hrbtni strani, v samem okvirju, zagotavlja odlično stabilnost. Dobra stran so minimalne deformacije, ki so posledica visokih dinamičnih obremenitev na osnovi direktnega pogona, pa tudi sil, ki nastajajo pri obdelavi med obdelovancem in vretenom. V povezavi z neposrednim sistemom za merjenje poti se s tem obdelovalnim centrom lahko dosežeta izjemna točnost pozicioniranja in ponovljivost ( $T_p = 0,008$  mm linearno oz.  $\pm 5''$  v vrtečih se oseh). Na podlagi izkušenj s centrom BA W06 se je pokazalo, da omogočajo termosimetrična struktura ter hladilni sistemi, vgrajeni v okvir, v praksi bistveno boljšo točnost pri obdelavi. Že s prototipom BA W04-22 so dokazali, da so na podlagi koncepta večjih centrov in nekaterih sestavnih delov BA W06 ustvarili zanesljiv, kakovosten obdelovalni center za obdelavo manjših obdelovancev iz lahkih kovin.



*Dve vreteni za večjo produktivnost: vreteni lahko dosežeta vrtilno frekvenco do 17500 min<sup>-1</sup>, kar omogoča visokoproduktivno obdelavo pri serijski izdelavi delov iz lahkih kovin (delovni prostor).*

Monoblok konstrukcija pa je odgovor na zahteve po fleksibilnih centrih, ki jih je mogoče hitro prilagoditi. Obdelovalne centre BA W04-22 z vso potrebno periferno, hidravlično in električno opremo ter krmiljem je mogoče transportirati z žerjavom. Lahka gradnja, optimirana z metodo končnih elementov, omogoča zelo veliko dinamiko. Drsnna vodila, ki so izpostavljena pospeševanju, so konstrukcijsko zelo lahka ter statično in dinamično toga, poleg tega so izdelana tako, da povzročajo malo vibracij. Tako so npr. drsna vodila Z-osi, ki prevzemajo največje obremenitve, izdelana iz visokooptimiranega, varjenega ohišja. Konstrukterjem je uspelo zmanjšati maso vodil v primerjavi s predhodnimi izvedbami, in to na eno četrtino do eno petino vrednosti. To pa omogoča doseganje visokih pospeškov z linearnimi pogoni, s čimer se zelo hitro doseže zelo velike hitrosti.

Za celovito obdelovanje izvrtin, navojev in žepov zelo zahtevnih obdelovancev iz lahkih kovin, je v verižnem skladišču za orodje prostor za 72 orodij velikosti HSK 63. Orodje je lahko dolgo do 300 mm in težko do 10 kg, v premeru pa lahko meri 80 mm oz. 160 mm, če so vmes prazni prostori za orodje. Neposredna menjava orodij tudi pri številu vrtiljajev vretena do 10.000 min<sup>-1</sup> omogoča čas menjave manj kot



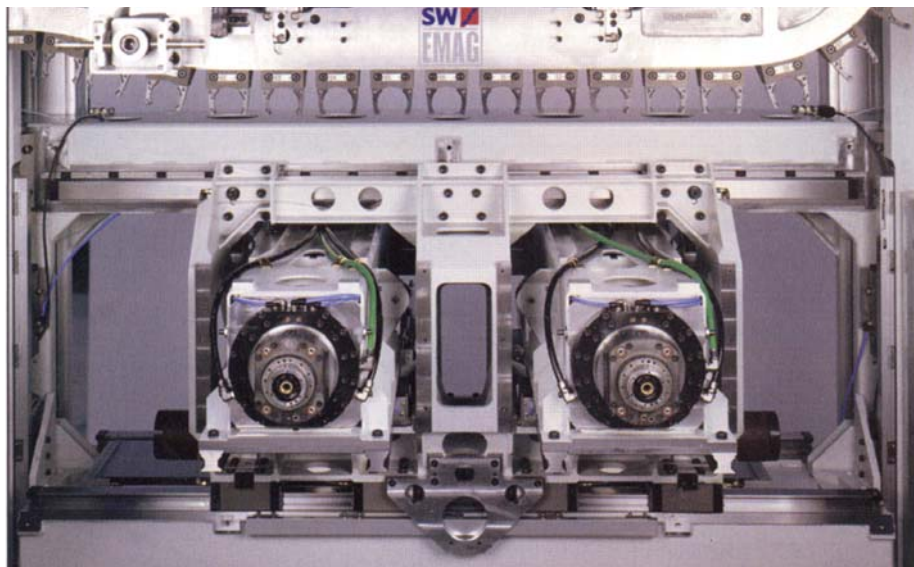


Opremljanje skladišča brez prekinjanja procesa obdelave, kapaciteta: do 2 x 36 orodij, višina skladišča je ergonomsko prilagojena.

2,5 s. Samo po sebi se razume, da se lahko skladišče orodja, nameščeno v ergonomski višini, polni med postopkom obdelave.

### Tehnika krmilja, ki ima prihodnost

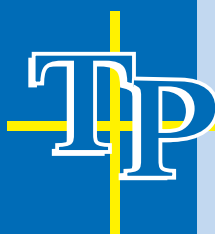
Poleg uveljavljenih elementov so center BA W04-22 pri družbi SW seveda opremili tudi z nekaterimi sestavnimi deli, ki nedvomno imajo prihodnost. Tako si lahko avtomobil-



Oba sinhrona vretena s tekočim hladilnim sredstvom imata moč 2 x 35 kW. Čas menjave in vpenjanja orodja pri tem horizontalnem obdelovalnem centru znaša 2,5 s.

ska industrija in njeni dobavitelji pomagajo z uporabniku prijaznim dvokanalnim CNC-krmiljem, ki ima na voljo tudi dodatne dialoge za prosto programiranje. Poleg tega je zelo izpopolnjen tudi uporabniški vmesnik. Pritisk ene same tipke priključuje izčrpane barvne grafike, ki prikazujejo stanje sestavnih delov obdelovalnega centra, npr. mejnih stikal, pogonov vreten in frekvenčnih pretvornikov. To zelo poenostavi in pospeši di-

agnosticiranje napak. Tako so časi, ko stroj ob okvari miruje, kratki, s tem pa je stroj seveda dlje časa na voljo. Vmesniki, ki so v krmilje vgrajeni standardno, omogočajo storitve na daljavo. Dosledna povezava vseh senzorjev in aktuatorjev preko ProfiBusa pa zagotavlja, da je čas, ko stroj zaradi menjave sestavnih delov ne obratuje, zelo kratek. Hkrati pa zato razširitev stroja z novimi sestavnimi deli prav tako poteka brez težav. ■



## TEHNA PLUS

d.o.o.  
trgovsko in proizvodno podjetje

V prodajnem programu imamo vsa orodja vrhunske kvalitete za kovinsko predelovalno industrijo, med katerimi so najpomembnejši programi:

MITSUBISHI, kateri ima v programu nad 37.000 različnih orodij, kot so:

- orodja za struženje
- orodja za vrtanje
- orodja za rezkanje
- rezkarji in svedri iz karbidnih trdin do trdote 70 HRC

ALFRA - magnetni vrtalniki in kronski svedri

RIX - vse vrste žag za strojno industrijo

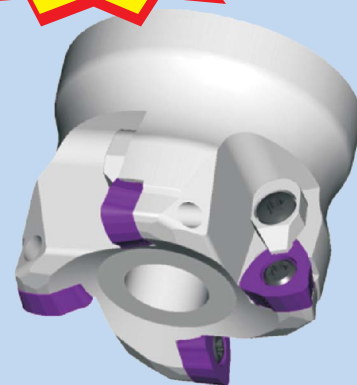
OSBORN - vse vrste ščetk za čiščenje in poliranje

WERNER WILKE - vse vrste roto rezkarjev

vse vrste HSS in HSSE svedrov in navojnih svedrov



AJX



Rezkalne glave **AJX** od premera 20 do 100 mm, ekstremne zmogljivosti s pomikom 24 m/min, oziroma maksimalnim pomikom 4 mm/zob, najprimernejša glava za hitro 3D-vkopavanje do trdote 55 HRC.

TEHNA PLUS, d.o.o.,

Njiverce, Ob železnici 6,

2325 Kidričevo

Poslovalnica:

Rogozniška 14, 2250 Ptuj

E-mail: tehnplus@siol.net

Tel.: 02/780 67 00, 780 67 01

Fax: 02/780 67 02, 780 67 05

www.tehnplus.si



# Natančno CNC-krmiljeno **lasersko varjenje** je preprostejše s kompaktnim in uporabniku prijaznim sistemom

Kompakten CNC-krmiljeni laser »Star-Weld Performance CNC« za natančno mikrovarjenje v orodjarstvu in popravilno varjenje orodij za tlačno litje se lahko uporablja tudi kot ročni laser. Primeren je za polavtomat-

ske in prototipno proizvodnjo. Vsebuje preprost CNC-krmilnik, ki je programiran z zunanjim računalnikom.



Programiranje poti varjenja izvajamo prek sistema učenja, kjer z računalniško miško ali kurzorskimi tipkami premikamo posamezne osi. Drugi način programiranja poti zajema uvažanje risb prek vgrajenega CAD-sistema, tretji način pa neposredno CNC-programiranje po DIN ISO 66025. Menjava orodja in preprogramiranje običajno traja le nekaj minut. Z varilnim sistemom lahko naredimo točkovne vare velikosti od 100 µm do 2,5 mm in šivne zware. Varimo lahko tudi z dodajanjem materiala. Varilni sistem proizvaja pulze frekvenc do 20 Hz, širine pulza do 50 ms in pulze z energijo do 100 J ob visoki stabilnosti pulzov.

Sistem omogoča gibanje X-, Y- in Z-osi v velikosti 80 x 80 x 150 mm ter vpenjanje varjenja velikosti 400 x 200 x 100 mm. Popolno integriran CNC-krmilnik omogoča poleg krmiljenja X-, Y- in Z-osi tudi krmiljenje rotacije. Omenjeni laserski sistem proizvaja podjetje Rofin-Baasel Lasertech. ■

[www.rofin.com](http://www.rofin.com)

## Vodoodporni zaščitni varilski filtri iz tekočih kristalov

Podjetje na spletni strani [specialwelds.com](http://specialwelds.com) je specializirano za podvodno varjenje. Na svojih spletnih straneh ponuja vodoodporne avtomatske zaščitne varilske filtre. Primerni so za vgradnjo v standardne zaščitne maske Kirby Morgan, ki se uporabljajo za podvodno varjenje. Prednost teh varilnih filtrov iz tekočih kristalov v primerjavi s klasičnimi filtri je v boljši vidljivosti na začetku in ob koncu varjenja ter med samim varjenjem ob ponovnem vzpostavljanju obloka. Njihova uporaba poveča produktivnost varjenja, saj med delom filtra ni treba dvigovati in spuščati. Zaradi boljše vidljivosti varilci naredijo manj napak, hitreje opazijo slabo prevarjena mesta in izgubijo manj časa za odpravljanje napak.

Predstavljeni filtri se napajajo s svetlobo iz obloka, zato za delovanje ne potrebujejo baterij. Nimajo možnosti nastavljanja zatemnitve. Nastavljena zatemnitev v odprtem stanju je 3, v zaprtem pa 10, kar je ustrezno za večino primerov podvodnega varjenja. Garancijska doba za filtre je 2 leti. Več informacij o teh zaščitnih filterih za varjenje najdete na [www.specialwelds.com/products2/underwater-welding-filter.htm](http://www.specialwelds.com/products2/underwater-welding-filter.htm).



## SLOVENIJI SE OBETA CENTER ZA RAZVOJ NOVIH TEHNOLOGIJ

Podjetja Pipistrel, Seaway in Akrapovič nameravajo v sodelovanju z ljubljansko ekonomsko fakulteto ustanoviti mednarodni center za industrijsko oblikovanje in razvoj tehnologij. Projekt, katerega vrednost naj bi bila nekaj deset milijonov evrov, bo predstavljal vez med univerzami in podjetji, malim visokotehnološkim podjetjem pa bo omogočil hitrejši in cenejši razvoj.

V centru se bodo ukvarjali z industrijskim oblikovanjem kompozitnih materialov, aerodinamiko, elektroniko, hidrodinamiko, hidravliko, tridimenzionalnim inženiringom, informacijsko-komunikacijsko tehnologijo in razvojem sodobnih storitev.

Center za industrijsko oblikovanje in razvoj tehnologij napoveduje tudi prvi slovenski mednarodni program. Že prihodnje leto naj bi se centru priključil mednarodni študij visokotehnološkega podjetništva. Center naj bi deloval na več mestih po državi, poleg razvojnih laboratorijev in mednarodne šole pa naj bi imel še inkubator in sklad tveganega kapitala.

Centru se bodo lahko priključila vsa zainteresirana tehnološka podjetja, po pričakovanjih pa naj bi sodelovale vse slovenske univerze, poleg gospodarskega pa še dve ministrstvi. »Dobro bi bilo, če bi sodelovali tudi z univerzami v tujini. Tam študentje med šolanjem namreč pridobijo več praktičnega znanja, kar je dobro, pri nas pa več teoretičnega,« pravi lastnik podjetja Akrapovič Igor Akrapovič.



# Brusilni stroj za okroglo brušenje s patentirano precizno tehnologijo ter hitro nastavljivo in uporabniku prijazno programsko opremo

Stroj CNC148P4 za okroglo brušenje iz podjetja Rollomatic S. A. Odlikuje patentirana tehnologija. Ta vključuje hkratno delovanje grobega in finega brusnega kolata, surovec pa je voden po V-sistemu, tako da je končni rezultat obdelane površine zelo dober.

Brusilni stroj CNC148P4 je primeren za izdelavo konusa na svedrilih in večstopenjskih grezilih, za pripravo surovcev za ravne in kroglne rezkarje ter za konusna orodja.

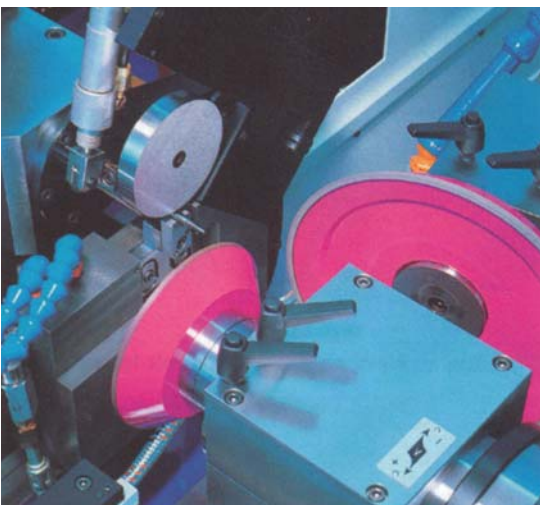
Z razponom brušenja od 0,025 do 16 milimetrov se CNC148P4 uporablja za brušenje


zatičev in prebijalnih igel ter za druge sestavne dele orodij za brizganje in izsekavanje. Vključen je še hiter robot za polaganje in vpenjanje obdelovancev, ki za večjo zanesljivost uporablja kroglčno vreteno.

Uporabniku prijazna programska oprema P4Smart je zdaj združljiva s sistemom Windows XP. Programska oprema je zasnovana tako, da pospeši nastavljanje, preračunavanje in programiranje poti brusilnega kolata. Programska oprema prikazuje natančen profil orodja in premike brusilnega kolata, poleg tega izračuna najučinkovitejšo pot in samodejno ustvarja programe, ki so potrebni, da se orodje brusi glede na konfiguracijo brusilnega kolata.


Novost pri P4Smart je programiranje osi Z v več prehodih. Odstranjevanje materiala lahko zdaj poteka z grobim brušenjem, tako da se izvedejo večkratni premiki osi Z. ■


[www.rollomaticsa.com](http://www.rollomaticsa.com)





**PowerMILL**  
je vodilna CAM rešitev za izdelavo 3-5 osnih NC programov ter programiranje 6 osnih robotov





**PowerSHAPE**  
je CAD orodje za dizajn izdelkov in izdelavo konstrukcij orodij



**PowerINSPECT**  
je edinstvena rešitev za enostavno izvajanje meritev na CMM strojih in merilnih rokah; različica **OMV** pa je namenjena merjenju na klasičnem CNC stroju



**PS-Electrode**  
je CAD orodje za hitro in enostavno izdelavo elektrod in pripadajoče dokumentacije



**FeatureCAM**  
je CAM orodje za hitro in enostavno izdelavo NC programov za struženje in žično erozijo ter 2,5D rezkanje



**CopyCAD**  
je CAD orodje za enostavno izdelavo vzvratnega inženiringa.

**Misko d.o.o.**  
Konstruiranje orodij, izdelava NC programov in zastopstvo za DELCAM  
tel.: 01/256-14-98  
[www.misko.si](http://www.misko.si)



# Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek

Trde PVD-prevleke so v zadnjih dveh desetletjih omogočile bistveno izboljšanje učinkovitosti rezalnih in drugih orodij, kar še zlasti velja za obdelavo težko obdelovalnih materialov. Tako se je v zadnjih petnajstih letih obstojnost orodij za obdelavo npr. nikljeve zlitine Inconel povečala kar za 26-krat. Ta dosežek je predvsem posledica uporabe orodij, zaščitnih z visokokakovostnimi trdimi PVD-prevlekami.

Število trdih PVD-prevlek za izboljšanje triboloških lastnosti orodij in strojnih delov ter število primerov njihove uporabe v zadnjih letih hitro naraščajo. V poplavi novih prevlek, ki jih proizvajalci ponujajo pod najrazličnejšimi komercialnimi imeni, se še strokovnjaki težko znajdemo. Prevleke postajajo tudi vse bolj sofisticirane (npr. nanoplastne, nanokompozitne in diamantu podobne prevleke), zato je za razumevanje njihovih lastnosti in primernosti uporabe v izbranem tribološkem sistemu potrebno vse bolj poglobljeno strokovno znanje. Eden od namenov pričujoče tematske številke revije IRT3000 je podati pregled trdih PVD-prevlek glede na njihove osnovne fizikalne lastnosti in glede na način njihove priprave. Prispevek z naslovom »Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek«, katerega avtor sem podpisani, je nekoliko bolj fizikalno obarvan, vendar upam, da bo bralcem pomagal razumeti, v čem se trde prevleke razlikujejo in katere so omejitve pri njihovi uporabi. Za učinkovito obdelavo izbranega materiala obdelovanca je ključnega pomena ustrežna izbira zaščitne prevleke.

Medtem ko so se prve trde TiN-prevleke uporabljale za zaščito praktično vseh orodij, je današnji trend narediti specifične prevleke za individualno uporabo orodij. Zlasti novi konstrukcijski materiali (aluminijeve in magnezijeve zlitine, umetne mase z dodatki steklenih vlaken, nikljeve zlitine, titanove zlitine) in sodobni postopki njihove obdelave (obdelava pri velikih hitrostih, obdelava v trdo in suho obdelavo) zahtevajo učinkovita in vzdržljiva orodja, zaščitena s specifično trdo prevleko. Pri tem je ključno vprašanje, kako izbrati optimalne parametre obdelave (npr. hitrost rezanja, podajanje). Medtem ko je hitrost rezanja določena s termokemijsko stabilnostjo orodnega materiala oz. prevleke, pa je podajanje odvisno od njegove mehanske trdnosti oz. lomne žilavosti. Pri prehodu s klasične obdelave na obdelavo pri velikih hitrostih, obdelavo v trdo ali suho obdelavo se bistveno spremenijo mehanizmi obdelave. Tako npr. pri klasični obdelavi prevladuje abrazivna obraba, pri visokohitrostni pa kemijska obraba. Zahteve glede lastnosti trdih zaščitnih prevlek za zaščito orodij za obdelavo pri velikih hitrostih so zato povsem drugačne kot pri orodjih za klasično obdelavo. Napredek na tem področju je opisan v prispevkih, ki so jih pripravili strokovnjaki vo-

dilnih evropskih podjetij na področju trdih zaščitnih prevlek. Prispevek dr. Christoph Geyja iz Balzera govori o smernicah pri odrezovanju težko obdelovalnih materialov (nikljeve in titanove zlitine), ki se vse bolj pogosto uporabljajo kot konstrukcijski materiali v letalski, vesoljski, kemijski in petrokemijski industriji. Avtor članka podrobneje opisuje obremenitve, katerim je izpostavljen rezalni rob orodja med obdelavo takih materialov, in navaja konkretne primere uspešne zaščite orodja s trdimi PVD-prevlekami. Nizozemski in britanski raziskovalci pa pišejo o rezultatih testiranja novih diamantu podobnih prevlek, ki so jih v podjetju Hauzer razvili za zaščito orodij za suho rezanje mehkih kovin (aluminijeva zlitina z veliko natezno trdnostjo A7010 T7651 in zlitina AlMg2,5). Aluminijeve in magnezijeve zlitine se vse pogosteje uporabljajo zlasti v avtomobilski in letalski industriji. Suha obelava aluminijevih zlitin je še posebej težavna zaradi nagnjenja aluminija k sprijemanju na rezalno orodje. Oba prispevka je iz nemščine oziroma angleščine prevedel dr. Miha Čekada, sodelavec Odseka za tanke plasti in površine na Institutu Jožef Stefan. Prof. dr. Mirko Soković in prof. dr. Janez Kopač s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani pa v svojem prispevku povzemata rezultate dolgoletnih raziskav njihovega laboratorija za odrezavanje LABOD® glede obstojnosti rezalnih orodij, prekritih s PVD-prevlekami, narejenimi na Institutu Jožef Stefan.

Pisci prispevkov smo se potrudili, da bi področje predstavili na čim bolj razumljiv način. Upamo, da smo bili pri tem vsaj delno uspešni.

Vsi našeti prispevki, skupaj s tematsko priložnostjo, ki je bila oktobra lani objavljena v reviji Eurotech, dajejo bralcu celosten vpogled v novejši razvoj na področju zaščite orodij. Obe prilogi sta bili pripravljene z namenom, da se ozremo po dosežkih, ki so jih raziskovalci in tehnologi dosegli na področju zaščite orodij in strojnih delov v zadnjih petindvajsetih letih, odkar so se pojavile prve trde PVD-prevleke. To je tudi priložnost, da pokažemo, kaj smo v tem času na tem področju naredili v Sloveniji. Danes lahko s ponosom povemo, da je bil Center za trde prevleke, kjer že 20 let nanašamo trde zaščitne prevleke za domačo in tujo industrijo, eden prvih tovrstnih centrov v Evropi in svetu.



**Dr. Peter Panjan**  
Institut Jožef Stefan,  
Ljubljana

# Obstojnost orodij, prekritih s PVD-prevlekami

## Rezultati raziskav laboratorija za odrezavanje LABOD® v preteklem obdobju

Mirko Sokovič,  
Janez Kopač  
Fakulteta za strojništvo v Ljubljani

Ko so leta 1980 strokovnjaki podjetja Balzers iz Liechtensteina naredili prve TiN PVD-prevleke na rezalnih orodjih, niso niti približno slutili, kako pomemben korak bo to za nadaljnji razvoj sodobnih orodij in povečanje produktivnosti obdelave v kovinskopredelovalni industriji. Samo dve leti pozneje smo po zaslugi raziskovalcev Odseka za tanke plasti in površine na Institutu Jožef Stefan tudi v Sloveniji dobili prve TiN PVD-prevleke, in sicer tako na rezalnih orodjih kakor na orodjih za štancanje oz. hladno preoblikovanje. Spominjamo se, koliko časa in energije je bilo potrebno na začetku za prepričevanje posameznih uporabnikov iz industrije o prednostih in koristih uporabe prekritih orodij. Po petindvajsetih letih intenzivnega razvoja na področju trdih prevlek so razmere popolnoma drugačne. Danes v industriji nihče več ne dvomi o smiselnosti uporabe prekritih

orodij. Nasprotno, vse več konkretnih vprašanj se nanaša na optimalno izbiro le-teh. Razviti so nove vrste in sistemi prevlek, ki so prirejani za učinkovito obdelavo različnih materialov: od mehkih aluminijevih zlitin do najtrših toplotno obdelanih jekel in litin ter različnih nekovinskih materialov.

V prispevku bodo podani nekateri zanimivi rezultati raziskav obstojnosti rezalnih orodij, prekritih s PVD-prevlekami, ki smo jih od začetka uporabe prevlek JOSTiN® opravljali v laboratoriju za odrezavanje LABOD® na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

### Prednosti prekritih orodij

Za sodobno obdelovalno tehnologijo je značilna intenzivna raba orodij, prekritih z različnimi prevlekami PVD in CVD. Med temi imajo orodja, prekrita s prevlekami PVD, pomemben delež na trgu rezalnih orodij. Obvladovanje kakovosti trdih prevlek na orodjih ali konicah orodij je problem, ker so prevleke tanke (večinoma manj kot 5 μm). Kljub velikemu napredku pri študiju in ana-

lizi tankih plasti z uporabo najsodobnejših analitičnih tehnik so za jasnejši prikaz potencialnih zmožnosti (učinkovitosti) trdih prevlek na rezalnih orodjih še vedno potrebni **testi obdelovalnosti**.

Potencialne zmožnosti (obstojnost) prekritih orodij in podobnih brez prevlek smo v svojih raziskavah primerjali na tri različne načine:

- primerjava orodja brez prevleke s podobnimi, **različno prekritimi** (TiN, TiAlN, TiN/TiAlN ...) orodji,
- primerjava različno prekritih orodij v **istem** obdelovalnem procesu (struženje ...),
- primerjava različno prekritih orodij v **različnih** obdelovalnih procesih (npr. struženje in frezanje).

### Primerjava A

Ta način primerjave je najstarejši. Osnovna zahteva pri tem je, da morajo biti orodja, ki bodo prekrita, enaka kot neprekrita. Tako pred izvajanjem primerjalnih testov obstojnosti zagotovimo enaka izhodišča.

#### • Vijačni svedri

Osnovna značilnost pri vrtanju jekla Ck 45 z neprekritimi svedri je velika nagnjenost k sprijemanju materiala na rezalnem robu, posledično pa tudi ustrezna obraba orodja in neprimerna kakovost obdelane površine. Z uporabo svedrov, prekritih s prevleko JOSTiN®, izboljšamo tribološke razmere med

procesom rezanja, dosežemo **večkratno povečanje** obstojnosti orodja in znatno izboljšamo kakovost obdelane površine.

Posebna zanimivost raziskav iz leta 1989 je bila ugotovitev (ki je do takrat v literaturi nismo zasledili), da doseže prekrit sveder tudi **po prvem ostrenju**, odvisno od parametrov rezanja, od 21 do 50 % obstojnosti novega prekritega orodja (Slika 1). To je še vedno občutno več kot pri neprekritem orodju. Pri ostrenju svedra odstranimo prevleko le na stožčastih površinah vrha orodja, prevleka drugih površin orodja pa je še vedno zadovoljiva, kar vzdržuje primerne tribološke razmere pri rezanju in preprečuje sprijemanje materiala na rezalnem robu.

Takrat smo tudi ugotovili, da je mogoče pri vnaprej izbrani obstojni poti orodja pri prekritih svedrih izbrati do **trikrat večje** rezalne hitrosti in **dvakrat večje** podajanje v primerjavi z enakimi neprekrיתי HSS-svedri. S tem smo dosegli večje količine odrezanega materiala na enoto časa. Pri tem pa vedno obstaja nevarnost, da v želji po čim večji storilnosti in zaradi previsoko ocenjenih parametrih rezanja (neizkušenosti uporabnika) nastopi prezgodnja, nepričakovana odpoved orodja takoj po preboju trde zaščitne plasti.

• **Navojni vrezniki**

V okviru raziskav obdelovalnosti jekla Ck 45 smo v letu 1989 raziskovali tudi vpliv TiN PVD-prevleke na obstojnost navojnih vreznikov iz HSS-jelekla. Ugotovili smo, da uporaba 2,8 μm debele prevleke JOSTiN® omogoča v povprečju dvig rezalne hitrosti za 30 – 50 % ob večkratnem povečanju obstojnosti orodja (Slika 2), kar bistveno poveča produktivnost in ekonomičnost obdelave.

Poveča pa se tudi kakovost površine in natančnosti navojev, kar izboljša možnosti montaže in konkurenčnost proizvodov.

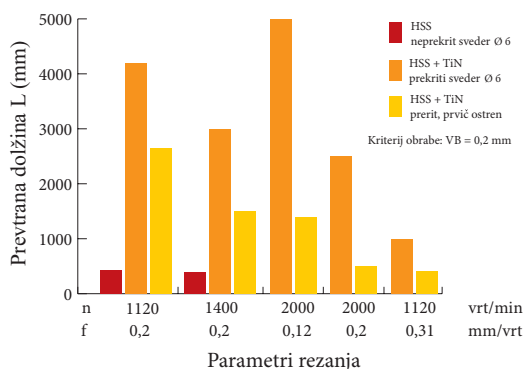
**Primerjavi B in C**

Na začetku devetdesetih let smo se intenzivno ukvarjali z raziskavami obstojnosti prekritih rezalnih ploščic iz cermeta pri struženju in nato še pri frezanju. Namen raziskav je bil vpeljati cermet kot primeren rezalni material za končno obdelavo tudi v slovensko industrijo in dokazati, da je prekrivanje ploščic iz cermeta s TiN PVD-prevleko smiselno (pred tem je ideja o prekrivanju ploščic iz cermeta tudi v svetu veljala za »heretično«).

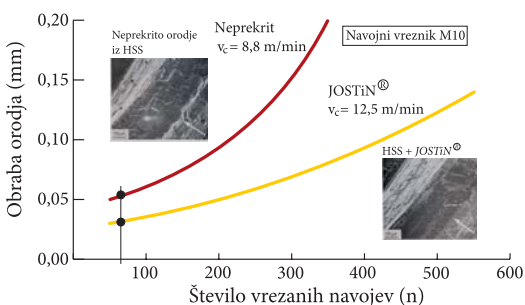
• **Rezalne ploščice iz cermeta**

Rezultati testov obdelovalnosti so pokazali, da uporaba pribl. 4 μm debele TiN PVD-prevleke izboljša odpornost proti obrabi rezalnih ploščic iz cermeta pri srednje grobem struženju jekla Ck 45 za okoli 45 % (Slika 3). Pri finem struženju pa je izboljšanje glede na parametre rezanja od 48 do 67-odstotno. Iz primerjave na Sliki 4 je razvidno, da je pri fini obdelavi (velike hitrosti) neprekrито orodje iz cermeta primernejše kakor prekrито orodje iz karbidne trdine P25.

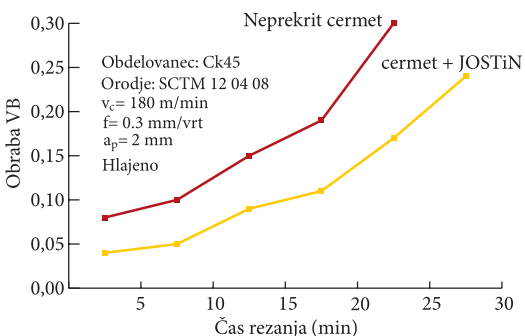
To so bili v tistem času rezultati, ki so bili povsem primerljivi z rezultati tujih (predvsem japonskih)



Slika 1: Primerjava skupne dolžine vrtenja pri vrtenju jekla Ck 45



Slika 2: Vpliv TiN (PVD) prevleke na obstojnost navojnega vreznika M10 in izboljšanje kakovosti površine navojnice (n=60)



Slika 3: Potek obrabe orodij iz cermeta pri struženju jekla Ck 45

proizvajalcev rezalnih ploščic, prekritih s TiN PVD-prevleko.

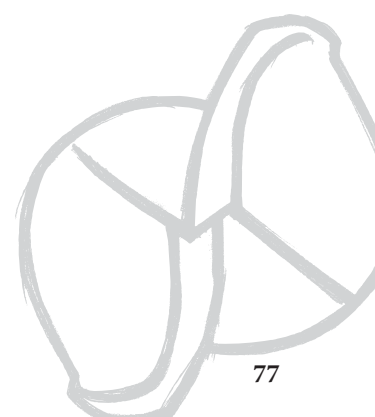
Da bi ovrednotili ta učinek bolj enotno, smo leta 1993 predlagali t. i. indeks učinkovitosti prekritega orodja – indeks CTE (v ang. *Coated Tool Efficiency index*). Opredeljen je bil kot razmerje med obstojnostjo prekritega orodja in obstojnostjo enakega osnovnega orodja brez prevleke:

$$CTE = \frac{(\text{Obstojnost})_{\text{PVD-prekr. orodje}}}{(\text{Obstojnost})_{\text{neprekr. orodje}}}$$

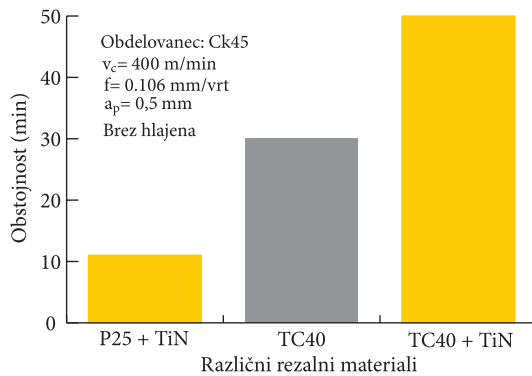
Pri srednje grobi obdelavi je kriterij obrabe podan z izrazom  $VB = 0,4$  mm, zato je bil indeks učinkovitosti prekritega orodja označen kot  $CTE_{0,4}$ . V primeru fine obdelave, pri kateri je kriterij obrabe definiran z  $VB = 0,2$  mm, je bil indeks učinkovitosti označen s  $CTE_{0,2}$ . Glede na te definicije sta indeksa učinkovitosti, ki sledita s slik 3 in 4, naslednja:

- $CTE_{0,4} = 1,45$  (Slika 3),
- $CTE_{0,2} = 1,67$  (Slika 4).

Rezultati freziranja jekla Ck 45 s prekritimi ploščicami iz cermeta so podani na Sliki 5. Vrednost indeksa  $CTE_{0,4}$  je 1,35. Tudi v tem primeru je razvidno, da je prekr. orodje iz cermeta dvakrat bolj učinkovito kakor prekr. na osnovi karbidne trdine.



Slika 4: Primerjava obstojnosti različnih rezalnih materialov pri finem struženju jekla Ck 45



Analiza rezultatov obsežnejših raziskav obdelovalnosti materialov je pokazala, da se vrednost indeksa povečuje s težje obdelovanim materialom ali v težjih pogojih obdelave (še posebno pri večjem podajanju). Vendar nas visoke vrednosti indeksa CTE ne smejo zapeljati; to navadno pomeni, da je obdelava z orodji brez prevleke popolnoma neučinkovita ali v nekaterih primerih celo nemogoča (glej Sliko 1).

• Steblasta frezala

Razmah na področju orodjarstva je konec devetdesetih let v Sloveniji odprl potrebe po novih raziskavah, tokrat na področju obdelav z velikimi hitrostmi (ang. High Speed Machining – HSM). Pri tem je bil poseben poudarek na raziskavah procesov in mehanizmov obrabe orodij (specialnih stebelastih frezal) iz visokokakovostne karbidne trdine, prekritih z različnimi sistemi prevlek PVD (enoplastna TiAlN, dvoplastna

TiAlN/TiN, pozneje tudi večplastna – nanoprevleka).

Prvič se v praksi srečujemo z novimi pojmi, kot sta **obdelava v trdo** (trdote obdelovancev od 50 do 60 HRC, pa tudi več) in **suha obdelava** (brez hlajena, predvsem pri končni, fini obdelavi).

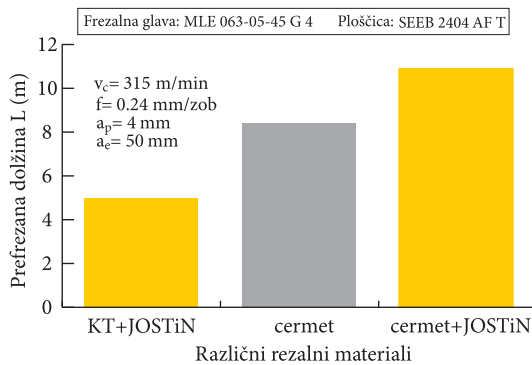
Zaradi posebne oblike stebelastih frezal z zaokrožno rezalno konico (Slika 6) smo si leta 1999 zastavili vprašanje: *Kako opredeliti kriterij obrabe orodja in kako meriti obrabo?* Z opazovanjem pojavov obrabe na rezalnih robovih smo ugotovili, da se pojavljata dve obliki obrabe:

- obraba proste ploskve na rezalnih robovih frezala
- značilna obraba v osi frezala – t. i. **sredinska obraba**

Za primerjanje obstojnosti frezala pri obdelavi legiranega orodnega jekla X38CrMoV5.1 za kovanje v vročem (kaljenega in popuščena na 50 HRC) smo uporabili tri različno prekrita dvorezna frezala premera 6 mm. V Tabeli 1 so zbrani optimalni parametri rezanja (iz leta 2000), pri katerih so potekali obrabni preizkusi. Pri optimizaciji smo izhajali iz zahtev po manjših rezalnih silah, večji kakovosti obdelane površine ter boljši dimenzijski in oblikovni natančnosti obdelovancev ob sorazmerno majhni obrabi orodja.

Na Sliki 7 je prikazana odvisnost velikosti sredinske obrabe (ang. central wear) od števila prehodov orodja. Pri tem je en prehod orodja pot, ki ga frezalo v konkretnem testu opravi v trinajstih minutah. Na koncu testa so bila vsa tri frezala posneta z vrstičnim elektronskim mikroskopom (SEM).

Slika 5: Primerjava obstojnosti različnih rezalnih materialov pri frezanju jekla Ck 45

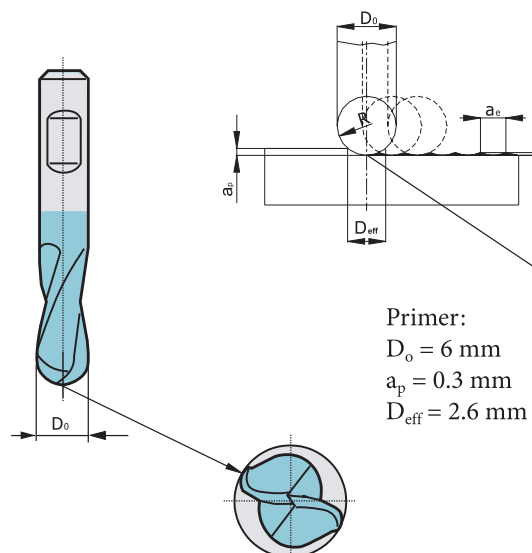


Središčna obraba negativno vpliva na celotno obrabo orodja, saj spremeni geometrijsko obliko zaokroženosti vrha stebelastega frezala in s tem zmanjšuje obstojnost orodja. To obliko obrabe, ki je značilna za obdelavo na klasičnih strojih, lahko občutno zmanjšati, če frezalo nagnemo za določen kot (glede na površino obdelovanca), kar omogočajo le pet-osni obdelovalni stroji, ki so zelo dragi in so bili takrat v Sloveniji bolj redki.

• Rezalne ploščice iz mešane keramike

Na prehodu v novo tisočletje so se pojavile prve komercialne ploščice iz rezalne keramike (nitridne), prekrita s

Slika 6: Določanje področja obrabe stebelastega frezala pri obdelavi z velikimi hitrostmi

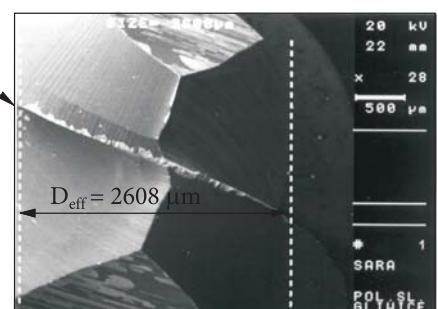


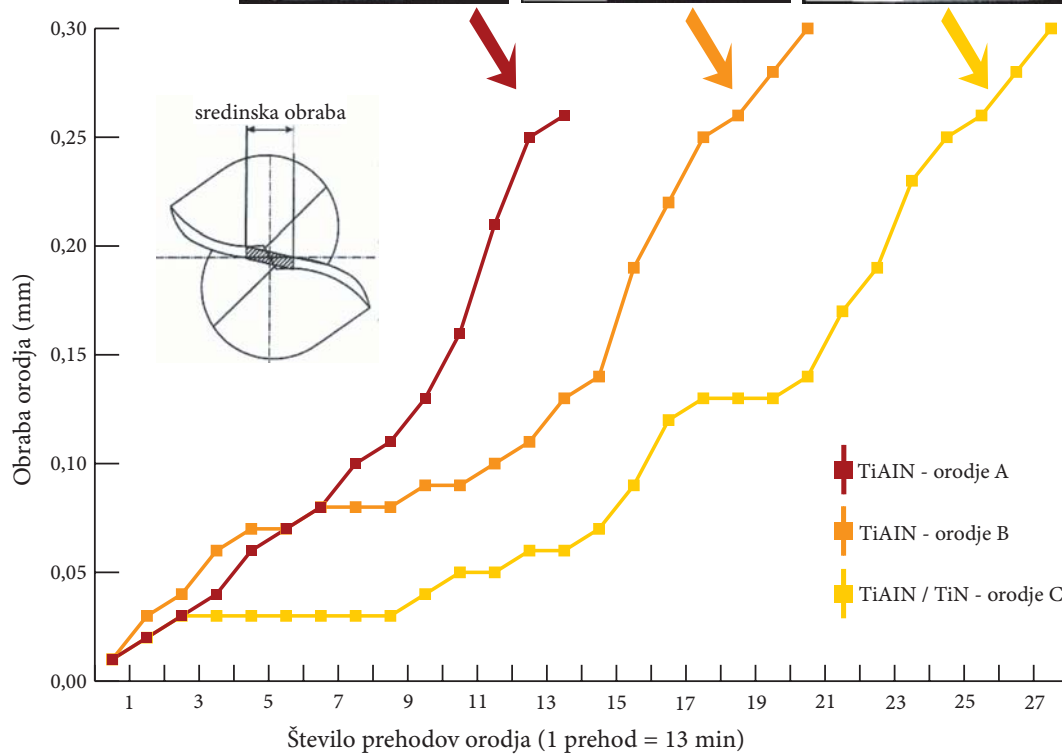
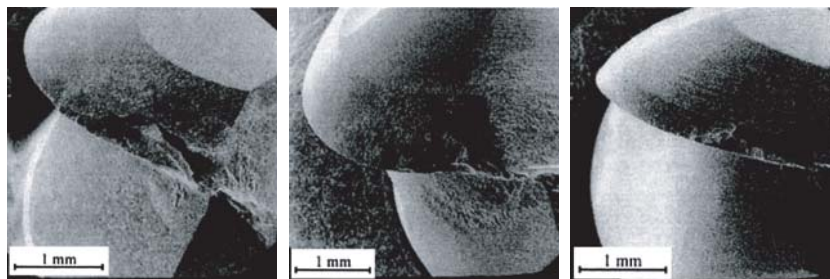
Primer:  
 $D_0 = 6 \text{ mm}$   
 $a_p = 0.3 \text{ mm}$   
 $D_{\text{eff}} = 2.6 \text{ mm}$

$$D_e = 2 \cdot \sqrt{a_p \cdot (D_0 - a_p)}$$

$$v_c = \frac{\pi \cdot n \cdot D_e}{1000} \text{ m/min}$$

$$h_{\text{th}} = R \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot R^5 - a_c^2}{4}}$$





Slika 7: Odvisnost sredinske obrabe od števila prehodov orodja

prevlekami PVD. Po priporočilih proizvajalcev so namenjene učinkoviti obdelavi različnih litin na osnovi železa, tako pri grobi kakor pri fini obdelavi.

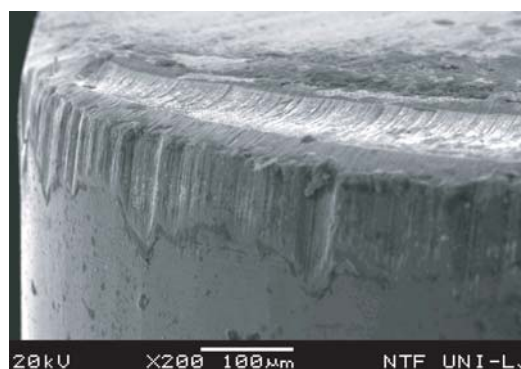
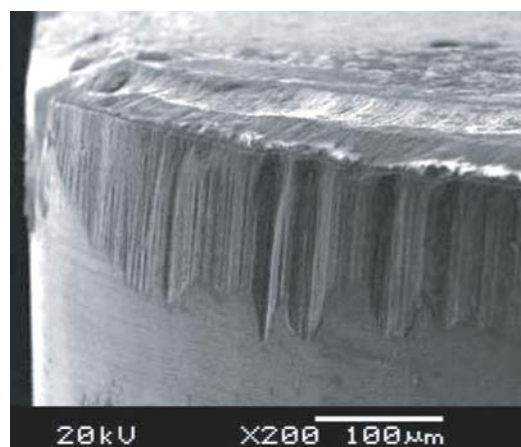
V laboratoriju za odrezavanje LABOD<sup>®</sup> smo v letu 2004 začeli obsežne raziskave (ki še potekajo) obstojnosti ploščic prekritimi s PVD-prevlekami iz treh vrst rezalne keramike (oksidne, mešane in nitridne). V prispevku bodo podani le delni rezultati testiranja obrabe petih različnih sistemov PVD-prevlek na ploščicah iz mešane keramike ( $Al_2O_3+TiC$ ) pri struženju sive litine trdote 270 HB in natezne trdnosti 230 N/mm<sup>2</sup> (Sliki 8 in 9). Za primerjavo sta na Sliki 9 dodana rezultata obrabnih testov za dve orodji, ki sta bili prekriti z različnimi sistemi prevlek CVD. Rezultati preliminarnih raziskav kažejo, da je obstojnost prekritih orodij (glede na sistem prevlek) v povprečju večja za 25 do 65 % v primerjavi s ploščicami brez prevlek.

Trenutno potekajo testi obdelovalnosti pri struženju sive in nodularne litine s rezalnimi ploščicami prekritimi s PVD-prevlekami (in primerjalno tudi CVD-prevlekami) in ploščicami iz keramike  $Al_2O_3+SiC_w$  oz. keramike  $Si_3N_4$ .

### Sklepne ugotovitve

V prispevku je podan le del rezultatov dolgoletnih raziskav obstojnosti rezalnih orodij prekritih s PVD-prevlekami, ki potekajo z neposrednim sodelovanjem med Odsekom za tanke plasti in površine Instituta Jožef Stefan in laboratorijem za odrezava-

nje LABOD<sup>®</sup> na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Namen prispevka je poudariti (skoraj dve desetletji dolgo) sodelovanje med ustanovama, ki sta se že



a

b

Slika 8: SEM posnetki obrabe orodij iz mešane keramike ( $Al_2O_3+TiC$ ): a) neprekrto orodje, b) orodje prekrto z JOSTiN<sup>®</sup> prevleko.

od samega začetka zagovarjali pomen in prednosti, ki jih prinaša uporaba prekritih orodij v orodjarstvu in na drugih področjih kovinsko predelovalne industrije. Ves ta čas sta izobraževali in usposabljali strokovnjake iz prakse ter jih navduševali za uvajanje in učinkovito uporabo sodobnih prevlek ne samo na rezalnih orodjih, temveč tudi na orodjih za štancanje in hladno ter toplo preoblikovanje (kar pa v tem prispevku ni bilo posebej obravnavano).

Na razvoj rezalnih orodij ter novih vrst in sistemov prevlek bodo tudi v prihodnje vplivale zlasti zahteve po obdelavi pri velikih hitrostih (*High Speed Machining – HSM*), odrezavanju z uporabo najmanjše zadostne količine hladilnega sredstva (*Small Quantity Lubrication – SQL*) ali celo suhe obdelave (*Dry Cutting – DC*) ter vse bolj uveljavljeni obdelavi v trdo (*Hard Machining – HM*). Zavedati se je treba, da bodo testi obdelovalnosti še naprej edini pravi pokazatelj resnične zmogljivosti rezalnih orodij. Le z ustrezno izbiro in uporabo sodobnih rezalnih orodij z najnovejšimi sistemi prevlek bo mehanska obdelava:

- učinkovitejša,
- kakovostnejša in
- okolju prijaznejša.

Z eno besedo – **konkurenčnejša**. Zato bo vloga laboratorija za odrezavanje *LABOD*<sup>®</sup>, da tudi v prihodnje pozorno spremlja smeri razvoja na tem področju in s svojimi raziskavami glede obstojnosti sodobnih prekritih orodij prispeva k bogatjenju znanja in izkušenj v obdelovalni tehniki. To znanje in izkušnje pa bo

prenašal v slovensko industrijo prek neposrednega sodelovanja, z mladimi strokovnjaki - diplomanti (inženirji in magistri strojništva) in ne nazadnje tudi v obliki strokovnih člankov, kot je pričujoči prispevek v novi strokovni reviji.

Čisto na koncu bi spomnili na že dolgo znano resnico, ki še vedno velja:

**Orodje bo tako dobro, kot ga bomo znali uporabiti.**

#### Literatura

**Sokovič, M., Navinšek, B.:** Vpliv prevleke iz TiN na svedrilih na parametre obdelovalnosti pri vrtnanju, *Obdelovalna tehnika – 1. seminar*, Ljubljana, 1989.

**Sokovič, M., Kopač, J., Navinšek, B.:** Effects of TiN Coatings on Cutting Tools, *2nd. Int. Conf. on AMST*, 90, Trento, Italy, 1990.

**Sokovič, M., Navinšek, B.:** Improvement of cermet tool quality by TiN (PVD) coating, *Int. Conf. on AMPT*, 93, DCU, Dublin, Ireland, 1993.

**Dolinšek, S., Šuštarčič, B., Kopač, J.:** Wear mechanisms of cutting tools in high-speed cutting processes, *Wear*, (250) 2001, 1–12.

**Kopač, J., Sokovič, M., Dolinšek, S.:** Tribology of coated tools in conventional and HSC machining, *J. Mater. Process. Technol.*, 118 (2001), 377–384.

**Piech, A., Sokovič, M.:** Wear mechanisms of the alumina ceramics based on  $Al_2O_3+TiC$  covered by thin wear resistant coatings, *Master thesis*, The Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, 2004.

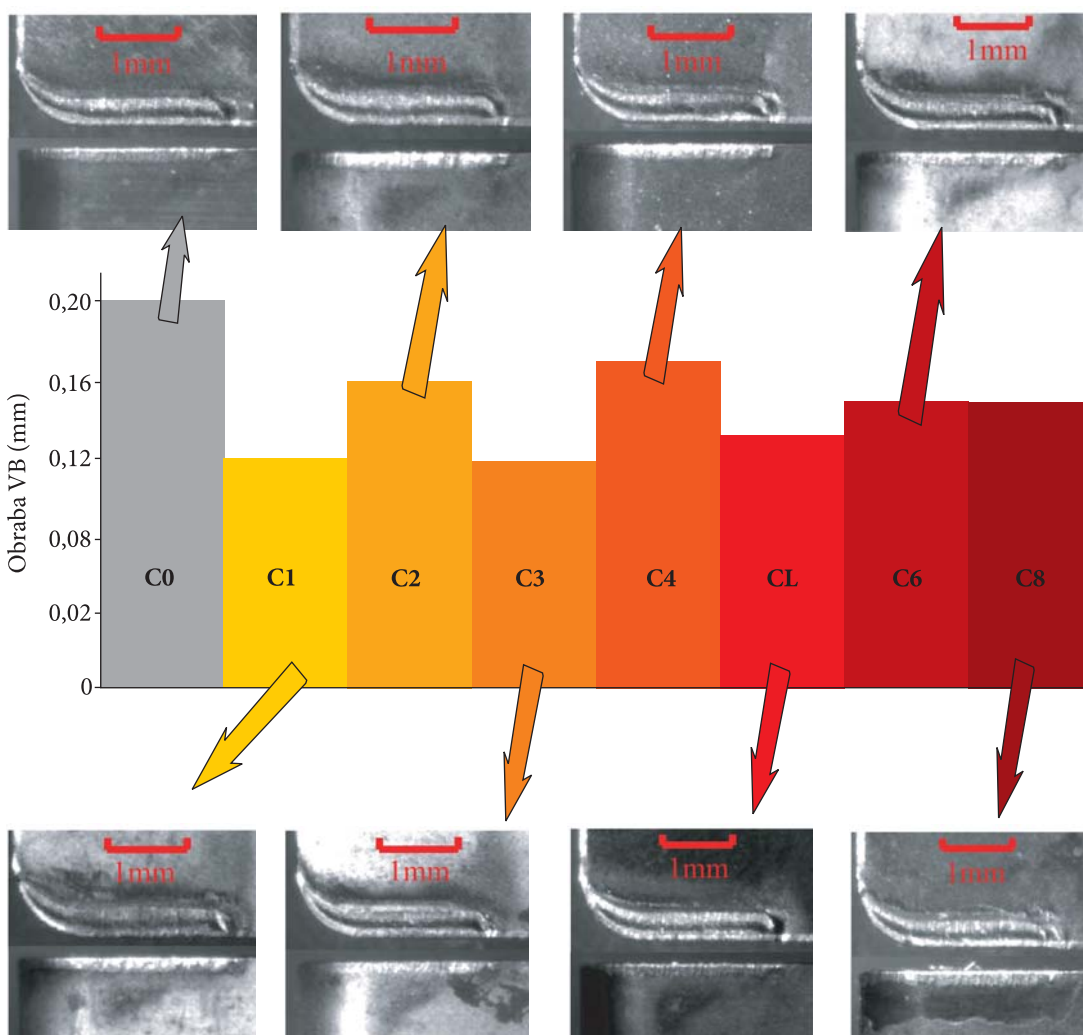
**Sokovič, M. at all.:** Cutting properties of the  $Al_2O_3+SiC_w$  based tool ceramic reinforced with the PVD and CVD wear resistant coatings, *J. Mater. Process. Technol.*, (164-165) 2005, 924–929. ■

Slika 9: Primerjava obstojnosti različno prekritih rezalnih ploščic iz mešane keramike ( $Al_2O_3+TiC$ ) pri struženju sive litine (270 HB).

C0 – neprekrto  
C1 – PVD JOSTiN<sup>®</sup>  
C2 – PVD TiN+TiAlSiN+TiN  
C3 – PVD TiN+multiTiAlSiN+TiN  
C4 – PVD TiN+TiAlSiN+AlSiTiN  
CL – PVD TiAlN (IJS)  
C6 – CVD TiCN+TiN  
C8 – CVD TiN+ $Al_2O_3$

Parametri obdelave:

$v_c = 200$  m/min,  
 $f = 0,15$  mm/vrt,  
 $a_p = 2$  mm,  
 $k = 70^\circ$   
 $t_c = 15$  min

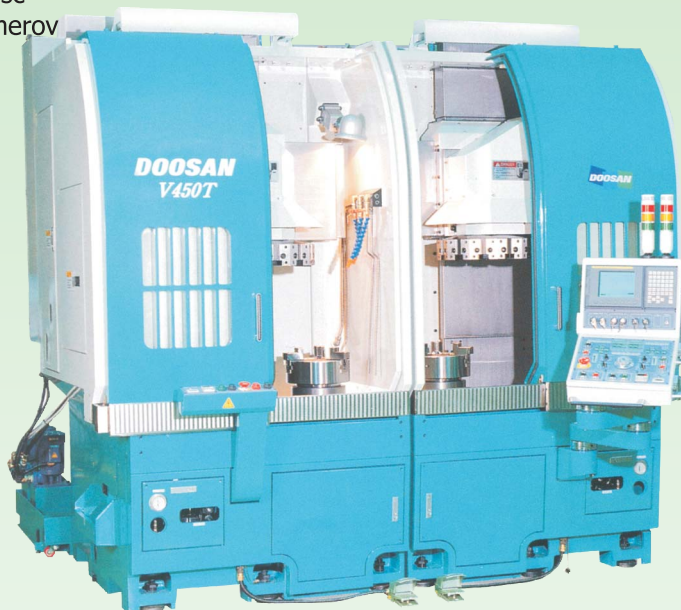




## CNC-vertikalne stružnice V450, V740, V850

Vertikalne stružnice so primerne za obdelavo:

- težjih obdelovancev
- zavornih diskov in bobnov
- avtomobilskih platišč
- ležajev večjih premerov
- velikih ohišij



Prednosti struženja z vertikalnimi stružnicami so:

klasična ploščata vodila  
velika natančnost zaradi ležeče vpetega obdelovanca  
lahkotno dostopen delovni prostor v primeru ročnega vpenjanja težkih delov  
vpenjanje z robotom  
dostop z dvigalom za težje in večje obdelovance  
12 orodij v revolver glavi  
vrteča orodja VDI 40/50 in C-os  
obojestranska obdelava na Twin seriji (dva stroja ,eno krmilje)  
stroji zasedajo malo tlorisnega prostora, čeprav stružijo velike premere  
DOOSAN vertikalne CNC-stružnice so: precizne  
zanesljive  
cenovno ugodne



[www.mikron.si](http://www.mikron.si)

# Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek

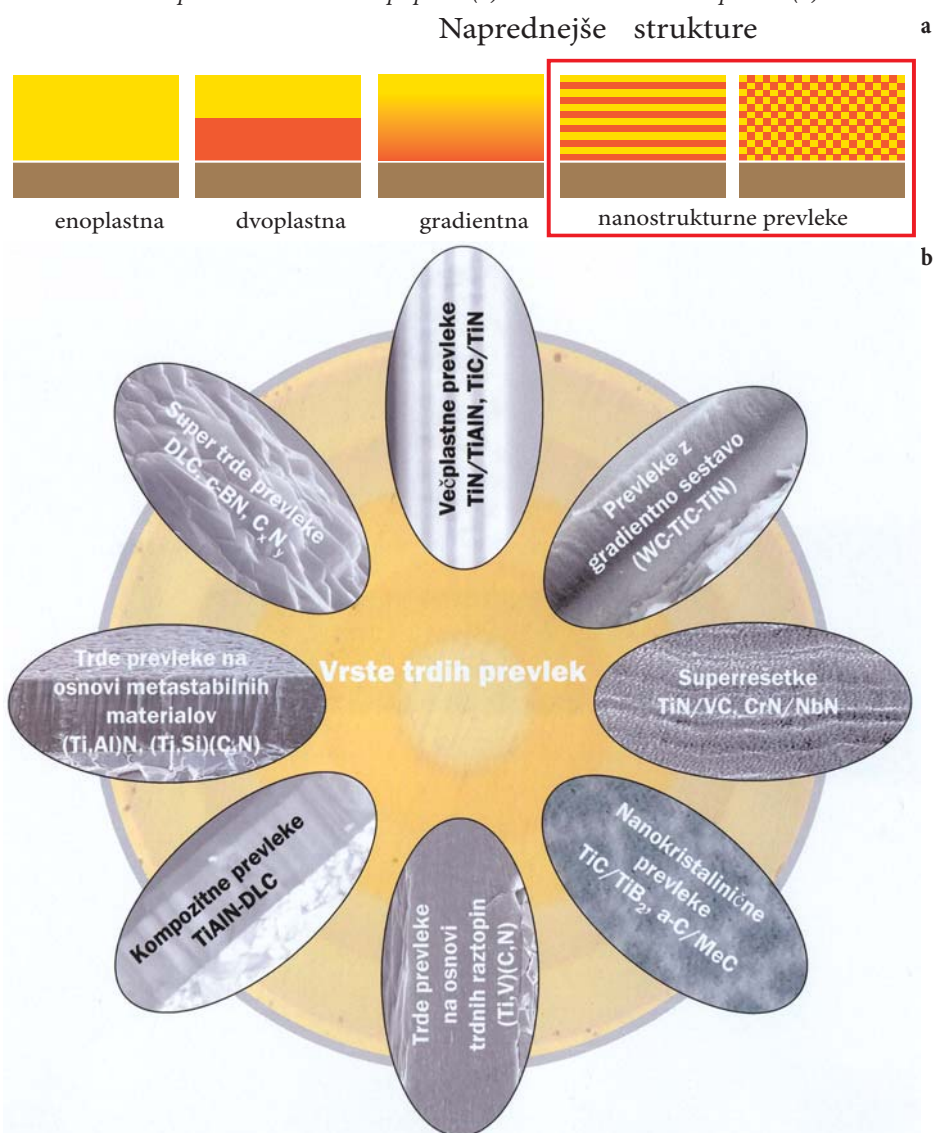
dr. Peter Panjan,

Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana

Fizikalni (vakuumski) postopki nanašanja tankih plasti (*Physical Vapor Deposition* – PVD) se niso uveljavili samo v elektroniki, mikroelektroniki, optiki, pri izdelavi spominskih elementov in dekorativnih plasti, ampak tudi v tribologiji. Postopki omogočajo nanašanje zelo širokega spektra triboloških prevlek, kot so nitridi, karbidi, oksidi in boridi prehodnih kovin ter diamantu podobne prevleke. Pripravimo jih lahko v obliki enojnih plasti, plasti z gradientno sestavo, v obliki večplastnih struktur ali nanokompozitov (Slika 1a, b). Nanos nekaj mikrometrov debelih keramičnih trdih PVD-prevlek na orodja je še danes najuspešnejši način njihove zaščite pred abrazijsko, adhezijsko in kemotermično obrabo.

Obstojnost prekritega orodja je veliko večja od neprekritega. Kombinacija trde keramične prevleke in žilave podlage (npr. hitroreznno jeklo) je s tribološkega vidika izjemno ugodna. Lastnosti trdih prevlek, ki so pomembne z vidika zaščite orodij, so predvsem velika mikrotrdota (tudi pri visoki temperaturi), dobra oprijemljivost na podlage iz orodnega jekla in karbidne trdine, kemijska inertnost do materiala obdelovanca, majhen koeficient trenja, oksidacijska obstojnost, tlačne notranje napetosti ter finostrukturna mikrostruktura (Slika 2). Pomembna lastnost trdih prevlek je tudi toplotna prevodnost, ki mora biti čim manjša, da gre večji del toplote, ki se sprošča na rezalnem robu orodja, v odrezek. V izbranih primerih uporabe se zahteva, da so trde prevleke v korozijskem okolju kemijsko stabilne. Vse naštet lastnosti omogočajo njihovo zelo široko uporabo.

Slika 1: Shematski prikaz osnovnih načel priprave (a) in vrste trdih zaščitnih prevlek (b)



Mikrotrdota / duktilnost

Koeficient trenja

Odpornost na  
abrazijsko obrabo

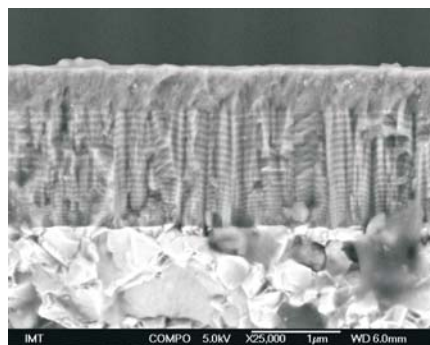
Oksidacijska  
obstojnost

Odpornost na  
širjenje mikrorazpok

Kemijska  
inertnost do  
materiala  
obdelovanca

Termofizikalne lastnosti

Visoka trdota pri  
povišani  
temperaturi



Slika 2. Osnovne lastnosti trdih prevlek, ki določajo njihovo tribološko obnašanje

Keramične prevleke so se sprva uporabljale samo za površinsko zaščito rezalnih orodij, pozneje pa tudi za zaščito orodij za preoblikovanje, brizganje umetnih mas, tlačno litje aluminijevih in magnezijevih zlitin, orodij za toplo preoblikovanje (kovanje), ekstruzijo in vlečenje profilov. Poleg tega se trde prevleke vedno bolj uporablja tudi za zaščito strojnih delov. Čeprav je glavni pomen zaščitnih prevlek povečanje obstojnosti orodja oz. strojnega dela, imajo še nekatere druge pozitivne učinke. Omogočile so večje rezalne hitrosti in večja podajanja ter posledično večjo produktivnost, ki je pogosto pomembnejša od večje obstojnosti orodja. Izboljša se tudi kakovost obdelave površine izdelka. Nekatere vrste trdih prevlek se odlikujejo z majhnim koeficientom trenja, zato je poraba energije med postopkom obdelave manjša. V nekaterih primerih se lahko celo odpovemo hlajenju in mazanju orodja z okolju ter zdravju škodljivimi sredstvi. Dolej so namreč na strojih vseh vrst porabili veliko hladilno-mazalnih tekočin, ki so zaradi vsebnosti klora za okolje in zdravje ljudi zelo škodljive.

Ker so keramične trde prevleke kemijsko precej inertne, se material obdelovanca na površino orodja skoraj ne sprime. Adhezijska obraba in trenje sta zato pri prekritih orodjih manjša. Pomembna prednost orodij, zaščitnih s PVD-prevlekami, je tudi v tem, da pri visoki temperaturi (ki navadno spremlja obdelavo) povečujejo obstojnost. Z zaščitno prevleko lahko izboljšamo tribološke lastnosti nerjavnega jekla in aluminijevih, magnezijevih ter titanovih zlitin, s katerimi vse pogosteje nadomeščamo klasične materiale (npr. konstrukcijsko jeklo). Ti materiali se odlikujejo z majhno specifično maso (z izjemo nerjavnega jekla) in veliko trdnostjo (natezno, upogibno), vendar so sorazmerno mehki in zato slabo odporni proti abrazijski obrabi. Brez zaščitnih prevlek ni mogoča obdelava zelo trdih kaljenih jekel in nikljevih ter titanovih zlitin, ki sicer niso zelo trde, so pa zelo žilave.

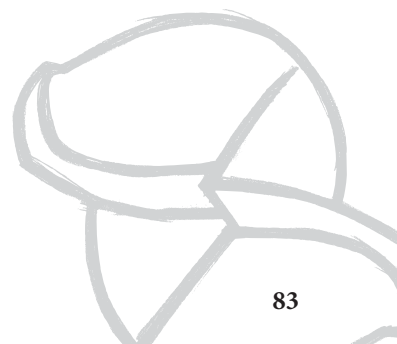
Vse to so razlogi, da se danes v industriji orodij brez prevlek skoraj ne uporablja več, saj so zastoji zaradi slabših orodij veliko dražji od stroškov prekritega orodja.

### Pregled trdih prevlek za zaščito orodij in strojnih delov

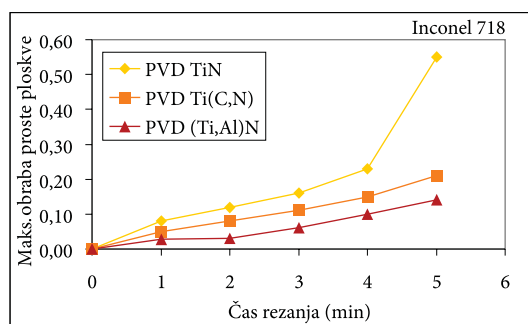
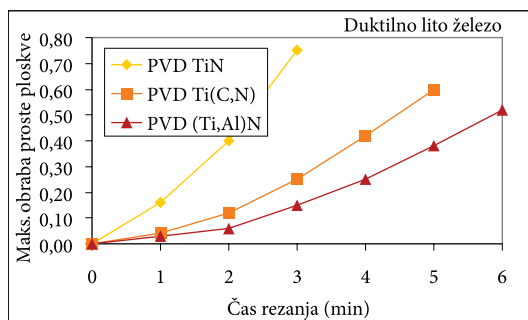
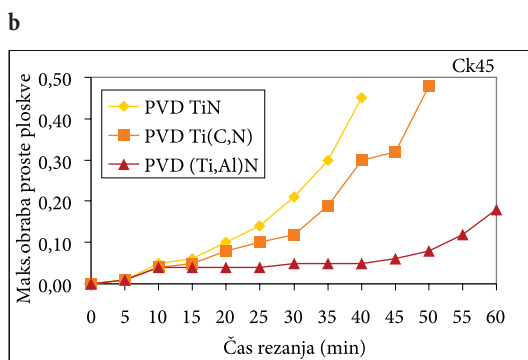
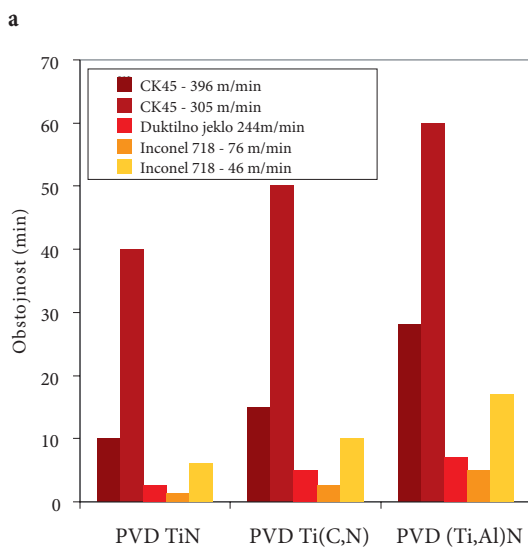
TiN je bila prva prevleka, ki je zelo dobro izpolnjevala večino nekaterih zahtev, razen oksidacijske obstojnosti pri visokih temperaturah. Z različnimi postopki in parametri priprave lahko spreminjamo njene kemijske in fizikalne lastnosti (npr. sestavo, morfologijo, teksturo, trdoto), kar ima precejšen vpliv na njeno učinkovitost. Na orodjih za hladno preoblikovanje prevleka TiN bistveno zmanjša hladno prijetje materiala in abrazijsko obrabo ter omogoča delo z manj maziva. Oksidacijsko je obstojna do 500 °C. Ni primerna za zaščito orodij za preoblikovanje neželeznih materialov.

Razvoj sodobnih materialov (aluminijeve, magnezijeve, titanove in nikljeve zlitine, kompoziti) in novejši postopki njihove obdelave (obdelava pri velikih hitrostih, suha obdelava, obdelava v trdo) so zahtevali novo generacijo trdih zaščitnih prevlek. Ključni zahtevi sta bili predvsem njihova velika abrazijska in oksidacijska odpornost. Korak naprej je bil narejen z večkomponentnimi **Ti(C,N)-prevlekami**, ki se jih pripravi z delnim nadomeščanjem dušikovih atomov z ogljikovimi. Pri tem se kubična ploskovno centrirana rešetka ohrani, vendar se bistveno poveča trdota, kar je posledica deformacije kristalne rešetke. Iz faznega diagrama za sistem TiN-TiC je razvidno, da je medsebojna topnost TiN in TiC neomejena. Ti(C,N)-prevleka ima lahko gradientno sestavo ali pa se pripravi v obliki večplastne strukture. Primer na je za zaščito orodij za obdelavo legiranega jekla, nerjavnega jekla in za obdelavo z velikimi hitrostmi s prekinitvami rezanja. Če je narejena v obliki večplastne strukture, je žilava, oprijemljivost na podlago pa je zelo dobra. Ker je oksidacijsko neobstojna, ni primerna za neprekinjeno obdelavo pri velikih hitrostih, suho obdelavo (brez hlajenja) in obdelavo titanovih in nikljevih zlitin, ker se pri obdelavi teh materialov rezalni rob preveč segreje.

Velik napredek je bil dosežen z delnim nadomeščanjem kovinskih (titanovih) atomov z aluminijevimi. Z dodatkom aluminija se kubično ploskovno cen-



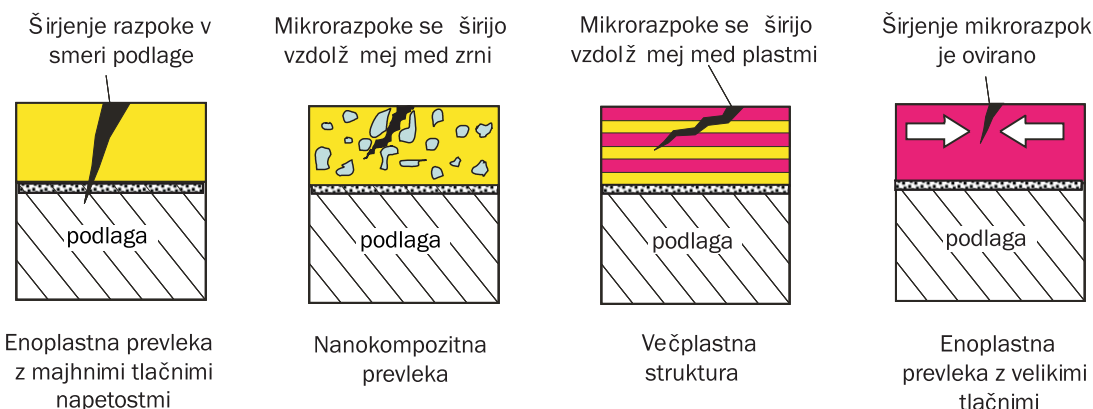
Slika 3: Obstojnost rezalnih ploščic iz karbidne trdine, prekritih s PVD TiN-, TiCN- in (Ti,Al)N-prevlekami pri struženju jekla Ck45, duktilnega litega železa in zlitine Inconel 718 (a); maksimalna obraba proste ploskve v odvisnosti od časa struženja (b)



trirana rešetka TiN ohrani, vendar se pri tem deformira, ker so atomi aluminija manjši od atomov titana. Trdota (Ti,Al)N-**prevleke** je v primerjavi s TiN bistveno večja. Prve (Ti,Al)N-**prevleke** so vsebovale 25–30 at % aluminija, pozneje pa so ugotovili, da so njihove lastnosti optimalne, če je ta delež nad 55 at %. Vsebnost aluminija zelo vpliva na mehanske lastnosti prevleke, predvsem pa na njeno oksidacijsko obstojnost. Trda prevleka na osnovi metastabilnega titan-aluminijevega nitrida se odlikuje z izjemno oksidacijsko in obrabno obstojnostjo, zato se je v zadnjih desetih letih uveljavila pri zaščiti orodij za obdelavo zahtevnih materialov in za zaščito orodij za obdelavo pri velikih hitrostih rezanja. Trda (Ti,Al)N-**prevleka** se skoraj pri vseh postopkih odrezovanja bolje obnese od prevlek TiN in TiCN (Slika 3). Predvsem je primerna za zaščito orodij za obdelavo titanovih in nikljevih zlitin, nerjavnega jekla, legiranega jekla ter litega železa. (Ti,Al)N-**prevleka** je primerna za zaščito orodij za obdelavo pri velikih hitrostih rezanja brez hlajenja (suha obdelava) ali z minimalnim hlajenjem (polsuha obdelava). Pri obdelovanju kovin ostane trda prevleka stabilna vse do temperature 800 °C. Na površini (Ti,Al)N-**prevleke** nastane pri povišani temperaturi pasivacijska oksidna plast, ki ima majhno toplotno prevodnost in preprečuje prehod toplote v orodje. Oksidno plast na površini prevleke, ki se ves čas obrablja, sproti nadomešča nova. Oksidacijska obstojnost in mehanske lastnosti (Ti,Al)N-**prevleke** so odvisne od vsebnosti aluminija in legiranih dodatkov, kot so cirkonij, hafnij, vanadij, niobij, krom, molibden, volfram, bor, ogljik in silicij.

Z upoštevanjem mehanizmov utrjevanja, ki so v metalurgiji že dolgo znani, so si raziskovalci pomagali tudi pri razvoju t. i. **nanorešetk, nanokompozitnih in nanogradientnih prevlek**. Metalurgi so ugotovili, da se trdota, žilavost in upogibna trdnost polikristaliničnih materialov povečajo, če se kristalna zrna zmanjšajo (*Hall-Petcheva zveza*). Ugotovili so tudi, da je plastična deformacija posledica drsenja vzdolž kristalnih ravnin, ki ga omogočajo dislokacije. To pomeni, da material utrdimo, če zmanjšamo število dislokacij oz. njihovo gibljivost. Enak učinek dosežemo, če pripravimo trdo prevleko v obliki večplastne strukture. Če je modulacijska perioda (vsota debelin posameznih plasti) take periodične strukture ali povprečna velikost kristalinične faze v nanokompozitni prevleki v nanometrskem področju, je vpliv stičnih ploskev na fizikalne lastnosti snovi odločilen. Meje med plastmi ovirajo gibanje dislokacij, elastične napetosti na mejah pa onemogočajo delovanje dislokacijskih izvirov. Oba pojava prispevata k bistvenemu

Slika 4: Shematski prikaz širjenja mikrorazpok v enojni plasti (če v njej niso prisotne tlačne napetosti oz. če so) skozi nanokompozitno in večplastno prevleko



**ILIX**  
PRECISION

**BASS**  
TECHNIK FÜR GEWINDE

• Präzisionswerkzeuge  
• Maschinenbau  
**MAIER**

**DIJET**

**C.P.T.**

**SIMTEK**

**KEMMER**  
HARTMETALLWERKZEUGE GmbH

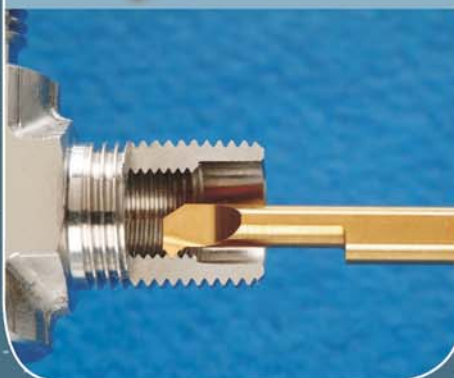
**EWS**  
Werkzeugfabrik

**PINZBOHR**  
BORING SYSTEM

**TAPMATIC**

**OML**

**SMW**  
AUTOBLOK



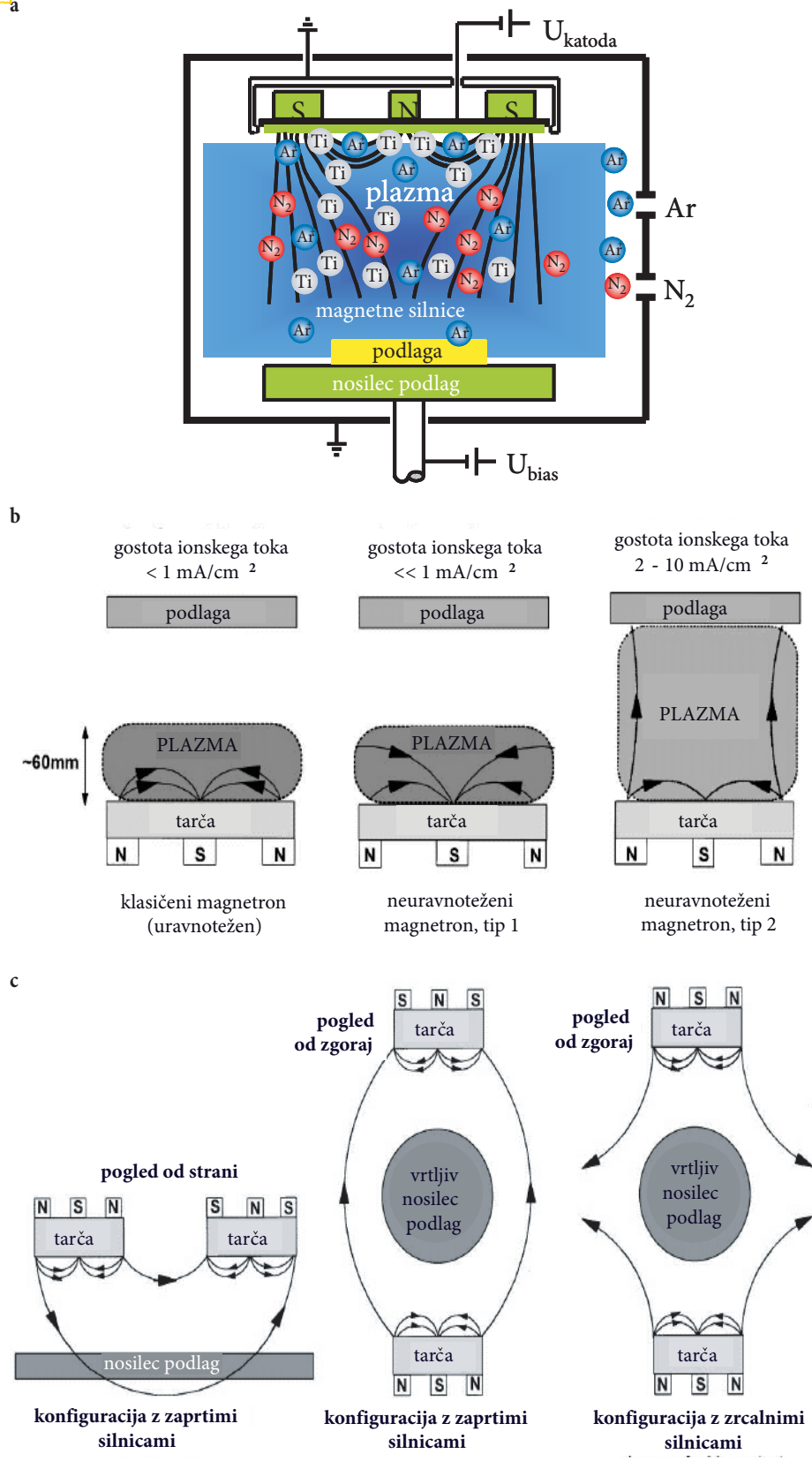
# celovite rešitve

- vrtanje
- rezkanje
- strušenje
- odrezovanje
- fino in grobo izstruževanje
- vpenjalni sistemi in oprema
- merilno orodje
- obnova gnanih orodij
- orodja po naročilu
- brušenje



**ZIBTR**  
d.o.o.

ZIBTR Trgovsko podjetje d.o.o.  
Praprošče 15a, SI - 1270 Litija  
Tel.: + 386 1 896 22 80  
Fax: + 386 1 896 22 82  
E-mail: zibtr@siol.net [www.zibtr.com](http://www.zibtr.com)



Slika 5: Shema neuravnoteženega (unbalanced) magnetronskega izvira za naprševanje trdih prevlek (a); gostota toka ionov na podlage v primeru klasičnega in neuravnoteženega magnetronskega izvira (b); oblikovanje zaprtega magnetnega polja (magnetne steklenice) okrog podlag (c)

povečanju trdote takih prevlek in njihove žilavosti. Nastanek in širjenje mikrorazpok ovirajo tudi tlačne notranje napetosti v prevleki (Slika 4).

Od leta 1995 se za zaščito specialnih orodij uporabljajo tudi **diamantne prevleke**, na-

rejene s kemijskim postopkom nanašanja iz parne faze (CVD). Uporabljajo se za zaščito rezalnih orodij za obdelavo kompozitnih materialov, grafita, umetnih mas (ojačanih s steklenimi vlakni), keramike, AlSi-zlitolin, magnezija, bakra, medenine, lesa in lamina-

to. Poleg diamantnih prevlek se v industrijski proizvodnji uporabljajo tudi **diamantu podobne prevleke** (DLC), ki jih pripravimo s PVD-postopki nanašanja. Pred nekaj leti so bile na osnovi aluminijevega oksida narejene prve trde PVD-prevleke, ki pri povišani temperaturi ohranijo veliko mikrotrdoto, so kemijsko stabilne in odporne na toplotne šoke. Predmet obsežnih raziskav so tudi supertrde prevleke na osnovi kubičnega borovega nitrida (c-BN) in karbonitridne prevleke (CN<sub>x</sub>).

### Prilava trdih prevlek s pulznim naprševanjem

Klasičen postopek **magnetronskega naprševanja** temelji na uporabi več t. i. neuravnoteženih (*unbalanced*) izvirov za naprševanje (Slika 5a, b). Gostota električne moči na tarčo je omejena na približno 50 W/cm<sup>2</sup>. Pri večjih močeh je segrevanje tarč s plazmo premočno. Magnetno polje vsakega izvira je oblikovano tako, da se večji del magnetnih silnic zapre v prostoru pred tarčo, kjer sta magnetno polje in zato tudi gostota plazme največja. Manjši delež magnetnih silnic se razširi v prostor proti podlagam. Ker imajo magnetne silnice sosednjih izvirov nasprotno smer, se le-te zaprejo v prostoru, kjer so podlage, in oblikujejo t. i. magnetno steklenico (Slika 5c). Vloga magnetne steklenice je, da čim dlje zadržuje elektrone v prostoru pred podlagami. Elektroni zelo ionizirajo uparjene atome tarče in atome reaktivnega plina.

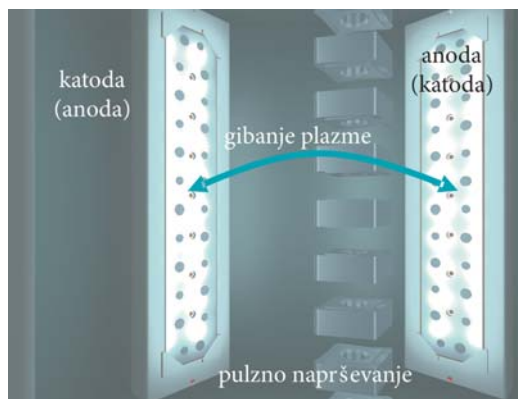
Ionom povečamo energijo z negativno električno napetostjo na podlagah (orodjih). Gostota toka ionov na podlage je pri tako opisani izvedbi desetkrat večja kot pri klasičnem magnetronu. Energija ionov se ob trku s podlago prenese na veliko atomov prevleke. Od energije, ki se prenese na rastočo plast z ionskim obstreljevanjem, so zelo odvisne fizikalnokemijske lastnosti napršanih prevlek. Čim več energije se prenese na atome rastoče plasti, boljša bo njena adhezija na podlago, medtem ko bo mikrostruktura prevleke bolj kompaktna, notranje napetosti pa bodo večje. Pri tem je poleg energije ionov pomembno še razmerje med gostoto toka ionov in atomov, ki kondenzirajo na podlagah. Energija in gostota toka ionov sta v največji meri odvisni od lastnosti plazme. Torej so lastnosti prevleke neposredno odvisne od lastnosti plazme.

Trde zaščitne prevleke na osnovi nitridov, karbidov in oksidov prehodnih kovin pripravimo tako, da uparimo čisto kovino (npr. titan), v vakuumsko komoro pa uvedemo reaktivni plin (npr. dušik). Nizkotlačna plazma pri nizki temperaturi spodbudi kemijske reakcije med kovinskimi atomi in atomi reaktivnega plina, tako da na podlagi raste trda prevleka z železno sestavo. Postopek imenujemo **reaktivno nanašanje** (naparevanje, naprševanje). Do

kemijske reakcije ne pride samo na podlagah, ampak tudi na površini tarče. V nekaterih primerih so nastali reakcijski produkti električno neprevodni, zato se površina tarče nabije. Posledica so električni preboji, ki so bili dolgo nerešljiv problem. Preboji so izvir drobnih kapljic materiala tarče, ki so nezaželena napaka na podlagah. Poškodovano mesto tarče je izvir ponovnih prebojev, katerih število se med nanašanjem, npr. aluminijevega oksida, eksponentno povečuje. Preboji neugodno vplivajo tudi na stehiometrijo plasti, njeno strukturo in druge lastnosti. Problemu prebojev se lahko izognemo, če namesto v enosmernem režimu napršujemo v radiofrekvenčnem (industrijski frekvenci 13,6 in 27,2 MHz). Radiofrekvenčna izvedba je zelo draga, hitrost nanašanja pa je več kot dvakrat manjša kot pri enosmernem naprševanju.

V začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja so raziskovalci odkrili bolj elegantno rešitev. Ugotovili so, da se s **pulznim magnetronskim naprševanjem** v frekvenčnem področju 10–200 kHz v veliki meri izognemo nezaželenim prebojem in posledično napakam v plasti. Pri pulznem naprševanju se napetost na tarči periodično spreminja med zemeljskim potencialom in delovno napetostjo (unipolarno naprševanje) ali med negativno in pozitivno napetostjo (bipolarno naprševanje, Slika 6). Z vidika uporabe je pomembno, da je hitrost naprševanja velika in primerljiva s tisto za nanašanje čistih kovin (okrog 10  $\mu\text{m}/\text{h}$ ).

Pri pulznem naprševanju v kratkotrajnih pulzih pred tarčo izviramo izjemno gosto plazmo. Značilen čas trajanja pulza je nekaj deset mikrosekund, vsakemu pulzu pa sledi prekinitiv, ki traja nekaj deset milisekund. Frekvenca pulzov je v področju med 100 in 350 kHz, značilna gostota električne moči na tarčo pa je 1–3  $\text{kW}/\text{cm}^2$ . Tarča je v času trajanja pulza na enosmerni napetosti, ki je enaka kot pri konvencionalnem postopku (–400 do –500 V). Trajanje pulza je omejeno, tako da naboj na področjih tarče, kjer so nastali reakcijski produkti (npr. oksidi), ne preseže praga za nastanek preboja. Ko je na tarči negativna napetost, jo obstreljujejo ioni iz plazme, zato se le-ta razpršuje. V fazi, ko je na tarči pozitivna napetost, pa le-ta pritegne elektrone iz plazme, ki razelektrijo električno neprevodna področja, kjer se je v predhodni fazi nabral pozitivni naboj. Jakost in čas trajanja sta veliko večja za negativni kot za pozitivni pulz. Poleg frekvence je pomemben parameter razmerje med časom trajanja negativnega pulza in trajanjem obeh pulzov (*duty cycle*). Če je to razmerje med 65 in 70 % ali manj, potem prebojev med nanašanjem električno neprevodnih tankih plasti ne bo. Gostota toka ionov na podlage, ki so na negativni električni napetosti, je pri klasičnem enosmernem naprševanju okrog 10  $\text{mA}/\text{cm}^2$ , medtem ko je pri pulznem naprševanju pri enaki moči na tarčo dvakrat večja. Z

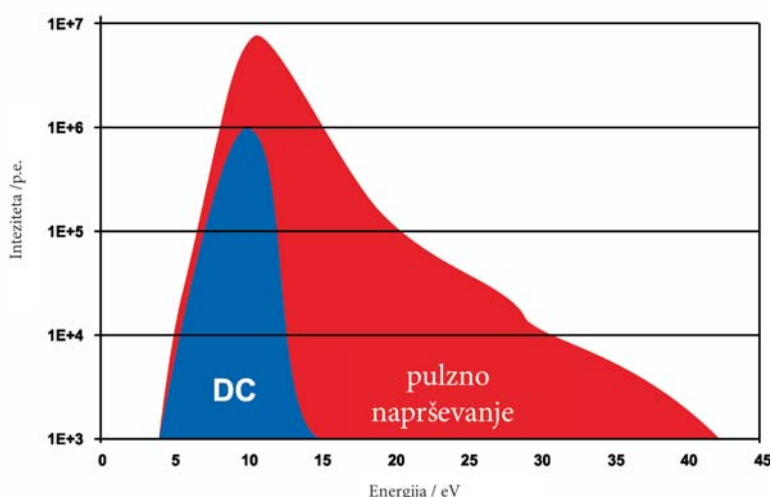


Slika 6: Pri pulznem naprševanju plazma preskakuje od ene tarče do druge.

večjo gostoto plazme se poveča potencialna razlika med tarčo in podlagami. Energija ionov je zato večja. Slika 7 prikazuje energijsko porazdelitev titanovih enkrat ioniziranih ionov pri klasičnem in pulznem načinu naprševanja. Vidimo, da je pri isti energiji koncentracija ionov  $\text{Ti}^+$  pri pulznem naprševanju desetkrat večja. Energija ionov je bila izmerjena z energijskim in masnim spektrometrom blizu podlag. Visokoenergijski rep v energijski porazdelitvi, ki se pri klasičnem postopku naprševanja konča pri energiji okrog 15 eV, seže pri pulznem naprševanju do energije okrog 40 eV. Visokoenergijski rep bistveno prispeva k nastanku zelo goste plazme v prostoru pred podlagami in omogoča rast nanokristaliničnih, nanostrukturnih in nanokompozitnih prevlek.

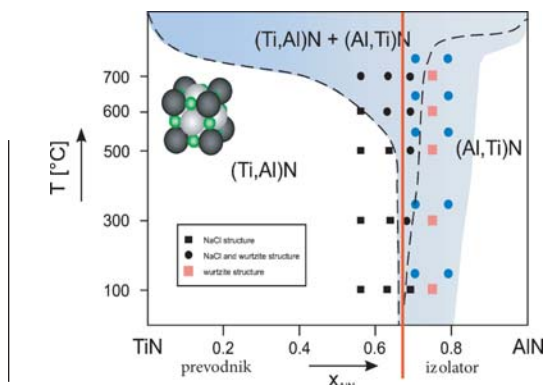
Novi način pulznega magnetronskega naprševanja, ki omogoča izdelavo keramičnih plasti brez napak pri velikih hitrostih nanašanja, se je v zadnjih letih zelo uveljavil. Na ta način lahko pripravimo (Ti,Al)N-prevleke z atomskim razmerjem Al : Ti do 5 : 1, kjer nastaja električno neprevodna heksagonalna (*wurzitna*) faza AlN. Pri pulznem naprševanju lahko v širokem območju spreminjamo tudi obliko (morfologijo) in teksturo prevlek.

Bistvena prednost novega postopka nanašanja pred klasičnim je možnost izdelave visokokakovostnih **nizkotemperaturnih trdih prevlek** (pri temperaturi podlag okrog 150 °C). Temperaturo podlag uravnavamo s trajanjem prekinitve med dvema pulzoma, ki mora biti tolikšna, da se toplotna energija, ki se sprosti v času pulza, z intenzivnim hlajenjem odvede v okolico. Upoštevati moramo, da se večina električne energije, ki jo dovedemo na tarčo, spremeni v toploto, manjši del pa se porabi za razprše-



Slika 7: Energijska porazdelitev titanovih ionov med naprševanjem s klasičnim magnetronskim izviro in neuravnoteženim

Slika 8. Fazni diagram za (Ti,Al)N



vanje.

Nizkotemperaturne prevleke so zanimive predvsem v avtomobilski industriji za zaščito različnih strojnih delov, izdelanih iz jekla, popuščanega pri temperaturi pod 200 °C (npr. 100Cr6 za izdelavo krogličnih ležajev).

### Prevleke (Ti,Al)N z veliko vsebnostjo aluminija

V zadnjih letih je bilo narejenih veliko poskusov, kako izboljšati lastnosti (Ti,Al)N-prevlek. Razvoj poteka v več smereh. Na obrabno odpornost (Ti,Al)N-prevlek zelo vpliva tudi dodatek drugih zlitinskih elementov. Tako so raziskovalci preučevali vpliv dodatka cirkonija, hafnija, vanadija, niobija, kroma, itrija, molibdena, volframa, bora, ogljika in silicija. Ugotovili so, da dodatek 3 % kroma in 2 % itrija bistveno izboljša oksidacijsko in korozijsko obstojnost.

Oksidna plast obeh kovin, ki se tvori na mejah kristalnih zrn, preprečuje difuzijo atomov podlage na površino in atomov kisika v smeri podlage. Podobno kot aluminij tvorita tudi cirkonij in vanadij stabilne okside, zato dodatek cirkonija in aluminija ali vanadija in aluminija v kubično TiN-prevleko dodatno stabilizira. Razlog za to je, da imajo naštetih kovinskih atomi različne atomske radije in različno elektronsko konfiguracijo, oboje pa omogoča mehanizme utrjevanja, ki jih poznamo pri trdnih raztopinah. Tudi dodatek bora in hafnija poveča obrabno odpornost in kemijsko inertnost. Z dodatkom silicija nastane dvofazna nanokompozitna prevleka, ki je oksidacijsko in obrabno obstojnejša od (Ti,Al)N. Izboljšanje triboloških lastnosti takih prevlek je po eni strani posledica povečane kemijske stabilnosti, manjše afinitete do materiala obdelovanca in povečane oksidacijske obstojnosti. Tudi dodatek bora izboljša abrazijsko odpornost (Ti,Al)N-prevleke in njene mazalne lastnosti (vpliv heksagonalne faze BN). Z dodatkom katerega koli od naštetih legirnih elementov v splošnem raste bolj fino zrnata struktura, v nekaterih primerih celo amorfna. Razlog za ta pojav je v različnih difuzijskih lastnostih posameznih materialov.

Druga smer razvoja (Ti,Al)N-prevleke je šla v smeri povečanja vsebnosti aluminija z namenom, da se izboljša njihova oksidacijska obstojnost. Raziskovalci so namreč ugotovili, da je oksidacijska obstojnost tem večja, čim večja je vsebnost aluminija. Čeprav fazi TiN in AlN nista topni pri ravnotežnih termodinamskih pogojih (Slika 8), lahko v neravnotežnih pogojih pripravimo prevleke, ki vsebujejo obe fazi v

## Center za trde prevleke, Institut "Jožef Stefan"

Ljubljanska 80/1, 1230 Domžale,  
<http://www.ijs.si/ijs/f3/osnova1.html-l2>



V Centru za trde prevleke na Institutu "Jožef Stefan" se že 20 let ukvarjamo z nanašanjem PVD trdih zaščitnih prevlek na rezalna orodja, orodja za hladno in toplo preoblikovanje, ploščice iz karbidne trdine in druga orodja. V Centru imamo dve Balzersovi napravi BAI 730 za nanos prevlek TiN in CrN pri temperaturi 450 °C in CemeConovo napravo CC800 za nanos prevlek TiN, TiAlN, CrN, a-C ter prevlek v obliki večplastnih struktur, ki jih lahko nanašamo pri temperaturi 200 °C ali 450 °C. Največja dimenzija orodij, ki jih lahko prekrijemo, je 400 mm v premeru in 400 mm v višino.

### Dodatne informacije:

Tel.: 01 724 4315  
 Fax: 01 724 4316  
 E-mail: [ctp@ijs.si](mailto:ctp@ijs.si)  
[peter.panjan@ijs.si](mailto:peter.panjan@ijs.si)



**NOVO!**  
 Večplastna struktura  
 TiN/TiAlN



zelo širokem področju topnosti. Če je temperatura naprševanja med 300 in 500 °C, (Ti,Al)N-prevleko s koncentracijo aluminija več kot 63 at. % sestavlja dve fazi: kubični (Ti,Al)N in heksagonalna (Ti,Al)N. Pri višji temperaturi se področje dveh faz razširi. Ko vsebnost (Ti,Al)N-faze preseže 65–67 at. %, se pri nanašanju prevleke pojavijo težave, ker je precej mehka heksagonalna faza (Ti,Al)N, ki raste na podlagi z večjo verjetnostjo kot trda kubična, električno neprevodna.

Verjetnost, da nastane heksagonalna faza, je večja pri višji temperaturi nanašanja.

Da bi se izognili problemu električne neprevodnosti prevlek z veliko vsebnostjo faze (Ti,Al)N, je bilo treba spremeniti postopek nanašanja. Tak prilagojen postopek je pulzno naprševanje, ki smo ga opisali v prejšnjem poglavju.

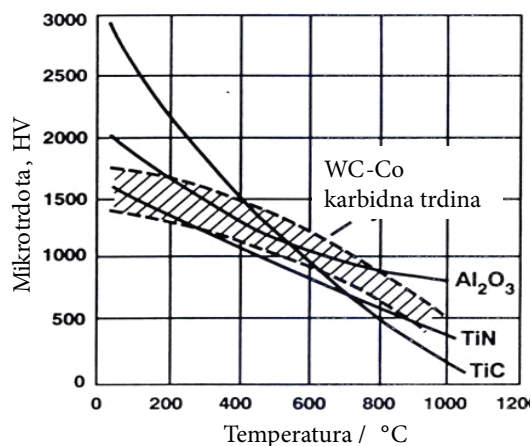
### Prevleke Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pulzno magnetronsko naprševanje se ne uporablja samo za izdelavo trdih prevlek (Ti,Al)N z veliko vsebnostjo aluminija, ampak tudi za izdelavo **aluminijoksidnih prevlek**. Zanj je značilna velika mikrotrdota pri povišani temperaturi (celo pri 1000 °C, Slika 9), odpornost na toplotne šoke in izjemna kemijska stabilnost, saj je odporna na vse kisline, razen na fluorovodikovo. Zaradi kemijske inertnosti in obrabne obstojnosti pri visokih temperaturah se uporablja za zaščito rezalnih orodij za obdelavo litega železa in maloogljčnih jekel pri velikih hitrostih rezanja (10 m/s). Take PVD-prevleke so bile narejene šele pred kratkim, medtem ko se CVD-prevleke istega materiala uporabljajo že več kot dve desetletji. PVD-prevleke imajo v primerjavi s tistimi, ki jih pripravimo s CVD-postopkom, več prednosti, kot so tlačne notranje napetosti (ovirajo nastajanje razpok), gladka površina (zelo finostrnata mikrostruktura) in možnost prekrivanja ostrih rezalnih robov, ne da bi se le-ti zaoblili.

Pri klasičnem reaktivnem postopku nanašanja prevlek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> iz tarče čistega aluminija in v atmosferi kisika je problem nastajanje električno neprevodne oksidne plasti na površini tarče. Preboji, ki se pojavijo, lahko poškodujejo napajalnik (pri gostoti moči na tarčo približno 30 W/cm<sup>2</sup> tok loka preseže 500 A), hkrati pa onemogočajo kontinuirano vzdrževanje razelektritve. Naslednji problem je nadzor procesa, ki mora omogočiti ponovljiv nanos visokokakovostnih prevlek. Reaktivno naprševanje je v bližini kritičnega tlaka kisika, kjer raste na podlagi oksidna plast, nelinearen proces z značilno histerezo odvisnostjo delnega tlaka kisika od njegovega pretoka. Postopek nanašanja je zato težko nadzorovati.

Alternativa opisanemu postopku nanašanja prevlek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je radiofrekvenčno naprševanje iz tarče Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ta metoda nanašanja je zelo draga, hitrost nanašanja pa zelo majhna. Mikrostruktura tako narejene prevleke je amorfna in ne zagotavlja dobrih triboloških lastnosti.

Problem reaktivnega nanašanja električno neprevodnih prevlek lahko rešimo s pulznim magnetron-



Slika 9: Temperaturna odvisnost mikrotrdote nekaterih trdih prevlek in karbidne trdine

skim naprševanjem. Na ta način se lahko izognemo nastajanju prebojev, proces nanašanja je stabilen, hitrost nanašanja velika, mikrostruktura kompaktna, adhezija pa zelo dobra. Fazna sestava prevleke Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je odvisna od električne moči posameznega pulza. Pri majhnih močeh raste mehka prevleka, ki je delno ali v celoti amorfna. Če je električna moč na tarčo velika, raste popolnoma kristalinična prevleka  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s ploskovno centrirano kubično rešetko. Za CVD-prevleke je značilna termodinamično stabilna faza  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> z romboedrično rešetko. Mikrotrdota prevleke Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je pri sobni temperaturi relativno majhna (približno 2000 HV), vendar je največja med vsemi prevlekami pri temperaturi okrog 1000 °C.

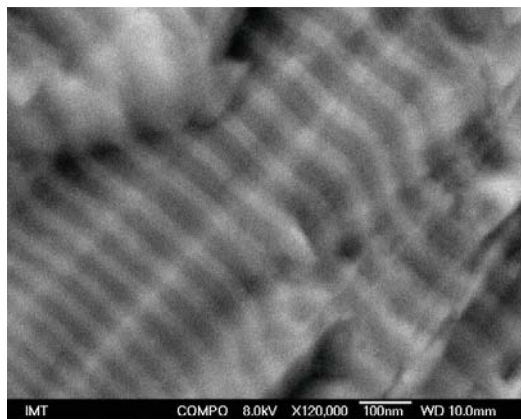
### Prevleke (Cr,Al)N

Podobno kot TiN-prevleko se z dodatkom aluminija utrdi tudi CrN-prevleko, ki se v industrijski proizvodnji uporablja že več kot petnajst let. Za CrN-prevleke je značilna dobra oksidacijska obstojnost (do 700 °C), kemijska inertnost (antiadhezijsko delovanje), korozijska obstojnost, majhen koeficient trenja (če primerjamo kombinaciji jeklo-jeklo in CrN-jeklo, je koeficient trenja za slednjo za 20–30 % manjši) in kemijska inertnost. Majhen koeficient trenja in kemijska inertnost razlagajo s tvorbo stabilne oksidne tanke plasti. Tudi notranje napetosti v CrN-prevlekah so majhne. Prav zaradi te lastnosti je CrN-prevleka zanimiva za zaščito orodij, narejenih iz nekoliko mehkejših materialov (npr. nerjavno jeklo, bakrove in aluminijeve zlitine), ki tankim in krhkim trdim prevlekam ne dajejo dovolj dobre opore. V teh primerih lahko uporabimo CrN-prevleko PVD, debeline okrog 10  $\mu$ m. CrN-prevleka na orodjih za preoblikovanje omogoča bistveno zmanjšanje porabe maziv. Predvsem je primerna za zaščito orodij za hladno preoblikovanje bakra oz. bakrovih zlitin in za zaščito orodij za preoblikovanje železnih in neželeznih materialov v toplem ter orodij za brizganje umetnih mas.

Relativno majhna trdota in abrazijska obstojnost sta glavna razloga, da se CrN ne uporablja za zaščito rezalnih orodij. Dodatek aluminija bistveno poveča njeno trdoto (tudi pri povišani temperaturi) in oksidacijsko obstojnost. V sistemu CrN-AlN se pri koncentraciji AlN do 80 % ohrani ploskovno centrirana CrN-rešetka. Kompleksni aluminijevi in kromovi oksidi preprečujejo difuzijo kisika v material podlage. Prevleka (Cr,Al)N ni obrabno in oksidacijsko

Slika 10: Večplastna struktura TiN/TiAlN, narejena v centru za trde prevleke z naprševanjem.

2  $\mu\text{m}$  debela prevleka je sestavljena iz več kot sto tankih plasti TiN in TiAlN.



obstojejša samo od CrN, ampak tudi od (Ti,Al)N. Prevlaka (Cr,Al)N je stabilna tudi pri največjih toplotnih in mehanskih obremenitvah rezalnega orodja. Tudi v tem primeru se (Cr,Al)N-prevleki v manjših koncentracijah dodajajo legirni elementi, kot so titan, vanadij, itrij, niobij, molibden ali volfram, da se poveča njena fazna stabilnost in optimira mehanske ter oksidacijske lastnosti.

### Večplastne prevleke

Zelo trde prevleke so tiste na osnovi **neperiodičnih ali periodičnih večplastnih struktur** in superstruktur (Slika 10). Za večplastne prevleke je za razliko od t. i. »sendvič« prevlek značilna periodičnost strukture dveh ali več materialov. Večplastna struktura je lahko narejena iz nekaj deset tankih plasti ali več sto (nanorešetke). Debelina posamezne plasti je lahko od nekaj nanometrov do nekaj desetink mikrometrov. Z izbiro ustrezne kombinacije materialov, iz katerih so sestavljene večplastne strukture, lahko hkrati izboljšamo trdoto, žilavost, zmanjšamo trenje in povečamo odpornost proti obrabi, koroziji ter oksidaciji. Če je modulacijska perioda (skupna debelina plasti ene periode) manjša od 10 nm, je vpliv stičnih površin na fizikalne lastnosti snovi odločilen. Takrat govorimo o **nanorešetkah**. Periodičnost take strukture in kratke razdalje med posameznimi plastmi prinašajo veliko novih fizikalnih lastnosti. Meje med plastmi ovirajo gibanje dislokacij, elastične napetosti na mejah pa onemogočajo delovanje dislokacijskih izvirov. Oba pojava prispevata k

bistvenemu povečanju trdote. Prve nanorešetke so bile narejene iz tankih plasti TiN/VN in TiN/NbN. V primerjavi z enojno plastjo TiN, VN ali NbN je mikrotrdota nanorešetke TiN/VN oz. TiN/NbN več kot dvakrat večja, odlikuje pa se predvsem z veliko večjo žilavostjo. Prav zaradi velike mikrotrdote in žilavosti so take prevleke zelo primerne za zaščito orodij za hladno preoblikovanje, še zlasti, če na površino nanesemo še tanko plast trdega maziva (npr. WC/C).

### Nanokompozitne prevleke

Če želimo material utrditi, moramo zmanjšati število dislokacij oz. zmanjšati njihovo gibljivost. Eden najučinkovitejših načinov zmanjšanja števila dislokacij je izdelava disperznih prevlek. Če je velikost dispergiranih delcev v nanometrskem področju, govorimo o **nanokompozitnih** prevlekeh (Slika 11). V teh prevlekeh je v osnovno matrico vgrajena določena količina druge faze. Take strukture nastanejo, ko sta dva različna materiala, ki ju nanašamo hkrati, medsebojno topna le do določene koncentracije. Stebričasto rast ene faze preprečimo z nukleacijo druge faze. Nanokompozitne prevleke so torej narejene iz nanokristalinične faze trdega materiala (npr. TiN, TiC) in amorfnе trde faze (npr. a-C, a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, a-TiB<sub>2</sub>). Druga možnost je kombinacija nanokristalinične trde faze (npr. TiN, TiC) in amorfnе mehke kovine (npr. Cu, Ni, Y, Ag, Co).

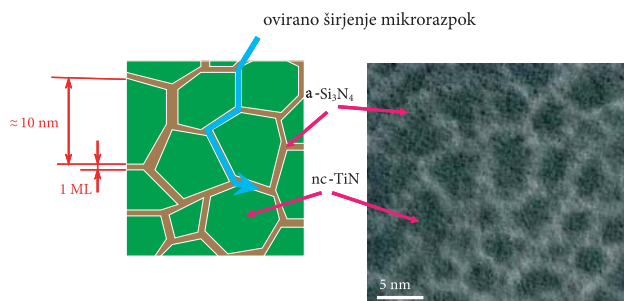
Velika gostota mej med kristalnimi zrni je razlog, da se take strukture odlikujejo z izjemno veliko trdoto in žilavostjo. Primer nanokompozitne prevleke je PVD-nanašanje prevlek Ti-B-N, kjer lahko v odvisnosti od procesnih parametrov in kemijske sestave na podlagi nastaja dvo- ali celo trifazna prevleka (TiN, TiB<sub>2</sub> in BN). Tudi prevleka WC/C, ki se že vrsto let komercialno uporablja v industrijski proizvodnji, je v bistvu diamantu podobna prevleka (DLC), stabilizirana z nanokristaliničnimi delci WC.

### Supertrde prevleke

Razvoj trdih zaščitnih prevlek gre v zadnjih letih tudi v smeri izdelave supertrdih prevlek. Najbolj znane so prevleke na osnovi **diamanta**, ki je najtrši material. V začetku osemdesetih let so bili razviti različni CVD-postopki priprave diamantnih prevlek iz plinske faze pri nizkih tlakih. Vsem metodam CVD-nanašanja diamantnih prevlek iz plinske faze je skupno, da uporabljajo plinsko mešanico ogljikovodikov in vodika. Tlak plinske mešanice je od 1 do 1000 mbar, temperatura površine podlag pa je med 650 in 1200 °C. Zaradi visoke temperature nanašanja je iz-

Slika 11: Shematski prikaz in posnetek s presevnim elektronskim mikroskopom nanokompozitne prevleke, sestavljene iz kristaliničnega TiN in amorfnega Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

(vir: S. Veprek, TU Munich in Epf, Lausanne)



bira podlag omejena le na orodja iz karbidne trdine in keramike silicijevega nitrida. Nanos diamantnih prevlek je mogoč tudi pri temperaturi pod 650 °C, vendar je hitrost nanašanja premajhna (< 0,1 mm/h), da bi bil nanos ekonomsko sprejemljiv.

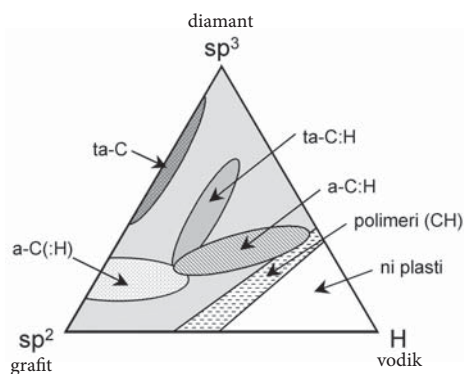
Različni postopki izdelave CVD-diamantnih plasti se razlikujejo po načinu aktivacije plinskih molekul in vrsti plinske mešanice. Molekule plina lahko disociirajo elektroni iz vroče nitke (iz volframa, tanta la ali renija), mikrovalovi, radiofrekvenčna plazma, plazemski curek, lok ali plamen. Osnovni pogoj je, da metoda aktivacije plinske mešanice zagotovi zadostno koncentracijo atomarnega vodika in ogljikovodikovih radikalov. Ogljikovodikovi radikali omogočijo rast plasti, medtem ko atomarni vodik selektivno jedka grafitno fazo.

Pri uporabi CVD-diamantnih prevlek na orodjih se pojavita dva problema. Prvi problem je difuzija atomov iz podlage v diamantno plast in difuzija ogljika iz prevleke v podlago. Drugi problem pa so velike termične napetosti in posledično slaba adhezija. Oba problema lahko v veliki meri rešimo, če površino podlag predhodno obdelamo. To lahko naredimo tako, da podlago iz karbidne trdine, prekrito s prahom bora ali silicija, 24 ur segrevamo na 700 °C. Kobalt iz karbidne trdine pri tem tvori stabilne kobaltove boride in silicide, ki nato zmanjšajo gibljivost kobaltovih atomov in tako tudi topnost ogljika. Delež kobalta v karbidni trdini mora biti pod 6 at. %.

Diamantne prevleke se uporabljajo za zaščito rezalnih orodij, če imamo opraviti z močno abrazijsko obrabo, npr. pri odrezovanju zlitine Al-Si. Diamant je tudi odporen na skoraj vse kisline. Rezalna orodja, prekrita z diamantno prevleko, so idealna za obdelavo neželeznih kovinskih materialov (npr. aluminijeve in bakrove zlitine) in nekovinskih materialov (npr. les, papir, umetne mase, utrjene s steklenimi vlakni, keramika, bakelit).

Podobne vezi oz. strukture kot diamant oblikuje tudi **kubični borov nitrid**. Nanos prevlek c-BN poteka na podoben način kot nanos diamantnih prevlek. Kot izhodiščne snovi lahko uporabimo eno od borovih plinastih spojin (npr.  $BH_3$ ,  $BCl_3$ ) z dušikom ali amoniakom. Sinteza c-BN je mogoča le ob učinkoviti aktivaciji molekul v plazmi. Sinteza c-BN je lažja, če za izhodno snov uporabimo katero od kovino-organskih spojin (npr. borazin –  $B_3N_3H_3Cl_3$ ), kjer je razmerje med borom in dušikom 1 : 1. Bornitridne prevleke so primerne za zaščito rezalnih orodij, ki se uporabljajo za obdelavo železnih in neželeznih materialov. Njihova pomanjkljivost pa je slaba oprijemljivost na podlage zaradi velikih notranjih napetosti.

Med supertrde uvrščamo tudi prevleke na osnovi **titanovega diborida** ( $TiB_2$ ), ki se odlikujejo z veliko trdoto (tudi pri povišani temperaturi), trdnostjo in predvsem odlično kemijsko odpornostjo na korozivne medije celo pri povišani temperaturi. Prevleke so oksidacijsko zelo odporne in so dober toplotni ter električni prevodnik. Zaradi ugodne kombinacije lastnosti je prevleka  $TiB_2$  zanimiva v polprevodniški tehnologiji (za povezave), v tribologiji za zaščito orodij in strojnih delov (majhen



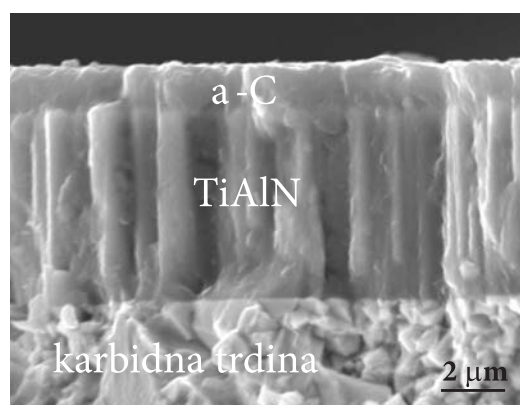
Slika 12: Koncentracijski trikotnik diamant-grafit-vodik

koeficient trenja, velika obrabna obstojnosti) ter v medicini za zaščito kirurških orodij (zaradi korozijske obstojnosti, ki se zahteva pri sterilizaciji instrumentov).  $TiB_2$  je odlična difuzijska bariera za aluminij. Topnost v tekočem aluminiju je majhna, zato se take prevleke uporabljajo za zaščito orodij za obdelavo aluminija (ekstruzija, tlačno litje aluminijevih zlitin).

Predmet raziskav je tudi **titan-bornitridna** prevleka (Ti-B-N), ki jo lahko izdelamo tako, da vsebuje trdi fazi  $TiB_2$  in  $TiN$  ter mehko fazo heksagonalnega BN, ki deluje kot mazivo. Prevleke Ti-B-N so morebiti zanimive za zaščito orodij za suho obdelavo (brez hlajenja).

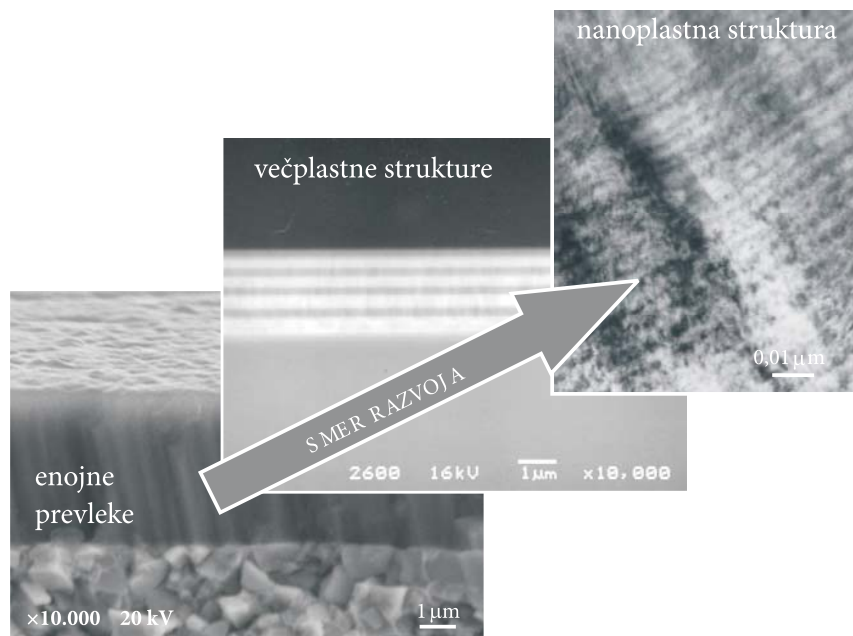
### Diamantu podobne prevleke

Danes se v praksi uporabljajo tudi **diamantu podobne prevleke** (diamond-like carbon - DLC) in diamantne prevleke v kovinski matrici (npr. WC/C). Struktura teh plasti je lahko kristalinična ali popolnoma amorfná. Ogljik kristalizira v obliki grafitne ( $sp^2$ -vezi) ali diamantne faze ( $sp^3$ -vezi). V koncentracijskem trikotniku (Slika 12) je v zgornjem oglišču diamant ( $sp^3$ -vezi), na spodnjem levem grafit ( $sp^2$ -vezi), na daljici med njima pa amorfní ogljik a-C in tetraedrični amorfní ogljik ta-C. Ker ogljikove tanke plasti pogosto izdelujemo v reaktivni atmosferi nižjih ogljikovodikov, se v plast vgradi tudi vodik. Če plasti vsebujejo tudi nekaj vodika, govorimo o hidrogeniranih plasteh: a-C : H in ta-C : H (na Sliki 12 se »pomaknemo« proti desni). Z izbiro primernih pogojev nanašanja lahko pripravimo ogljik s skoraj poljubnim razmerjem  $sp^3$  :  $sp^2$ . Za plasti z večjim deležem diamantnih vezi je uveljavljeno ime diamantu podoben ogljik. Mehanske, električne in optične lastnosti DLC-plasti so odvisne predvsem od razmerja vezi  $sp^2$  :  $sp^3$ . Lastnosti DLC so v precejšnji meri podobne lastnostim diamanta, npr. velika trdota in kemična



Slika 13: Kombinacija trde prevleke TiAlN in tanke plasti na osnovi ogljika za suho obdelavo

Slika 14: Smer razvoja trdih zaščitnih prevlek



inertnost.

V uporabi je več metod izdelave DLC-prevlek: nanos z ionskim curkom, napajanje s katodnim lokom, lasersko napajanje (PLD), magnetronsko napršenje in plazemsko podprto kemijsko nanašanje iz parne faze (PECVD).

Velika ovira pri uporabi DLC-prevlek je njihova slaba oprijemljivost na različne podlage zaradi velikih notranjih napetosti. Vzrok velikih napetosti je obstreljevanje plasti med njeno rastjo z visokoenergijskimi ioni. Napetostim se v veliki meri izognemo, če na podlago najprej nanese

tanko plast katere od trdih kovin (npr. Cr, Mo, W), postopoma dodajamo ogljik in zmanjšujemo odstotek kovine. Zaradi majhnega koeficienta trenja in velike trdote so DLC-plasti primerne za zaščito rezalnih orodij pri suhi obdelavi. DLC-plasti z večjim deležem grafitnih sp<sup>2</sup>-vezi imajo mazivne lastnosti, zato se jih uporablja kot trde samomazivne plasti na gibljivih delih motorja.

Veliko obeta sočasen nanos DLC in kovine. Tako naredimo zvezen prehod iz kovinske v diamantno plast, kar izboljša oprijemljivost in ublaži razlike v raz-



**GAZELA**  
**PLATIT**®

TiN

TiAlN

Ti<sub>2</sub>N

TiAlCN

TiCN-MP

CrN

µAlTiN

nACo

nACRo



**Odrezovanje**

**Prebijanje**

**Tlačno litje**

**Preoblikovanje**

**Tribologija**

**CENTER TRDIH PREVLEK**

GAZELA PLATIT d.o.o.  
C.K.Ž. 56, 8270 KRŠKO

Tel.: 07 488 0 488, fax: 07 488 0 489  
mail: info@gazela.si, web: www.gazela.si



teznostnih koeficientih. Ta način se je pokazal kot uspešen pri zmanjšanju notranjih napetosti, ne da bi se pri tem zmanjšal delež diamantnih vezi. Take kompozitne prevleke pogosto označujejo z Me-C:H, kjer je Me izbrana kovina. Prisotnost kovine poveča delež grafitnih vezi, zato so take prevleke v perspektivi uporabne kot samomazivne plasti.

### Suha obdelava (brez hlajenja)

Zaradi ekoloških in ekonomskih razlogov se zadnja leta v razvitih državah vse bolj uporablja obdelava brez hladilno-mazalnih tekočin (t. i. suha obdelava). Pri klasični obdelavi se porabi 300–4000 l/h hladilno-mazalnih tekočin. Z ekološkega vidika je dopustna količina porabljene hladilno-mazalne tekočine 6–70 ml/h. V tem primeru govorimo o suhi obdelavi. Pri suhi obdelavi prevzame vlogo hladilno-mazalne tekočine **tanka plast trdega maziva**. Prevlaka zmanjša trenje, poveča obrabno odpornost rezalnega materiala in zmanjša ali prepreči sprijemanje materiala obdelovanca. Na površini prevleke niso zaželeni kemijske, mehanske ali tribološke interakcije z obdelovancem. Trda prevlaka zmanjša temperaturna nihanja, tako da preprečuje prehod toplote iz rezalne cone v orodje. Deluje torej kot toplotna pregrada, ker ima precej manjšo toplotno prevodnost kot material obdelovanca oz. orodja. Prekrita orodja zato absorbirajo manj toplote in prenesejo višje temperature.

Prva prevlaka, ki je zaradi svoje velike trdote in oksidacijske obstojnosti pri visokih temperaturah dala pozitivne rezultate pri suhi obdelavi, je bila (Ti, Al)N. Še boljše rezultate se doseže s kombinacijo trde prevleke TiN ali (Ti, Al)N in tanke plasti trdega maziva (WC/C, MoS<sub>2</sub>, DLC) (Slika 13). Dobre rezultate pri suhi obdelavi se doseže tudi s prevleko (Ti, Al)(NO). Čeprav je manj trda od prevleke (Ti, Al)N, zagotavlja boljšo abrazijsko obstojnost zaradi tvorbe plasti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> na površini. Oksidna plast preprečuje nadaljnjo oksidacijo, zmanjša prehod toplote v orodje in pri visokih temperaturah zavira difuzijo atomov materiala orodja v odrezek. Te lastnosti trde prevleke (Ti, Al)N omogočajo velike rezalne hitrosti in suho obdelavo, zato se prevlaka uporablja za obdelavo abrazivnih zlitin z velikimi hitrostmi, kot so siva litina in hiperevtektične zlitine Al-Si.

### Sklep

Izjemen napredek obdelovalnih tehnik je v zadnjih desetletjih v največji meri omogočil prav razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek. PVD-postopki omogočajo pripravo zelo širokega spektra trdih prevlek. Smer razvoja trdih prevlek (Slika 14) je v zadnjih petindvajsetih letih šel v smeri od enojnih plasti nitridov in karbidov prehodnih kovin, preko večkomponentnih ter večplastnih prevlek do nanostrukturnih (nanorešetke, nanokompozitne, nanogradientne). Poleg nanostrukturnih prevlek veliko obetajo tudi druge supertrde prevleke, kot so diamantne in kubične bornitridne ter karbonitridne (CN) prevleke.

Odkar so se pojavile, so trde PVD-prevleke pri zaščiti orodij postale nepogrešljive. Njihovo število

in primeri njihove uporabe za izboljšanje triboloških lastnosti orodij ter strojnih delov v zadnjih letih eksponentno narašča. Pričakujemo lahko, da bodo morale biti vse mehanske komponente v prihodnosti zaščitene s PVD-prevlekami že pred obrabo ali zato, da se zmanjša trenje gibljivih strojnih delov. Nekatere od njih se danes že uporabljajo kot suho mazivo različnih sestavnih delih avtomobilskega motorja.

TBW

Tehnični biro za orodne stroje in naprave, d.o.o.  
Trg mladosti 6, p.p. 104, 3320 Velenje

zastopstva: telefon: 03/586 36 33 e-mail: tbw@siol.net  
telefaks: 03/586 89 97 internet: www.tbw.co.at

<p><b>EMCO GROUP</b></p> <p><b>EMCO</b> Technologies, Eintrich, Götting</p> <p><b>FAMUP</b> FIRST GROUP</p> <p><b>MECOF</b> FIRST GROUP</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• standardne CNC-stružnice</li> <li>• modularni CNC-stružni centri za kompletno obdelavo</li> <li>• vertikalni CNC-obdelovalni centri</li> <li>• z možnostjo menjave palet</li> <li>• veliki orodjarski rezkalni stroji</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• horizontalni ali vertikalni CNC-obdelovalni centri</li> <li>• menjava palet z robotom</li> <li>• HSC</li> <li>• obdelava grafita</li> </ul> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">C.B.Ferrari</p>	<p><b>DELTA</b> Schnitztechnik G&amp;T K&amp;E</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• orodni stroji za profilno in površinsko brušenje</li> <li>• z univerzalnim vretenom</li> </ul>
<p><b>OWA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• žična erozija</li> <li>• potopna erozija</li> </ul>	<p><b>ONAPRES</b> MADE IN GERMANY</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hidravlične produkcijske stiskalnice</li> <li>• hidravlične preizkusne stiskalnice</li> <li>• tuširne stiskalnice</li> </ul>
<p><b>Mora</b> MADE IN GERMANY - SEIT 1909 -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC-koordinatni merilni stroji</li> </ul>	<p><b>mandelli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obdelovalni centri s 4 do 6-osi</li> <li>• produkcijske celice in fleksibilni proizvodni sistemi</li> </ul>
<p><b>FIRST</b> LONG CHANG MACHINERY CO., LTD.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertikalni obdelovalni centri</li> </ul>	<p><b>JACKMILL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stroji za notranje brušenje</li> <li>• stroji za zunanje brušenje</li> </ul>
<p><b>POSHTECH</b> <b>LYWENTECH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• namizni rezkalni stroji</li> <li>• vertikalni rezkalni stroji</li> <li>• portalni rezkalni stroji</li> </ul>	<p><b>APEC</b> <b>SIGMA CNC</b></p>

# Nove prevleke orodij za rezanje mehkih kovin

Dave Doerwald<sup>1</sup>, Thomas Krug<sup>1</sup>, Roel Tietema<sup>1</sup>, Wei-Ming Sim<sup>2</sup>, Quanshun Luo<sup>3</sup>, Papken Hovsepian

<sup>1</sup>Hauzer Techno Coating, Venlo, Nizozemska,

<sup>2</sup>Airbus, Briston, Velika Britanija,

<sup>3</sup>Sheffield Hallam University, Materials Research Institute, Sheffield, Velika Britanija

Zmanjšanje proizvodnih stroškov in strožja zakonodaja na področju varstva okolja sta glavna razloga za izbiro suhe obdelave pri postopkih odrezovanja kovin. Zaradi zahteve po reciklaži odpadnih hladilno-mazalnih tekočin so se namreč stroški obdelave povečali za 8–16 % [1]. Suha obelava aluminijevih zlitin je še posebej težavna zaradi lastnosti aluminija k sprijemanju na rezalno orodje. Zato pride do nastanka sprimkov, kar oteži odstranjevanje aluminijevih odrezkov z žlebov rezalnega orodja in obdelovanca. Vemo pa, da postopno nastajanje sprimkov zmanjša obstojnost orodja in kakovost obdelane površine [2].

Večkrat so že poročali, da diamantne in trde ogljikove prevleke izboljšajo učinek obdelave aluminija [3, 4, 5]. Glavna slabost teh prevlek je, da jih po navadi nanašamo pri visokih temperaturah, in sicer pri 600 °C trde ogljikove prevleke in pri 700 °C diamant. To omejuje njihovo uporabo za nanašanje na orodja iz karbidne trdine.

V prispevku opisujemo nove prevleke na osnovi ogljika, ki smo jih razvili za obdelavo lahkih kovin, npr. aluminija. Te prevleke lahko uporabljamo neposredno na orodju ali kot

vrhno prevleko na neki drugi trdi prevleki. V nadaljevanju govorimo o uporabi orodij, prekritih z (Me-)DLC-prevleko<sup>1</sup> pri suhi obdelavi aluminijevih zlitin za gnetenje. S to prevleko zmanjšamo nastanek sprimkov in sprijemanje aluminija na minimum ter zmanjšamo rezalno silo. Glavna prednost prevlek, o katerih govorimo v tem prispevku, pa je, da jih lahko nanesemo pri temperaturah pod 200 °C. To omogoča, da lahko take prevleke uporabljamo tudi na orodjih, narejenih iz orodnih jekel, ki so bila popuščana pri temperaturi pod 200 °C. Testi obdelovalnosti so pokazali, da se prevleka dobro obnese za odrezovanje tistih materialov, ki se sprijemajo na rezalna orodja, npr. aluminij, saj zelo zmanjša nastanek sprimkov. Na ta način se poveča obstojnost orodja, površina obdelovanca pa je bolj gladka. Prevleka se je še posebej dobro obnesla pri suhi obdelavi in globokem vrtanju. Predstavljamo pregled lastnosti te prevleke in prve preizkuse odrezovanja. V tem prispevku predstavljamo tudi rezultate zadnjih industrijskih preizkusov, ki jih je opravil eden vodilnih evropskih letalskih proizvajalcev. Prikazujemo podatke o rezalnih silah, tvorbi sprimkov in hrapavosti

površine, da bi razložili rezalni proces med suho obdelavo.

## Nanos prevlek

Prevleka je sestavljena iz nosilne prevleke Me-DLC in dodatne amorfnе prevleke DLC na vrhu. Celoten proces nanosa poteka v eni napravi, in sicer Hauzer Flexicoat, ki uporablja tehnologijo neuravnoteženih magnetronov (UBM) z zaprtimi magnetnimi silnicami. Naprava je opremljena s štirimi magnetronskimi izviri za nanos osnovne plasti Me-DLC. Na *Sliki 1* je shema prereza naprave za nanos PVD-prevlek.

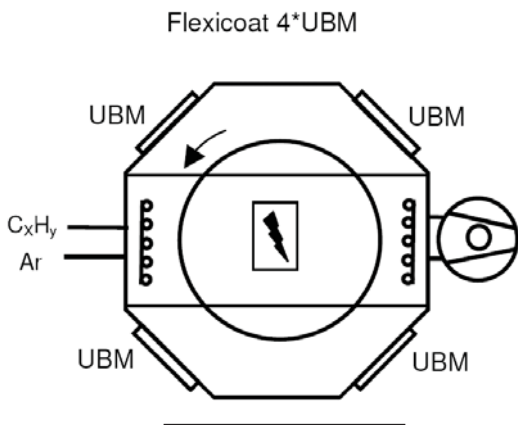
Pred nanosom vakuumski sistem izčrpamo do tlaka  $4 \cdot 10^{-5}$  mbar in ga segrejemo na 200 °C. Potem podlage očistimo s plazemskim jedkanjem. Da bi zagotovili dobro adhezijo prevleke na podlago, najprej nanesemo tanko kovinsko plast, ki ji sledi napršena gradientna plast iz kovinskih/keramičnih tarč v atmosferi ogljikovodikov. Amorfnо DLC-prevleko nanesemo s kemijskim postopkom nanašanja iz parne faze ob prisotnosti plazme (*plasma assisted chemical vapour deposition* – PACVD) [7].

Tako pripravljeno osnovno plast lahko uporabljamo neodvisno ali na vrhu katere druge trde prevleke (npr. TiN, TiAlN).

## Osnovne lastnosti prevleke

Analizirali smo uporabnosti treh diamantu podobnih prevlek za zaščito orodij za obdelavo aluminija. Izbrali smo jih zaradi majhnega koeficienta trenja, znane majhne nagnjenosti k sprijemanju in relativno velike trdote. Pričakujemo, da ima gladka površina po končni

<sup>1</sup>Me-DLC je prevleka, ki jo dobimo s sočasnim nanosom diamantu podobne prevleke (DLC) in kovine (Me). Tako izboljšamo adhezijo in zmanjšamo sicer velike notranje napetosti.



Slika 1: Prerez naprave za nanos PVD-prevlek

obdelavi, ki je posledica magnetronskega naprševanja, na proces obdelave ugoden vpliv. Izbrane prevleke so: mehka varianta Me-DLC (*Endurance soft*), trša različica Me-DLC (*Endurance hard*) in amorfni DLC (*Endurance +*). Trdoto prevlek Me-DLC smo spreminjali z razmerjem kovine in ogljika. Posnetki prečnih prerezov prevlek, narejeni z vrstično elektronsko mikroskopijo (SEM), so prikazani na Sliki 2.

Mehanske lastnosti prevlek smo merili na visokopoliranih vzorcih iz hitreznega jekla (Tabela 1).

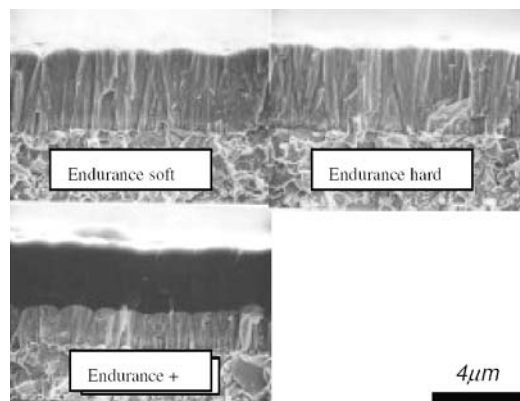
Tabela 1: Lastnosti prevlek

prevleka	Endurance soft	Endurance hard	Endurance +
Ra ( $\mu\text{m}$ )	<0,03	<0,03	<0,03
koeficient trenja	0,1–0,15	0,15–0,2	$\approx$ 0,1
E (GPa)	200–220	240–260	240–280
HV (GPa)	11–13	14–17	24–28

Debelina prevleke je bila najmanj 2  $\mu\text{m}$ , tako da smo čim bolj zmanjšali vpliv podlage na meritve. Mikrotrdoto in Youngov modul smo merili z merilnikom Fischerscope H100 pri obremenitvi 0,4–50 mN. Hrapavost površine smo merili s profilometrom Taylor-Hobson Talysurf 6. Tribološke lastnosti smo preučevali po metodi »pin-on-disk« s tribometrom (PIN ON DISK, CSEM, Švica). Za nasprotno ležeči material smo uporabili kroglico iz  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in premera 6 mm, na katero smo pritiskali s silo 5 N. Premer sledi je bil 22 mm, hitrost drsenja pa 0,010 m/s. Merili smo pri sobni temperaturi in relativni vlažnosti 65 %.

### Preizkusi na svedrih za suho vrtnanje aluminija (AlMg2,5)

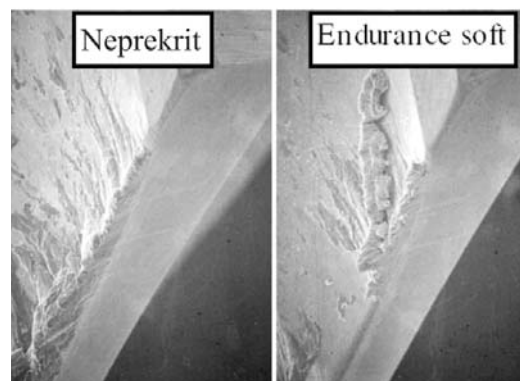
Na začetku smo opravili preizkuse primernosti treh prevlek pri vrtnanju aluminijevih zlitin. V ta namen smo svedre premera 6 mm (dva žlebova) iz karbidne trdine prekrili s tremi, zgoraj opisanimi prevlekami in njihove rezultate primerjali z neprekrilitimi svedri. Parametri vrtnanja so bili:  $v_c = 120 \text{ m/min}$  ( $n = 6500 \text{ min}^{-1}$ ),  $f = 0,07 \text{ mm/vrt}$  ( $f = 455 \text{ mm/min}$ ), globina luknje 18 mm. Analiza rezultatov je bila osredotočena na nastanek sprimkov, rezalni navor, število narejenih lukenj in kakovost površine lukenj. Slika 3 kaže nastanek sprimkov na rezalnem robu svedra po izdelavi ene luknje. Na neprekritem svedru in na svedrih, prekritih s prevlekami Endurance soft in Endurance hard, je nastanek sprimkov jasno viden. Na svedru, prekritem s prevleko Endurance +, tega problema ni, kar je treba pripisati majhnemu koeficientu trenja



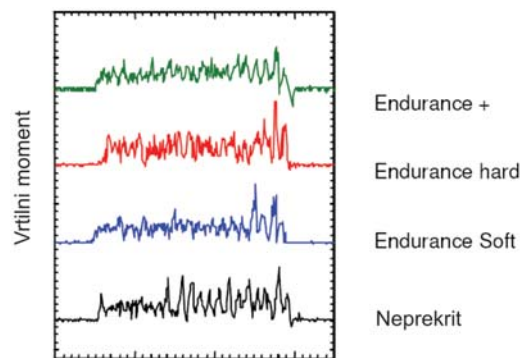
Slika 2: SEM-posnetki prečnega prereza vseh treh prevlek



Slika 3: Nastanek sprimkov na rezalnem robu 6-milimetrskega svedra iz karbidne trdine po izvrtanju ene luknje



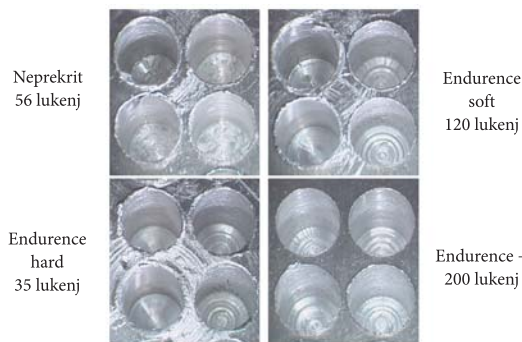
Slika 4: Rezilni navor kot funkcija globine luknje



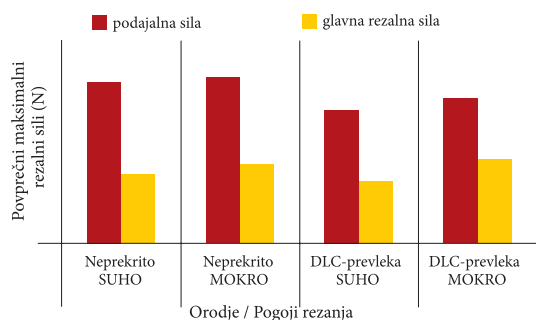
in dobri odpornosti prevleke proti sprijemanju. Vpliv majhnega koeficienta trenja vidimo na meritvah vrtilnega momenta na Sliki 4. Iz slike je razvidno, da ima sveder, prekrit z DLC-prevleko, najmanjši in najbolj konstanten vrtilni moment.

Posnetki na Sliki 5 kažejo kakovost površine v luknji po različnih številih narejenih lukenj. Kot lahko pričakujemo, lahko v videzu lukenj opazimo znatne razlike. Na orodjih, prekritih s prevleko Endurance hard, in na neprekrutih orodjih začne aluminij izstopati iz roba lukenj. Prevleki Endurance soft in Endurance +, ki imata manjši koeficient trenja, sta se obnesli precej bolje. Število lukenj, ki smo jih lahko izdelali, je bilo

Slika 5: Kakovost površine lukenj pri različnih prevlekah



Slika 6: Primerjava sile rezanja na neprekritem orodju in na orodju, prekritem z DLC-prevleko



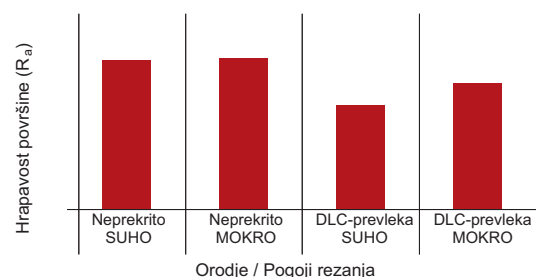
večje, kakovost površine v luknji pa boljša. Najbolje se je obnesla DLC-prevleka, s katero smo izdelali 200 lukenj. Po 200 luknjah smo preizkus ustavili, čeprav bi bilo nadaljevanje vrtnja še vedno mogoče.

Preizkusi v okviru karakterizacije prevleke so pokazali, da optimalne rezultate vrtnja dosežemo s prevleko Endurance +. To je v glavnem rezultat majhnega koeficienta trenja, velike trdote in manjše nagnjenosti k sprijemanju te prevleke. Da bi natančneje raziskali uporabnost te prevleke v drugih primerih uporabe, smo izvedli obdelovalne teste v industrijskih pogojih pri vodilnem evropskem letalskem proizvajalcu.

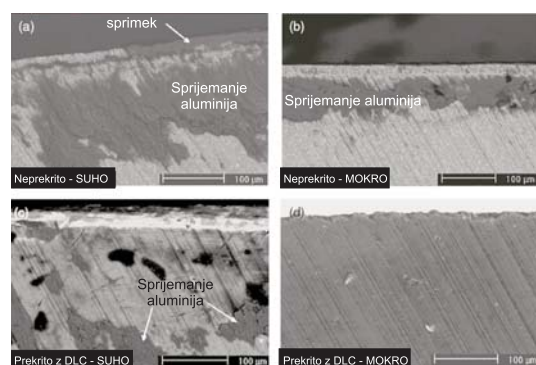
### Freziranje pri velikih hitrostih z vrhno DLC-prevleko – industrijski pogled

Pripravili smo industrijski preizkus, v katerem smo uporabljali orodja z vrhno DLC-prevleko za obdelavo aluminijevih zlitin 7010 T7651. Ta material je aluminijeva zlitina z veliko trdnostjo, v kateri je delež cinka do 6,7 %. Odporen je proti napetostno-korozijskemu

Slika 7: Primerjava kvalitete površine na neprekritem orodju in na orodju, prekritem z DLC-prevleko



Slika 8: SEM-posnetki rezalnega robu in proste ploskve, ki kažejo na sprijemanje aluminija in nastajanja sprimko



pokanju in se najpogosteje uporablja za letalske dele, npr. rebra v ogrodju letalskega krila, zunanji del krila in trupa letala itd. Danes uporablja letalska industrija za obdelovanje tega materiala neprekrta karbidna orodja, ki se jih hladi s curkom hladilne tekočine, tako da se zmanjša temperatura, odstranjuje odrezke in odpravi nastajanje sprimkov. Osnovno prednost DLC-prevleke predstavlja prehod iz mokre v suho obdelavo brez dodatnih problemov s sprijemanjem aluminija na orodja. To področje je zanimivo za letalsko industrijo, saj bi s tem zmanjšali stroške hladilnih tekočin in manipulacije do 15 %, čeprav bi bila cena orodja za malenkost višja.

Preizkuse smo naredili na obdelovalnem centru Marwin MPS z največjim številom vrtljajev 26.000/min, močjo 70 kW in največjim podajanjem 30 m/min. Preizkuse smo naredili v skladu z industrijskim testnim postopkom, tako da smo raziskali mehanske obremenitve in kakovost obdelovancev z neprekrtem orodjem in orodjem, zaščitenem z DLC-prevleko. Testna orodja so imela premer 25 mm s tremi žlebovi in 5-milimetrskim radijem zaokrožitve roba. Neprekrta in z DLC-prevleko prekrta orodja so bila narejena iz nove generacije hitroreznih jekel. V preizkusu smo obdelovali utor in 4 mm debelo steno. Pogoji preizkusa pri grobi in fini obdelavi so predstavljeni v Tabeli 2. Med preizkusom in po njem smo uspešnost rezanja analizirali z naslednjimi tehnikami: rezalni sili ( $F_x$  in  $F_y$ ) smo merili z visokofrekvenčnim dinamometrom Kistlerjevega tipa 9257B, hrapavost površine obdelovanca smo merili s prenosnim merilnikom Talysurf, naredili smo tudi SEM-posnetke rezalnih robov.

Slika 6 je razvidno, da sta bili pri orodjih, prekrith z DLC-prevleko, rezalni sili ( $F_x$  in  $F_y$ ) manjši kot pri neprekrith orodjih, in sicer v pogojih mokre in suhe obdelave. Orodja, zaščitena z DLC-prevlekami, so se bolje obnesla pri suhi obdelavi. To pomeni, da DLC-prevleka zagotavlja pogoje mazanja med postopkom rezanja. Rezultati meritev rezalnih sil kažejo, da je DLC-prevleka zmanjšala sili za 19,6 oz. 21,6 % pri  $F_x$  oz.  $F_y$  v primerjavi z referenčno vrednostjo za neprekrto orodje. Iz Tabele 3 je tudi razvidno, da DLC-prevleka ni tako učinkovita pri mokri kot pri suhi obdelavi.

Tabela2: Pogoji obdelovalnega preskusa

parametri preskusa	gropa obdelava	končna obdelava
rezalna hitrost, vc	1885 m/min	1885 m/min
vrtljna hitrost, n	24 000 min <sup>-1</sup>	24 000 min <sup>-1</sup>
količina odvzete materiala, MRR	1,75 L/min	0,14 L/min

Slika 7 kaže hrapavost površine obdelovanca po končani fini obdelavi. Iz meritev sledi, da se je DLC-prevleka v primerjavi z neprekrtem orodjem bolje obnesla pri suhi in tudi mokri obdelavi. To izhaja iz majhnega koeficienta trenja med prevleko in materialom obdelovanca (glej Tabela 2).

Z vrstičnim elektronskim mikroskopom Philips XL40 (pospeševalna napetost 20 kV) smo opazovali dogajanje na meji aluminija in orodja, tj. sprijemanje aluminija na robove. Preučevali smo tudi mehanizme obrabe neprekrith in z DLC-prevleko prekrith orodij pri suhi in mokri obdelavi. Značilni SEM-posnetki so prikazani na slikah 8 in 9.

Tvorbo sprimkov smo opazili le pri neprekrith

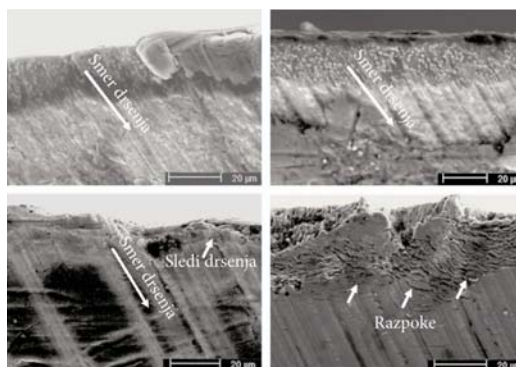


orodjih pri suhem rezanju (Slika 8a). Sprijemanje kovine na prosto ploskev je bilo bolj izrazito pri suhem (Slika 8a in c) kot pri mokrem rezanju (Slika 8b in d). DLC-prevleka je zelo zmanjšala količino sprijetega aluminijskega in preprečila tvorbo sprimkov (Slika 8c). V pogojih mokrega rezanja ni bilo na orodju, zaščitenem z DLC-prevleko, nobenega sprijemanja aluminijskega (Slika 8d). Ta opažanja so v skladu s podatki iz literature [1], po katerih je pri prevlekah na osnovi ogljika malo ali nič sprijemanja aluminijskega pri rezanju zlitine z veliko trdnostjo Al-Zn-Mg. Ugoden vpliv lahko pripisemo majhnemu kemijski afiniteti med aluminijem in ogljikom.

Tabela3: Primerjava v odstotkih med silo rezanja in hrapavostjo površine obdelovancev

orodje	pogoji	F <sub>x</sub> (%)	F <sub>y</sub> (%)	R <sub>a</sub> (%)
neprekr. mokro			za referenco	
neprekr. suho		-2,5	-13,3	-1,8
DLC mokro		-19,6	-21,6	-34,4
DLC suho		-12,0	6,6	-19,0

Visokoločljivi SEM-posnetki na Sliki 9 predstavljajo obrabne procese neprekr. in z DLC-prevleko prekr. orodij pri različnih pogojih rezanja. Prosta ploskev neprekr. orodja kaže veliko drsno obrabo; preferenčna obraba je v feritni matrici, ne glede na to, ali so pogoji suhi ali mokri (Slika 9a, b). Odstranjevanje karbidnih delcev je povzročilo abrazijsko obrabo. Glede na velike sile rezanja, ki smo jih izmerili na neprekr. orodju (Slika 6), je intenzivna drsna obraba povezana s plastično deformacijo površinske plasti aluminijevega obdelovancev in grobe končne obdelave površine (Slika 7). Na Sliki 9c je z DLC-prevleko prekr. orodje, ki je pri suhi obdelavi utrpelo le minimalno drsno obrabo, razpok pa nismo opazili. Iz tega sledi, da je DLC-prevleka zmanjšala trenje med orodjem in kovino, zato so bile sile rezanja manjše, površina po fini obdelavi pa bolj gladka. Tako lahko za DLC-prevleko v primerih suhe obdelave pričakujemo odlično obrabno obstojnost. Podobne sklepe lahko najdemo v literaturi, npr. [1, 3]. Na orodjih, zaščitenih z DLC-prevleko, ni bilo nobene sledi drsne ali abrazijske obrabe pri mokri obdelavi (Slika 9d). Tako obnašanje je povezano z majhnim koeficientom trenja prevleke. Opazili pa smo vzporedne razpoke pravokotno na smer drsenja in tudi delno luščenje DLC-prevleke na prosti ploskvi v širini 30 μm, kakor kaže puščica na Sliki 9d. Tak tip razpok je značilen za obrabljene površine trdih PVD-prevlek, ko opravljamo obrabne preizkuse pri velikih obremenitvah [8]. Elektronska mikroskopija preseka prevleke je potrdila, da je tak tip razpok povezan s plastično deformacijo podlage. Z drugimi besedami, nastanek razpok v trdi prevleki je bil po-



Slika 9: SEM-posnetki, ki kažejo mehanizme obrabe rezilnega robu in stranske površine pri različnih pogojih rezanja

vezan z nezadostno mehansko podporo podlage. V tej raziskavi smo izmerili večjo silo rezanja pri mokrem kot pri suhem rezanju. Večja sila rezanja je povezana s tremi dejavniki: večja rezalna hitrost (vodi k večjim deformacijam pred rezilnim robom), uporaba hladilne tekočine (zmanjša učinek segrevanja) in velika trdnost zlitine Al7010. Tako smo razpoke v DLC-prevleki opazili pri mokrem in ne pri suhem rezanju. Toda treba je poudariti, da razpoke s Slike 9d ne kažejo na kakršno koli adhezijsko obrabo na meji podlaga-prevleka. Ravno nasprotno, na dobro adhezijo sklepamo iz SEM-analize, saj nismo opazili nobenega luščenja. Da bi odpravili problem nastajanja razpok v DLC-prevleki, bi morali povečati mehansko nosilnost podlage, kar bi dosegli s povečanjem trdote podlage.

### Sklep

Pokazali smo potencialno uporabnost rezalnih orodij, prekr. z DLC-prevleko, za obdelavo aluminijevih zlitin, in sicer za AlMg<sub>2,5</sub> in A7010 T7651 z veliko trdnostjo. Z DLC-prevleko prekr. rezalna orodja imajo pri obdelavi aluminijevih zlitin veliko prednosti.

1. V splošnem so pri DLC-prevleki rezalne sile manjše, izboljšana pa je tudi hrapavost površine obdelovancev.
2. DLC-prevleka ima tudi odlično odpornost proti sprijemanju aluminijskega med obdelavo.

Nadalje smo pokazali uporabnost te prevleke na rezalnih orodjih iz hitroreznega jekla. Pri frezanju pri velikih hitrostih aluminijeve zlitine za letalsko industrijo je prišlo pri neprekr. orodjih iz hitroreznega jekla do intenzivnega sprijemanja aluminijskega, tvorbe sprimkov in do izrazite drsne obrabe. Ko smo na orodja nanegli DLC-prevleko, sta se zelo zmanjšala sprijemanje aluminijskega in drsna abrazijska obraba, medtem ko smo se tvorbi sprimkov v celoti izognili. Na osnovi teh preizkusov pričakujemo, da bo DLC-prevleka povečala uporabnost suhe obdelave aluminijevih zlitin pri velikih hitrostih (HSM).

### Literatura

- 1 Lahers et al., Applicability of different hard coatings in dry milling of aluminium alloys. Surface and Coatings Technology, 1997, 91: 116-121.
- 2 Nakayama K in Arai M. Burr formation in metal cutting. Annals of CIRP, 1987, 36(1): 33-36.
- 3 Kim J D in Kang Y H. High speed machining of aluminium using diamond endmills. International Journal of Machine Tool and Manufacture, 1997, 37(8): 1155-1165.
- 4 Fukui H et al. Cutting performance of DLC coated tools in dry machining aluminium alloys. Surface and Coatings Technology, 187 (2004) 70-76.
- 5 Lahers M et al. Applicability of different hard coatings in dry milling aluminium alloys. Surface and Coatings Technology, 1997, 91: 116-121.
- 6 Van de Velde et al. Cutting applications of DLC, hard carbon and diamond films. Surface and Coatings Technology, 1999, 113: 80-85. ■

### Zahvala

Avtorji se za finančno podporo zahvaljujejo Evropski komisiji (GRD1-2001-40514/G5RD-CT2002-00672). Zahvaljujemo se tudi vsem partnerjem v projektu (SHU, MCL, Hydra Tools, Emuge Franken, Böhler, Eltropuls, Centro Ricerche Fiat in Airbus).

Posebno zahvalo namenjamo Martinu Stanleyju in Allisteru Reynishu za pomoč pri preizkusih.

# PVD-prevleke in trendi pri odrezavanju težko obdelovalnih materialov

**Dr. Christoph Gey,**

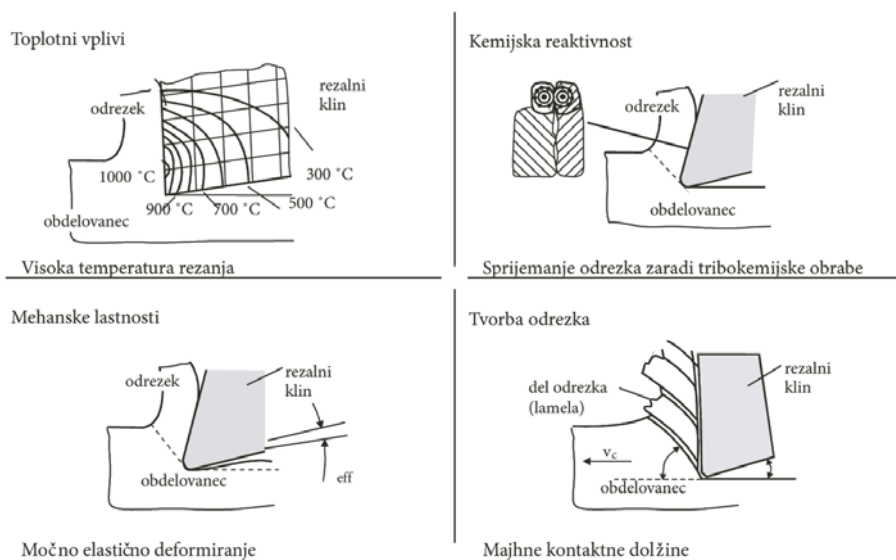
vodja razvoja prevlek za rezalna orodja  
Balzers GmbH, Avstrija

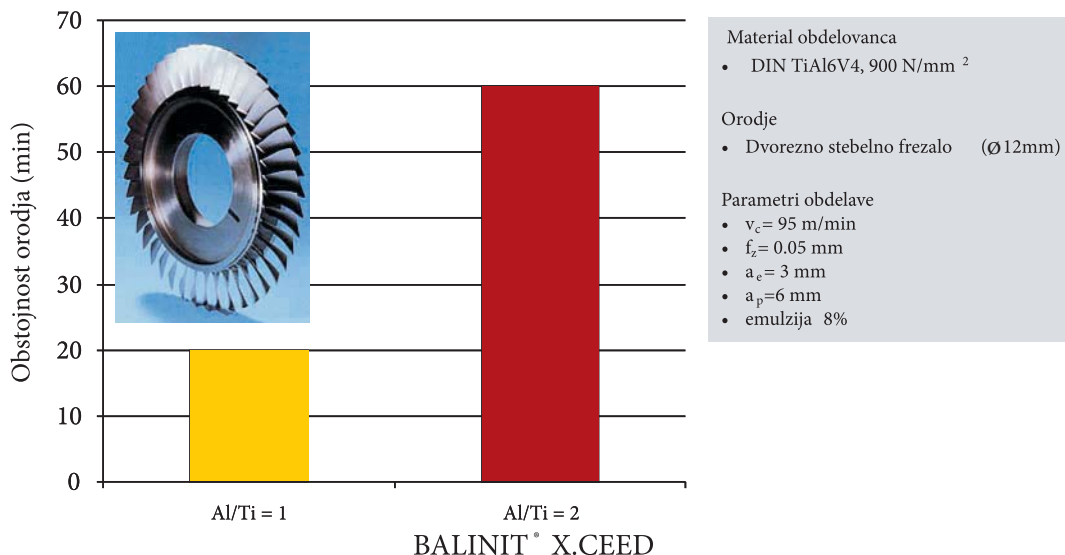
Trde PVD-prevleke se za povečanje obstojnosti orodij v industrijskem okolju uporabljajo že več kot 20 let. Postopki nanašanja so se v tem času stalno izboljševali in danes omogočajo ponovljivo ter zanesljivo nanašanje številnih sodobnih materialov. Bistveni prednosti PVD-postopkov (*Physical Vapour Deposition* – fizikalno nanašanje iz parne faze) sta velika izbira različnih postopkov in nizka temperatura nanašanja, ki ne vpliva na predhodno toplotno obdelavo prekrita orodja. Medtem ko je bilo včasih veliko povpraševanje po prevlekah s čim širšim spektrom uporabe, pa je današnji trend narediti posebne prevleke za individualno uporabo orodij. Današnji razvoj v kovinskopredelovalni industriji gre v smeri natančne specifikacije materialov in tudi v uporabo novih ali alternativnih materialov.

Dolgoročno napovedujejo prehod od obdelovanja klasičnih materialov na osnovi železa v smeri obdelave lahkih gradiv in izdelkov, s posebnimi orodji ter neposrednim oblikovanjem izdelkov. Da bi lahko tudi v prihodnje sledili zahtevam po spremembah v postopkih izdelave, se mora sočasno nadaljevati razvoj orodij in postopkov nanašanja prevlek oziroma obdelovalnih postopkov. Samo tako lahko materiale z izjemnimi mehanskimi in fizikalnimi lastnostmi še naprej ponovljivo ter ekonomično obdelujemo. Zlitine na osnovi titana in niklja so še posebej pomembni konstrukcijski ma-

teriali za letalsko in vesoljsko industrijo. Med uporabo so izpostavljeni velikim dinamičnim obremenitvam in visokim delovnim temperaturam. Poleg tega se titanove zlitine vedno pogosteje uporabljajo v kemijski in petrokemijski industriji, v energetiki in medicinski tehniki. V preteklih letih so razvili nove stroje z zmogljivimi rezalnimi orodji, ki omogočajo obdelavo titanovih zlitin in superzlitin. Tako danes z uporabo ustreznih zaščitnih prevlek dosegamo veliko povečanje produktivnosti. Zaradi mehanskih in fizikalnih lastnosti zaščitnih prevlek lahko pri obdelavi materialov,

Slika 1: Vpliv lastnosti oblikovanca iz zlitine TiAl6V4 na odrezavanje





Slika 2: Z novo prevleko lahko obstojnost orodij za grobo obdelavo titanovih zlitin povečamo za 300 %.

ki se z odrezovanjem težko obdelujejo, lažje dosežemo področje primernih rezalnih parametrov. Vzroki, ki preprečujejo delo pri višjih parametrih odrezavanja, so predvsem v visokih specifičnih obremenitvah na rezalnem robu. To lahko ponazorimo s primerom obdelave titanove zlitine (Slika 1).

### Nove prevleke zmanjšajo toplotne obremenitve

Toplotne obremenitve rezalnih orodij imajo pri obdelavi titanovih zlitin osrednji pomen. Vzrok za visoke temperature pri odrezavanju je majhna toplotna prevodnost materiala. Energija, ki se pri rezalnem procesu sprošča v obliki toplote, se preko odrezkov ne more dovolj učinkovito odvajati. Posledica so lokalna povečanja temperature, ki preko difuzijskih procesov in taljenja materiala obdelovanca povzročijo povečano sprejemanje le-tega na rezilo.

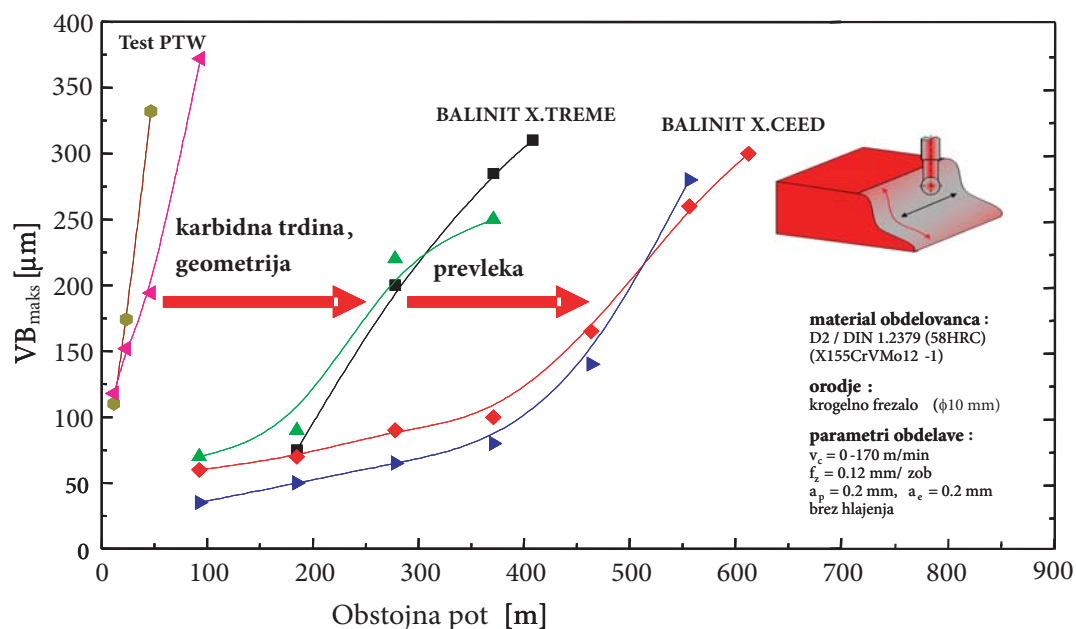
Poleg termičnih obremenitev rezalnega roba nastopajo tudi velike mehanske obremenitve. Vzrok za to je, da se titanove zlitine zaradi majhnega modula elastičnosti in visoke meje plastičnosti le malo plastično deformirajo. Nastajanje odrezkov v obliki lamel se izkaže kot neugodno, saj povzroči koncentracijo mehanskih in toplotnih obremenitev v neposred-

nem območju rezalnega roba. Da bi dosegli cenovno ugodno in učinkovito odrezovanje novih materialov, orodja vedno pogosteje prekrivamo s prevlekami, ki so posebej prirejene danim razmeram.

Sodobne prevleke lahko ugodno vplivajo na toplotne in mehanske obremenitve glede na razmere pri obrabi orodja. Visokozmogljiva prevleka BALINIT® X.CEED (trda prevleka na osnovi TiAlN), ki jo je razvil Balzers, z dobro kombinacijo lastnosti izboljša zmogljivost frezal pri fini in grobi obdelavi titana ter posebnih zlitin (Slika 2).

Velike tlačne notranje napetosti in nanokristalinična struktura prevleke zaradi nihanja temperature na rezalnem robu onemogočajo nastanek mikro-raspok pri visokih napetostih. Majhna toplotna prevodnost prevlek pomaga, da se toplotne razmere v stiku orodja z obdelovancem spremenijo. Velika trdota takih prevlek zelo zmanjša abrazijsko obrabo. Zaradi teh lastnosti lahko to prevleko uporabimo tudi na področju rezanja v trdo, saj ima prav za ta obdelovalni proces zahtevane značilnosti.

V procesu nastajanja odrezkov pri obdelavi kaljenih jekel pride zaradi prevladujoče rezalne sile do povečanja mehanskih obremenitev orodja. Toplo-



Slika 3: Konturno frezanje s krogelnim frezalom

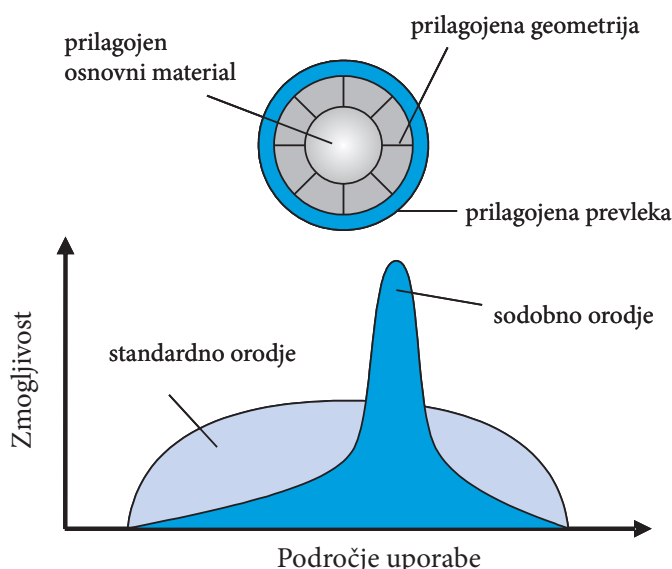
Balzers je vodilni svetovni ponudnik PVD-prevlek, ki zelo povečajo zmogljivost in obstojnost natančnih strojnih delov in orodij za obdelavo kovin ter umetnih mas. Prevleke z blagovno znamko BALINIT<sup>®</sup>, ki jih je razvil Balzers, so izjemno tanke, odlikuje jih trdota in odločilno zmanjšajo trenje ter obrabo. Balzers poleg tega razvija postopke, izdeluje in prodaja opremo in naprave ter ponuja prevleke preko dinamične mreže 60 centrov v Evropi, Ameriki in Aziji, ki nudijo storitev nanašanja PVD-prevlek.

produktivnosti pri obdelavi težkoobdelovanih materialov, npr. kaljena jekla. Če želimo v celoti izkoristiti zmogljivosti prevleke, moramo skrbno izbrati rezalni material, geometrijo rezalnega orodja in prevleko, poleg tega pa moramo tudi natančno poznati mehanske obrabe in obremenitev orodja (Slika 4).

Zaradi velike zanesljivosti v proizvodnji in zelo povečane obrabne obstojnosti je Balzersova prevleka odlična za avtomatizirano proizvodnjo. Omogoča, da lahko tudi dolge poti freziranja opravimo le z enim orodjem. S tem zmanjšamo število potrebnih zamenjav orodij, brez odstopanja od izbrane oblike; s tem tudi zmanjšamo obseg drage

dotatne obdelave. Primer iz prakse kaže, da je mogoča celovita obdelava v trdo konture vpenjalne glave iz materiala OCR12VM (D2, 1.2379, K 340), kaljenega na 62 HRC, s stebelnim frezalom iz masivne karbidne trdine, premera 6 mm, radija zaokrožitve robu 1 mm in šestimi rezili. Rezultat jasno kaže, da vodita povečana trdota in temperaturna obstojnost v izboljšano obrabno obstojnost in bolj enakomerno obrabo. Na ta način je

Slika 4: Današnja orodja so prilagojena zahtevam obdelave



tne obremenitve nastajajo pretežno zaradi trenja v stiku orodja z obdelovancem in zaradi velike hitrosti deformacije obdelovanca v rezalni coni. S prilaganjem vrste karbidne trdine in rezalne geometrije orodja ter z uporabo Balzersove prevleke na osnovi TiAlN lahko pri odrezovanju dosežemo veliko povečanje zmogljivosti orodij (Slika 3).

uporabniku na voljo želena gotovost procesa v avtomatizirani proizvodnji. To pomeni veliko povečanje produktivnosti in zanesljiv obdelovalni proces.

### Sklepi

- Za obdelavo titanovih in nikljevih zlitin potrebujemo orodja, zaščitena s specifično prevleko.
- Nove prevleke znižujejo termične in mehanske obremenitve rezalnih robov.
- Prevleka na osnovi TiAlN poveča obstojnost orodij pri obdelavi težkoobdelovalnih materialov. ■

### Količina odrezanega materiala na enoto časa se zelo poveča

Današnje prevleke omogočajo izjemno povečanje količine odrezanega materiala na enoto časa in s tem

## PVD-POSTOPKI

### Prekrivanje v vakuumu

Pri PVD-postopku se med nekajurnim procesom nanašanja nahajajo orodja v komori, v kateri po črpanju dosežemo vakuum  $10^{-6}$  mbar. Med nanašanjem v vakuumu dobimo zelo enakomerne čiste prevleke z dobro oprijemljivostjo brez uporabe okolju škodljivih snovi. Da bi dosegli optimalno kakovost prevleke, je pred šaržiranjem potrebno večstopenjsko čiščenje orodij v ultrazvoku. V napravi za nanašanje prevlek najprej orodja v vakuumu segrejemo, pri čemer lahko preostale nečistoče odparijo. Sledi jedkanje orodij z obstreljevanjem z argonovimi ioni, da dobimo kovinsko čisto površino. Takoj nato je prekrivanje. Pri ionskem prekrivanju uparimo kovinsko komponento prevleke (npr. titan) z nizkonapetostnim lokom. Pri prekrivanju z lokom material tarče uparimo z električnim lokom. Pri naprševanju nanese material za prekrivanje z obstreljevanjem kovinske površine z argonovimi ioni. Istočasno uvajamo reaktivni plin, ki vsebuje nekovinsko komponento trde prevleke (npr. dušik ali ogljik). Ionizirane delce kovine in plina nato z električnim poljem pospešimo proti orodjem, kjer kondenzirajo in tvorijo tanko ter kompaktno prevleko z želeno sestavo. Temperaturna obremenitev orodja je odvisna od vrste postopka in je med 200 in 500 °C.

# RHP 800

Zelo natančno visokohitrostno odrezavanje,  
3D merjenje, koordinatno brušenje.  
Linearni pogoni in hidrostatična vodila v vseh oseh

**röders**  
**TEC**

high tech is our business

## Tehnični podatki:

- delovno območje (mm)	800 x 750 x 500
- svetla višina (mm)	560 pri dolžini orodja in vpenjala 110 mm
- miza stroja (mm)	900 x 838, T-utori
- teža obdelovanca	maksimalno 800 kg
- podajanje	omejeno do 80.000 mm/min.
- vreteno	36 000 1/min., 17 kW, HSK E50 maksimalni premer orodja 20 mm, opcija 60 000 1/min., 10 kW, HSK E32
- menjalnik orodja	30 pozicij z laserjem za merjenje orodij
- teža stroja	16 t
- velikost stroja (mm)	3150 x 4100 x 3400



## Lastnosti:

- Visokohitrostno odrezavanje in koordinatno brušenje na enem stroju
- Enostavno programiranje operacij koordinatnega brušenja na stroju
- Tehnologija brušenja popolno integrirana s strojem (kontaktno merjenje abrazivnega dela orodja, vreteno za oblikovanje orodaja, olje za brušenje, gasilni sistem s CO<sub>2</sub> ...)
- Visoka natančnost stroja zaradi linearnih pogonov in hidrostatičnih vodil v vseh oseh
- Maksimalno podajanje in pospešek omejena, da dosežemo najvišjo mogočo natančnost
- Odlične drsne lastnosti v vseh oseh zaradi hidrostatičnih vodil
- Plavajoča protiutež v Z-osi
- Izjemno toga portalna izvedba stroja, teža približno 16 t
- Stroj podprt v treh točkah, hidravlične noge stroja
- Natančna kontrola vseh temperatur stroja: hladilne vode, olja za hidrostatično, olja za obdelavo, tekočin za hlajenje pogonov, posebnega hlajenja ohišja vretena in sekundarnih magnetnih delov
- Kabina popolno zaprta za zmanjšanje hrupa stroja; velika okna z varnostnim steklom, možnost nakladanja obdelovancev z dvigalom
- Infrardeče tipalo za pozicioniranje obdelovanca in 3D oblikovno merjenje obdelovanca
- Odstranjevanje odrezkov s pomočjo dveh vijačnic v zaboj za odrezke

**RIBAK**

RIBAK, d.o.o., PREDSTAVNIŠTVO

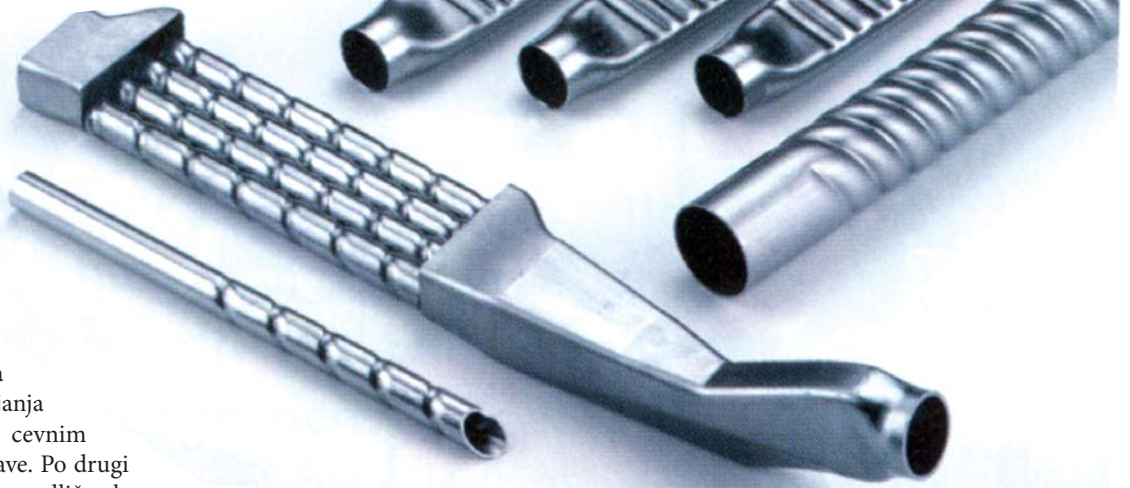
C. Andreja Bitenca 68 / 1000 Ljubljana / tel.: 01 510 83 78 / faks: 01 510 83 79 / e-pošta: info@ribak.si / www.ribak.si

# Cevi za ogrevalno tehniko

Podjetje HDE Solutions uporablja znanje s področja preoblikovanja z medijem pri visokih notranjih tlakih za izdelavo inovativnih cevastih rešitev za ogrevalno tehniko. Posebej velja omeniti cevi iz dveh kovin (bimetali) za kurišča z izboljšano toplotno prevodnostjo in korozijsko obstojnostjo, ki je združljiva s konvencionalnimi načini spajanja. Ena njihovih najnovejših inovacij je tudi poseben kolektor za solarno tehniko.

Pri izdelavi ogrevalnih teles, kjer dimni plini krožijo okrog cevi in voda potuje po njeni notranjosti, se je do zdaj pojavljalo vprašanje, kako združiti dobro toplotno prevodnost aluminija in njegovo slabšo korozijsko obstojnost notranje strani, kjer potuje voda. Poleg tega je treba paziti na možnost ustreznega spajanja toplotnega izmenjevalca s cevnim sistemom preostale napeljave. Po drugi strani je nerjavno jeklo, ki ima odlično korozijsko odpornost in zelo dobro varivost, zelo težko narebiti do te mere, ki jo zahteva visok prenos toplote izmenjevalca. Narebren toplotni izmenjevalec iz dveh ko-

vin združuje predstavljene pozitivne lastnosti obeh materialov – notranja stran je iz nerjavnega jekla, zunanja narebrena pa iz aluminija. Izdelavo izmenjevalca omogoča postopek preoblikovanja z medijem z visokimi notranjimi tlaki, t. i. hydroforming. Narebrena aluminijasta cev se natakne na nerjavno



cev, nato pa se obe vložita v orodje za hydroforming.

Notranjost nerjavne cevi se napolni z mešanico vode z oljno emulzijo, ki nato s 3000 bari združi obe cevi v enovito, toplotnoprovedno celoto.

Tudi obrnjeno delovno različico elementa za kondenzacijsko tehniko, kjer obliva ta izmenjevalec

zunaj voda in znotraj plin, so pri podjetju HDE Solutions izdelali s hydroformingom. T. i. vrtinčne cevi, pri katerih se toplotni izkoristek povečuje z vrtinčenjem fluida na oblikovnih vijačnicah, so dodale še funkcionalno izpopolnitev. S posebno obliko upočasnijo tok plina skozi cev, s čimer se poveča prenos toplote na celotni dolžini cevi. Po drugi strani se prek posebnih oblikovnih elementov odvaža nastajajoči kondenzat.

Podjetje HDE Solutions je tudi na področju solarne tehnike uporabilo hydroforming za inovativne rešitve pri izdelavi delov za sončne kolektorje. Tako so za izboljšanje toplotnega izkoristka razvili posebej oblikovano bakreno cev, ki pride posebno do izraza pri slabši osvetljenosti ogrevalnih elementov. Pri dvocevni kolektorju Duotec se sončna energija prek posebno oblikovanih sten cevi prenaša na ogrevalni medij. Pri tem se bakrene cevi s postopkom hydroforminga preoblikujejo tako, da so stekleni kolektorji popolnoma obdani. Pri tej t. i. suhi zvezi v kolektorjih se lahko bakrene cevi izmenjajo brez praznjenja samega solarne kroga. ■



# Z uporabo strokovnega znanja pri **razvoju rezalnih ploščic** iz volframovega karbida do optimizacije strojne obdelave

Rezalni material za strojno obdelavo številka ena je v tujini volframov karbid na osnovi kobalta. Največja prednost volframovega karbida je široko področje optimizacije, tako da se lahko uporablja za obdelavo skoraj vseh materialov. Oddelek za razvoj rezalnih materialov pri podjetju Walter AG je usmerjen v optimizacijo volframovega karbida in se pri tem delno opira na podatke uporabnikov. Raziskave in razvoj podjetja temeljijo na prepričanju, da so rezalne ploščice iz volframovega karbida brezpogojno najbolj univerzalna rezalna orodja.

## Univerzalnost volframovega karbida

Od štirih skupin trdih rezalnih materialov, ki se uporabljajo pri sodobni strojni obdelavi – rezalna keramika, kubično kristaliziran borov nitrid (CBN), polikristaliničen diamant (PKD) in vol-

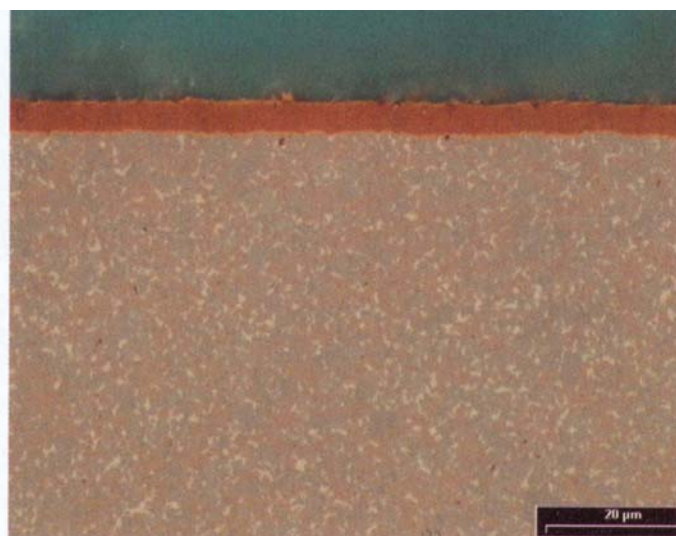
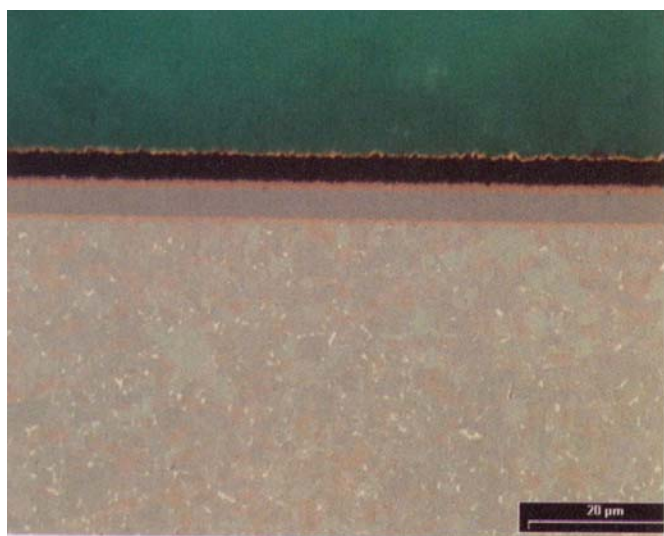
framov karbid – imajo prvi trije omejeno uporabnost, medtem ko se z volframovim karbidom lahko ekonomično obdeluje celoten spekter kovinskih materialov. Uporablja se za obdelavo litega železa, neželezne kovine, jekla, nerjavnega jekla in zlitin, ki se težko obdelujejo. To je mogoče zaradi številnih dejavnikov za optimizacijo, ključni med njimi pa so tip substrata, prevleka ter mikro- in makrogeometrija. Temperaturna odpornost prevleke se lahko na primer optimizira tako, da konkurira keramiki iz silicijevega nitrida pri obdelavi litega železa. To področje je namreč rezervirano za rezalno keramiko.

## Visokotemperaturne CVD-prevleke

Najpomembnejša spremenljivka, ki vpliva na učinkovitost volframovega karbida, je prevle-

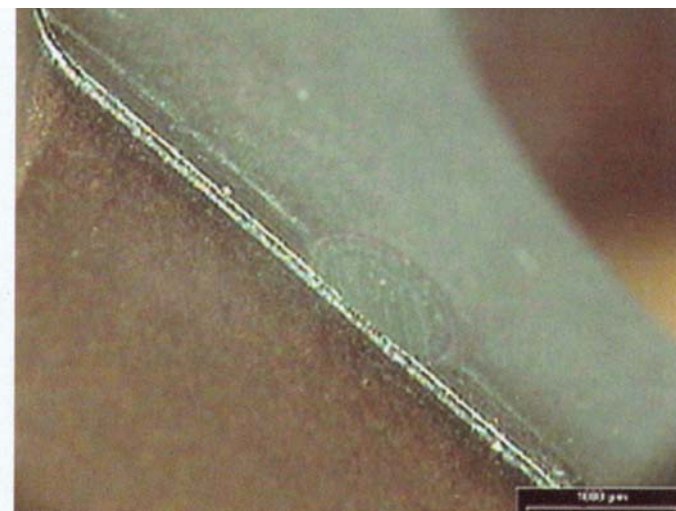
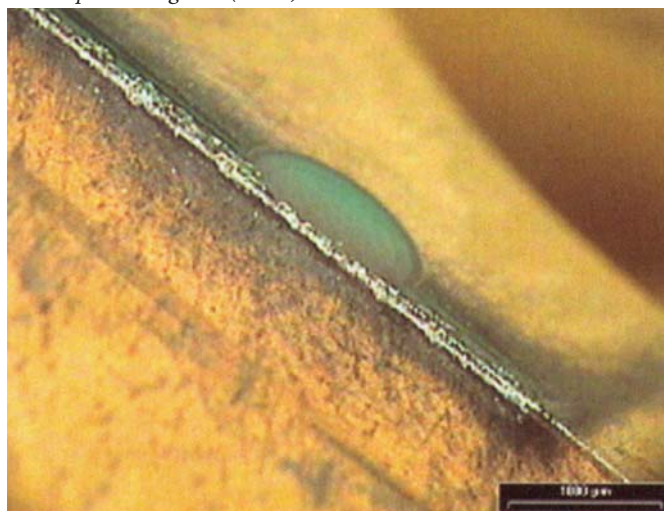
ka, ki je nanešena kemično (CVD) oz. fizično (PVD). Podjetje Walter se je usmerilo na CVD-metodo, s katero izdelujejo debele, proti obrabi odporne prevleke z zelo dobro kemično obstojnostjo pri visokih temperaturah.

Večina CVD-prevlek je sestavljenih iz aluminijevega oksida ( $Al_2O_3$ ) in titanovega karbonitrida (TiCN). Podjetje Walter je bil pionir na področju nanosov titanovega karbonitrida pri srednje visokih temperaturah, kar je zdaj uveljavljen standard. Podjetje rešuje težave z adhezivnostjo prevleke s patentiranim vmesnim slojem, ki se nahaja med TiCN in  $Al_2O_3$ . Prav tako prilagodi površino rezalnega materiala ploščic glede na obdelovani material in daje prednost alfa  $Al_2O_3$ , ki ima posebno temperaturno odpornost.



Debelina CVD-prevleke (levo) znaša 5–20 µm, medtem ko je debelina PVD-prevleke (desno) s približno 2000 sloji 3–5 µm.

Mikropoškodbe nastanejo na rezalnem robu (levo) pri rezkanju litega železa z orodjem s trdo prevleko, kar pa se ne zgodi pri obdelani neprevlečeni rezalni ploščici Tigertec (desno).



## Strojna obdelava litega železa

Obdelava litega železa, tako pri rezkanju kot pri struženju, je domena indeksiranih rezalnih ploščic CVD. Prispevek podjetja Walter so ploščice Tigertec, ki imajo obdelane, vendar ne trdo prevlečene cepilne ploskve. Raziskave so namreč pokazale, da ta konfiguracija poveča rezalno učinkovitost pri odrezavanju železove litine tako, da zmanjša tribološko-kemične in adhezivne obrabne procese. Na prevlečenem robu orodja se vidi obraba zaradi abrazivnosti, kar je prvi znak pri odkrivanju obrab na orodjih pri serijski proizvodnji.

Rezalne ploščice CVD, poimenovane Tigertec, posebno tiste z alfa  $Al_2O_3$ , omogočajo

odrezovanje pri rezalnih hitrostih, ki so enake kot pri rezalni keramiki. Vključno s prevleko se volframov karbid izkaže za cenovno ugodnejšega, posebno če upoštevamo dejstvo, da ga je mogoče uporabiti za obdelavo skoraj vsakega materiala.

## Optimizacija odrezovanja jekla

Poskusi pri podjetju Walter AG so pokazali, da se lahko značilnosti ploščic Tigertec, ki so ugodne za obdelavo železove litine, prenesejo tudi na obdelavo jekel. Rezalna materiala CVD (WKP25 in WKP35) serije Xtratec omogočata dolgo življenjsko dobo pri visokohitrostnem rezkanju jekel. Primerna sta za suho in mokro obdelavo.

Raziskave so tudi pokazale, da so pri nižjih hitrostih rezkanja PVD-prevleke zaradi boljše žilavosti boljše od CVD-prevlek. Materiala WXP45 in WXM35 serije Xtratec sta najprimernejša.

Razvoj pri podjetju Walter AG tako hitro napreduje. Trenutno so v raziskavi bolj kompleksne geometrije, novi materiali za prevleke in kombinacije plasti ter nove tehnologije za izdelavo prevlek. ■

[www.walter-ag.de](http://www.walter-ag.de)

# Prilagodljiv visokohitrostni rezkalni stroj izpolnjuje začetno vizijo, tako da ponuja visoko zmogljivost ob uporabi treh oz. petih osi

V podjetju OMV S.r.l. so za konstrukcijo in izdelavo visokohitrostnega rezkalnega stroja Estrema uporabili metodo končnih elementov, tako da je nekoč futurističen koncept z linearnimi motorji in 3 + 2 osema postal resničnost. Prilagodljiv stroj je primeren za izdelavo orodij, grafitnih elektrod, aeronavtičnih in avtomobilskih izdelkov ter mnogo drugih različnih izdelkov. Odrpna portalna izvedba v obliki črke L omogoča, da je operater vedno obrnjen proti stroju. Poleg te patentirane izvedbe so drugi omembe vredni elementi še linearni motorji in dvostranska delovna postaja.

Premični deli stroja so lahki, konstrukcija pa je izvedena tako, da je togost optimizirana. Osnova je iz elektrolotanega jekla jamičaste strukture z nizom podstavkov, ki podpirajo delovno površino. Te lastnosti pripomorejo k izjemni dinamični kakovosti. Fiksno delovno mizo za čelno obdelavo velikosti 2900 x 1200 mm dopolnjuje še z vodo hlajena rotirajoča nagibna miza za stransko obdelavo, ki je na voljo v premerih 600, 800 in 1000 mm.

V Estremi sta praktično dva stroja v enem, saj omogoča tako tri- kot petosno obdelavo dveh strani obdelovanca tako med grobo kot med fino obdelavo. Osnovne osi X, Y in Z so opremljene s sedmimi, petimi in šestimi zračno hlajenimi, mazanimi valjčnimi coklami, ki omogočajo pomike 1600, 1000 in 700 mm. Poganjajo jih energijsko učinkoviti Ete- lovi linearni motorji, ki omogočajo hitre pomike do 120 m/min. in največji pospešek 2 G. Nagibajoča se miza, gnana z motorjem in neposrednim prenosom, dosega hitrost vrte-

nja 120 obratov na minuto na rotirajoči osi A (premer mize 800 mm) in 60 obratov na minuto za nagibajočo se os B. Največji mogoči pospeški so  $4000^\circ/s^2$  pri obremenitvi 100 kg in  $1000^\circ/s^2$  pri obremenitvi 800 kg.

Vsaka Estrema je opremljena z električnim vretenom, narejenim v domači proizvodnji. V stroj se lahko vgradijo številna vretena z različnimi glavami in z močjo do 28 kW. Patentirana značilnost teh vreten je odstranljiv sprednji del vretena za lažjo zamenjavo izrabljenih krogičnih ležajev. Mazanje vretena je zasnovano na oljno-zračnem sistemu. Na orodni vpenjalni sistem je nameščen konus Nikken NC5-46, ki omogoča delo pri največ-

jih mogočih hitrostih brez balansiranja. Namestijo se lahko tudi konusi ISO in HSK.

Da bi se izognili nepopravljivi škodi na vretenu, je na os Z nameščena hidravlična blokirna naprava. Podobne električne enote so nameščene še na osi X in Y. Vsa vodila na oseh so nameščena pod kotom  $45^\circ$  glede na pogon, tako da so drsne sani čim manjše. Vreteno na osi Z je namesto iz jekla narejeno iz lahkega certala in je nameščeno pod kotom  $45^\circ$  glede na primarni motor. Konstrukcija iz certala omogoča večjo odpornost in visoke frekvence (do 90 Hz). ■

[www.omv-bs.it](http://www.omv-bs.it)







- Strokovni in znanstveni prispevki
- Iz prakse za prakso
- Ventil na obisku
- Novice - zanimivosti
- Aktualno iz industrije - novosti na trgu
- Podjetja predstavljajo
- Ali ste vedeli

Spoštovani!

Revija Ventil izhaja že dvanajsto leto in je edina specializirana strokovna serijska publikacija v slovenskem jeziku za področja fluidne tehnike, avtomatizacije in mehatronike. Na Ventil je naročenih oziroma ga prejema brezplačno preko tisoč strokovnjakov in vodilnih ljudi v podjetjih in ustanovah s področja strojne, elektro, kemijske, farmacevtske in živilskopredelovalne industrije. Hkrati prejema revijo več kot sto knjižnic po Sloveniji in prav toliko podjetij, inštitucij in knjižnic izven nje. Revijo je moč dobiti na oddelku strokovne literature v knjigarni Mladinske knjige, več tekočih informacij o njej pa je na voljo na njeni spletni strani ([www.fs.uni-lj.si/ventil](http://www.fs.uni-lj.si/ventil)). Revija je prisotna tudi na pomembnih dogodkih, kot so posveti, konference, strokovna srečanja in strokovni sejmi, kjer sodeluje kot medijski sponzor ali soorganizator. Izdajatelj revije je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, pri njenem vsebinskem oblikovanju pa sodelujejo poleg članov znanstveno-strokovnega sveta tudi drugi priznani strokovnjaki tako iz univerz, inštitutov kot iz industrije. Revija je tudi skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno tehniko (SDFT) in Fluidne tehnike pri Zdrženju kovinske industrije Gospodarske zbornice Slovenije, aktivno pa sodeluje tudi z Društvom avtomatikov Slovenije (DAS).

Ime Ventil je nastalo v času, ko je bila revija še bilten društva SDFT, zato je danes ne smemo soditi samo po tem, pač pa predvsem po vsebini. Ime želimo ohraniti tudi v bodoče, saj smo prepričani, da se je do sedaj Ventil že dokazal z izbrano vsebino in doseženimi cilji.

Vsebinsko želi revija v bodoče postati še bolj razpoznavna na širšem področju avtomatizacije, ki je neločljivo povezana tako s fluidno tehniko kot z mehatroniko, hkrati pa se držati svoje poti h glavnemu cilju, ki je posredovanje informacij iz prakse v teorijo in obratno, ter pri tem skrbeti tudi za ustrezno terminološko raven. Zavedamo se, da je danes ta povezava zamegljena in nekje med črnim in belim, zato želimo prispevati svoj delež k temu, da iz te sivine naredimo sodelovanje med raziskovalno in razvojno dejavnostjo ter industrijo v živahnih in konstruktivnih barvah.

Če želimo, da bo ta družba inovativna, potem moramo to postati tudi sami. Koliko je lahko strokovna revija sama po sebi inovativna oziroma da vsaj posreduje inovativnost drugim, bo pokazal čas, vsekakor pa lahko pri tem sodelujete tudi vi, tako s prispevki kot z oglasi. Saj ni potrebno, da je oblika sporočila inovativna, za prihodnost je bolj pomembno, da je inovativna vsebina.

Uredništvo



**Več o reviji na spletni strani**

[www.fs.uni-lj.si/ventil](http://www.fs.uni-lj.si/ventil)

# Vrhunski termoplasti – polisulfoni (PSU, PES, PPSU)

**Boštjan Berginc, Matjaž Rot**

Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

Foto: BASF, Solvay



## Proizvajalci in trg

Polisulfoni so amorfni polimeri in spadajo v skupino visokozmogljivih termoplastov. Trenutno so na trgu trije različni sulfonpolimeri: polisulfon (PSU), polietersulfon (PES) in polifenilensulfon (PPSU). Najbolj znana proizvajalca polisulfonov sta nemški BASF (PES – Ultrason E in PSU – Ultrason S) in belgijski Solvay (PSU – Udel, PESU – Radel A in PPSU – Radel R), na azijskem trgu pa Sumitomo Chemical (Japonska)

in Gharda chemical (Indija). Leta 2003 se je poraba polisulfonov dvignila na 25000 ton, od tega je dve tretjini PSU in PPSU, drugo pa pokriva PES, le da predstavlja dražji PPSU najmanjši delež v celotni skupini polisulfonov. Polimeri, odporni na visoke temperature, se uporabljajo za aplikacije v elektriki/elektroniki (23 %), avtomobilski industriji (15 %), medicini (17 %), letalski/vojaški industriji (13 %), prehrabeni industriji (13 %), za vodovodne inštalacije in sanitarije (7 %) ter v gradbeništvu (9 %). Nadpovprečna rast je predvsem v medicini, medtem ko se v elektriki polisulfone (zaradi cenovnih

pritisikov) zamenjuje s cenejšimi polimeri, tako da tukaj rast porabe ni tako izrazita.

## Lastnosti

Največja odlika polisulfonov so zelo dobre mehanske lastnosti tudi pri višjih temperaturah. V primerjavi z drugimi tehničnimi termoplasti (PA, PC itd.) se jim s povišanjem temperature lastnosti ne spreminjajo tako izrazito. Ojačani polisulfoni (steklena vlakna) imajo še boljše mehanske lastnosti, zaradi majhnega vpijanja vlage pa so dimenzijsko zelo stabilni.

## Glavne značilnosti polisulfonov so:

- toplotna odpornost proti staranju,
- dobre mehanske lastnosti v intervalu od – 50 do 180 °C (PSU) in nad 220 °C (PES),
- majhna nagnjenost k lezenju in velika dimenzijska stabilnost (nizek in temperaturno skoraj neodvisen temperaturni raztezni koeficient),
- dobra kemična odpornost na kisline in

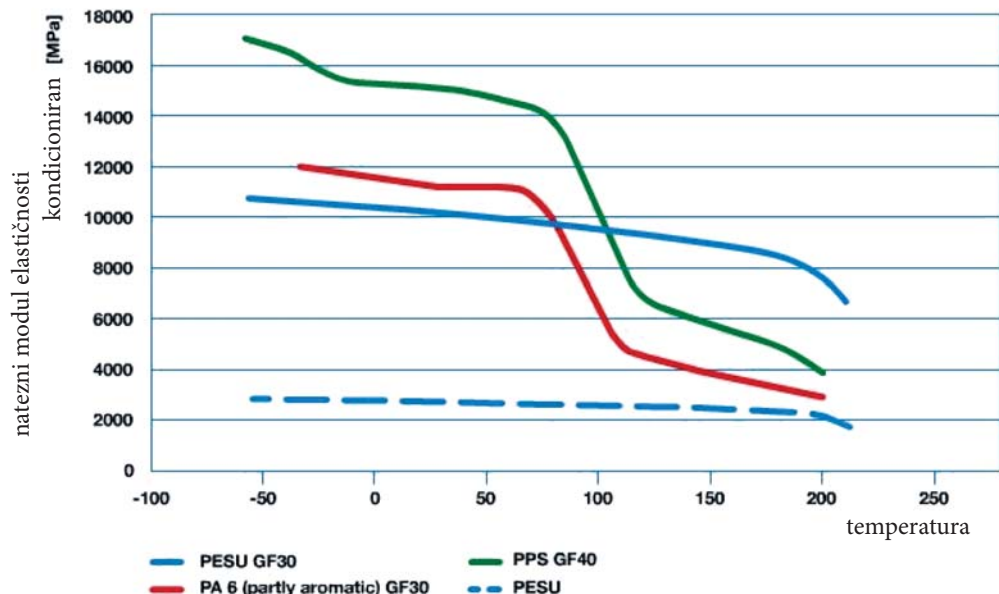
Preglednica: Glavne lastnosti PES, PSU, PPSU

Lastnosti	PES	PSU	PPSU
Natezna trdnost	83–126 MPa	70–107 MPa	70–120 MPa
Modul elastičnosti	2,6–8,6 GPa	2,5–8,7 GPa	2,3–9,2 GPa
Temperatura zadrževanja oblike	0,45 MPa	214–220 °C	/
	1,85 MPa	204–216 °C	174–181 °C
Izod – udarna žilavost	z zarezo	59–85 J/m	50–70 J/m
	brez zareze	530 * b. p.* J/m	477 * b. p.* J/m
Absorpcija vode	24 h	0,3–0,5 %	0,1–0,3 %
	30 dni	0,9–1,8 %	0,2–0,5 %
	Gorljivost	V–0	HB, V–1
	Skrček	0,1**–0,9 %	0,1**–0,9 %

\* brez preloma, \*\* steklena vlakna



Mehanske lastnosti v odvisnosti od temperature



- baze ter hidrolizo,
- možnost sterilizacije z več metodami,
- transparentnost (rahla rumena obarvanost),
- dobra odpornost proti gorenju (pri gorenju ne nastajajo plini in dim),
- biokompatibilnost,
- visoka temperatura predelave in
- visoka viskoznost taline (obstajajo tudi polisulfoni z nizko viskoznostjo).

PPSU ima tudi odpornost na tvorjenje razpok zaradi zunanjih vplivov in visokozarežno žilavost, ki je

bodite prvi.



## Napredno zabrizgavanje folij

- Brezvodilni stroj za dostop robota brez ovir
- Engel robot krmiljen neposredno iz stroja
- Avtomatizirana serijska proizvodnja s stolpičenjem in zlaganjem
- Izdelava kosov z visoko fleksibilnostjo



## TOOL-TEMP

Temperirne naprave z izjemno zanesljivim delovanjem za predelavo plastike, gume in za tlačni liv.

Hladilne naprave za zaprte vodne tokokroge.

**Lesnik** d.o.o.

Zgornje Bitnje 100a, 4209 Žabnica  
 tel.: 04 2315 330, fax: 04 2315 331  
 www.lesnik.si e-pošta: office@lesnik.si

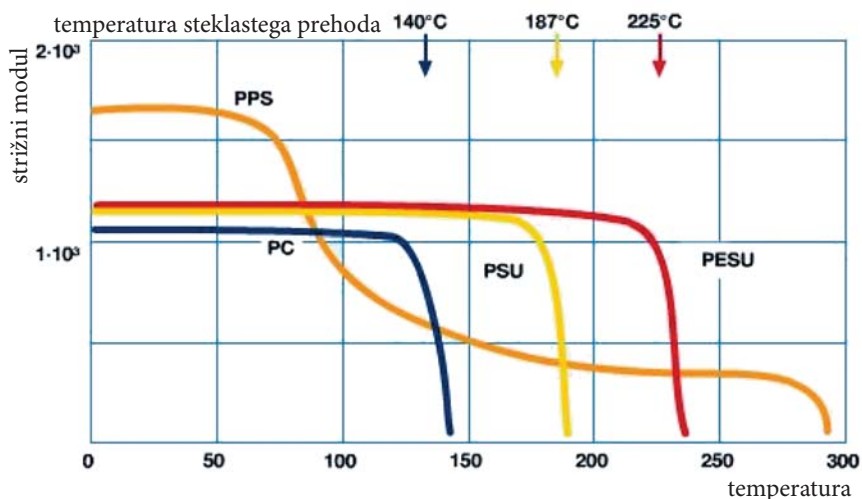


značilna za polikarbonate. PES se v primerjavi s PSU uporablja za tiste aplikacije, kjer je potrebna večja temperaturna odpornost, odpornost na nepolarna topila in kemikalije (masti, gorivo), večja odpornost proti gorenju, in kjer so zahtevane boljše mehanske lastnosti.

Čeprav je splošna sinteza za izdelavo osnovnega polimera pri vseh proizvajalcih zelo podobna, proizvodni detajli povzročijo razliko v barvi, temperaturnem obnašanju, hidrolizi, porazdelitvi molekulske mase in v morfologiji. Zadnja leta razvoj na področju polisulfonov ni temeljil na izdelavi strukturno popolnoma novih materialov, ampak na izboljšanju lastnosti obstoječih:

- optičnih lastnostih (transparentnost, notranja obarvanost, UV-stabilnost),
- proizvodnih lastnostih (izboljšanje snemanja izdelka iz orodja),
- porazdelitvi molekulske mase,
- morfologiji in čistosti granulata ter
- viskoznosti.

Strižni modul v odvisnosti od temperature



Za polisulfone je značilna rahlo rumena obarvanost, ki pa je pri nekaterih posebnih polisulfonih danes več ni. Današnji materiali z izboljšanimi optičnimi lastnostmi se uporabljajo za izdelavo optičnih vlaken ali za komponente v upogljivih prikazovalnikih (LCD- in OLED-prikazovalniki).

Polisulfoni so amorfni materiali, kar pomeni, da je naknadno krčenje zaradi odsotnosti kristalizacije zelo majhno. Če je temperatura po celotnem orodju enakomerna, je tudi zvijanje izdelkov zanemarljivo majhno. Zaradi anizotropičnega krčenja je zvijanje s steklenimi vlakni ojačanega materiala nekoliko večje.

### Predelava

Za predelavo polisulfonov se največkrat uporablja tehnologija brizganja, uporabljajo pa se tudi druge tehnologije, npr.: ekstrudiranje (cevi, plošče, palice), pihanje (steklenice za dojenčke), ekstruzijsko pihanje, termoformiranje, pihanje folij. Lahko se jih tudi vari (ultrazvočno, lasersko, vibracijsko), lepi (adhezivna sredstva na osnovi poliuretana, akrilata in silikona), lasersko jedka, metalizira, nanje se lahko piše, tiska itd.

Polisulfoni in polietersulfoni lahko vlago zelo hitro absorbirajo. Že zelo majhna vsebnost vode v granulatu (0,05 %) lahko povzroči izmet. Zato je treba te materiale pred predelavo posušiti, tako da je vsebnost vode manjša od 0,02 %, za ekstruzijo pa približno 0,01 %. Za sušenje so najprimernejše vakuumске peči oz. peči na vroči zrak. Za optimalno sušenje mora biti temperatura od 130 do 150 °C, čas pa od 3 do 4 ure. Čas sušenja je lahko tudi krajši: od 2 do 2,5 ure, vendar morajo biti tudi temperature višje od 165 do 177 °C.

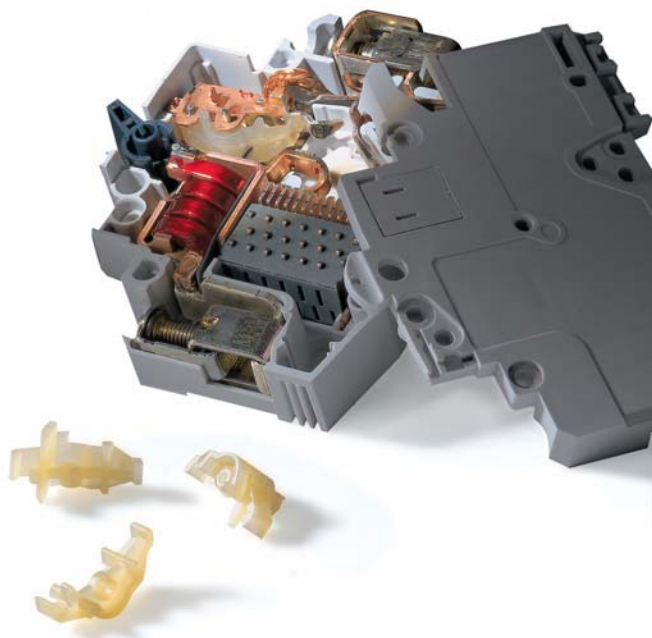
Za brizganje polisulfonov se lahko uporabljajo šobe odprtega in zaprtega tipa, vendar so odprte šobe zaradi hitrejših zamenjav primernejše. Uporabljajo se lahko tudi toplokanalni sistemi, vendar je priporočljivo posvetovanje z dobavitelji o primerni izbiri sistema. Za s steklenimi vlakni ojačane materiale se priporoča uporaba bimetalnih oz. proti obrabi utrjenih brizgalnih enot.

Zaradi visokih temperatur orodja in taline je za dolgo življenjsko dobo orodja izbira pravih materialov za orodja ključnega pomena. Visoka temperatura taline lahko vpliva na dimenzijske spremembe orodja in na sestavo jekla. Dobri rezultati so bili doseženi z visokolegiranimi jekli za delo v vročem 1.2343 in 1.2344 (G-X 38 CrMo V 51 in X 40 CrMo V 51).

Polisulfoni so temperaturno zelo odporni in stabilni materiali (mehanske lastnosti se skoraj ne spremenijo), zato se jih lahko melje, regenerat pa se meša z originalnim granulatom. Razmerje naj bo do 25 % mletega materiala, kar pa je seveda odvisno od vrste izdelka (optične lastnosti, čistost).

### Parametri pri brizganju

Temperatura materiala pri brizganju (pihanju) je navadno od 330 do 390 °C, pri ekstrudiranju (ekstruzijsko pihanje) so temperature po navadi od 300 do 350 °C (Ultrason, Udel), za materiale Radel pa od 343 do



Priporočajo se odzračevalni kanali, dolžine 2–3 mm, z največjo globino do 0,08 mm.

### Aplikacije

Dobre lastnosti dopuščajo zamenjavo materialov, kot so kovine, steklo ali duroplasti. V avtomobilu se PES uporablja za dele oljne črpalke, dele menjalnika, ventile, konektorje, dele žarometov (ohišje – redko, reflektor). V avtomobilskih žarometih so temperature zelo visoke, zahtevane tolerance pa zelo ozke, zato se za izdelavo reflektorja ne smejo uporabljati delnokristalinični materiali, ampak samo duroplasti, pločevina (pri temperaturah višjih od 220 °C) in visokotemperaturno odporni (HT) neojačani amorfni termoplasti (PC-HT, PEI, PSU, PES). PES je odporen na ogljikovodike (gorivo) in lubrikante, poleg tega pa ima zelo visoko

400 °C. Temperaturam, višjim od 393 °C, se je treba izogibati. Čas zadrževanja taline v cilindru zelo vpliva na kakovost izdelkov, saj se material v primeru predolgega zadrževanja lahko razbarva, pojavijo se črne pike ali pa se celo zažge. Priporočljiv čas zadrževanja za polisulfone je največ 5–10 minut, v skrajnih primerih tudi do 20 minut. Če se pri predelavi pričakujejo daljši zastoji, je treba grelce izključiti, pri krajših zastojih pa je dovolj, da se temperatura grelcev zniža za 100 °C. V takih primerih je treba polž premakniti do konca naprej, tako da pred njim ni brizgalne blazinice. Temperatura orodja pri brizganju mora biti visoka (120–190 °C) in je odvisna predvsem od vrste materiala, dolžine poti tečenja, estetskih zahtev in debeline sten izdelkov.

temperaturo držanja oblike (HDT). Zaradi velike afinitete teh materialov do kovin je mogoče brizgane izdelke brez predhodne obdelave metalizirati z naparevanjem, s plazemskim CVD-postopkom in naprševanjem. Čeprav je PES dražji od duroplastov, se ta slabost zaradi preprostejšega procesa predelave lahko izniči. Vmesni koraki (odstranjevanje filma, čiščenje površine, sušenje, priprava površine in nanašanje prevlek), ki so potrebni pri duroplastih, tukaj namreč odpadejo.

Za lepo površino mora biti hitrost brizganja čim višja, hkrati pa mora biti orodje tudi dobro odzračevano. Drugi razlog, zakaj mora biti hitrost brizganja čim višja, je visoka viskoznost, kar pomeni, da material težko teče in se lahko strdi, preden zalije celotno kalupno votlino. Parametri brizganja morajo biti pravilno izbrani, saj se vsaka napaka pri brizganju pozna na površini izdelka (lise). Nekatere napake oz. težave pri predelavi se lahko pojavijo že zaradi odstopanj med posameznimi šaržami dobavitelja.

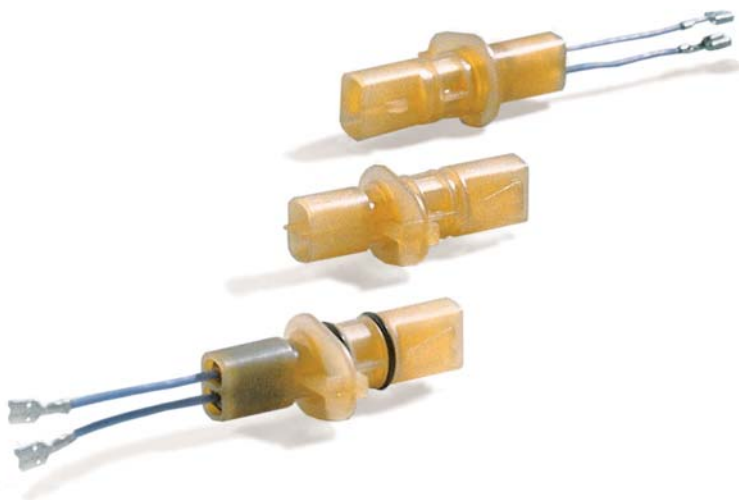
S steklenimi vlakni ojačan PES ima zelo dobro temperaturno odpornost in visoko dimenzijsko stabilnost, tako da je lahko v neposrednem stiku z vročim motornim oljem. Dodatne prednosti so še dobre mehanske in tribološke lastnosti pri povišanih temperaturah.

Snemalni kot za PSU je navadno od 0,5 do 1°, za PPSU in PES od 1 do 2°, za ojačane termoplaste pa so zaradi manjšega skrčka priporočljivi večji koti. Temperature pri snemanju so visoke, zato mora biti oprema za rokovanje z izdelki (npr. prijemala, tekoči trakovi itd.) odporna na take temperature. Nekatere ločevalna sredstva za lažje snemanje izdelkov z orodja lahko povzročajo napetostne razpoke. Sredstva, ki se uporabljajo za polikarbonate (PC), se lahko uporabljajo tudi za polisulfone, vendar je potrebno predhodno testiranje.

Perspektivno področje, kjer bi lahko prišle do izraza dobre lastnosti polisulfonov, so sanitarije in vodovodne napeljave. Njihova odpornost na hidrolizo, klor, nalaganje kalcija, biokompatibilnost in odsotnost toksične nevarnosti pri stiku z vročo vodo so glavne prednosti teh materialov. Poleg dobrih mehanskih lastnosti pa se vedno več pozornosti posveča videzu in estetiki proizvodov. Eno od področij, kjer je to pomembno, je tudi medicina. Ugotovljeno je

Kot je značilno za druge termoplaste, je treba tudi pri brizganju polisulfonov zagotoviti pravilno odzračevanje orodja. Slabo odzračevanje lahko pri predelavi teh termoplastov povzroči veliko težav.





bilu, da visoka čistost (prozornost) in žive čiste barve boljše vplivajo na počutje pacientov in delo bolniškega osebja. Osnovni polisulfoni so rahlo rumenkasto obarvani in kot taki so se v medicini vedno manj uporabljali. Zato so proizvajalci že leta 2004 poslali na trg visokoprozorne polisulfone, ki so prijetnejši na pogled. V medicini se PSU uporablja za izdelavo naprav, ki so velikokrat podvržene sterilizaciji. PSU in PPSU se lahko večkrat (približno 100–1000-krat) sterilizira s paro pri temperaturi 134 °C, mehanske lastnosti pa se ob tem minimalno poslabšajo.

PPSU se v letalski industriji zaradi dobrih samogasnih lastnosti v povezavi z minimalno količino dima

uporablja že 15 let. V ta namen so bili razviti posebni sulfonpolimeri (serija Radel R-7000).

### Zaključek

Polisulfoni so torej vrhunski termoplasti, ki se uporabljajo samo za posebne namene, kjer se pričakujejo visoke temperature in veliko odstopanje dimenzij ter kjer poslabšanje mehanskih lastnosti ni dopustno. Temu primerna je tudi cena materiala, ki je od 15 evrov na kilogram dalje. Zaradi visoke temperature tališča in visoke viskoznosti je tudi temperatura predelave in orodja visoka, kar povzroča dodatne težave v proizvodnji. Poleg tega morajo biti polisulfoni obvezno sušeni, saj so drugače izdelki krhki in estetsko neustrezni.

## TECOS seminarji

V času od 15. 2. do 15. 4. 2006 objavljamo na TECOS-u naslednje seminarje. Če se ne bo prijavi dovolj kandidatov za posamezno temo, si pridružujemo pravico do odpovedi seminarja, vse že prijavljene kandidate pa bomo o tem pravočasno obvestili. Razpisane imamo naslednje teme:

Na področju PROIZVODNJE ORODIJ	
23. februar	Postopki predelave magnezija – <i>Investment Casting</i> (seminar bo potekal v angleščini)
9. marec	<i>Cost Engineering</i> (seminar bo potekal v angleščini)
16. marec	Uporaba laserjev v orodjarstvu
23. marec	Obdelava v trdo – prednosti in slabosti
30. marec	Programiranje CNC-strojov
6. april	Novosti na postopkih tlačnega litja
13. april	Rezilna orodja – lastnosti

Imena predavateljev bodo objavljena vsaj en teden pred začetkom seminarja na TECOS-ovih spletnih straneh [www.tecos.si](http://www.tecos.si), kjer so dostopne tudi vse podrobnejše informacije o cenah in načinu prijave. Kot je že znano, imajo naši člani še dodatne popuste, prav tako pa upoštevamo 10-odstotni popust za vsakega naslednjega udeleženega iz istega podjetja. Vsi TECOS-ovi člani so pravočasno obveščeni o seminarju tudi po elektronski pošti.

Pomembno je še poudariti, da bomo v prvi polovici leta 2006 priznali 50-odstotni popust na vse objavljene cene, in sicer zaradi uspešnega kandidiranja TECOS-a na programu subvencij tehnoloških centrov, ki je bil objavljen na MVZT. ■



50 years of ARBURG  
injection moulding machines



50 let konstantnih inovacij in izboljšav je osupljivo dejanje. Od prve proizvedene enote, ročno vodenih batnih brizgalk in vse do ALLROUNDER A brizgalk, ki so lahko po želji izdelane v popolnoma električne in zelo specifične stroje. Med tema dvema mejnikoma leži veliko število tehničnih dosežkov v zgodovini injekcijskega brizganja, kot so več-komponentno brizganje, ALLROUNDER in VARIO koncept in grafični kontrolni sistem SELOGICA. Vse ARBURG-ove ideje so zasnovane na podlagi ekonomskih in tehnoloških potreb kupca.

Kot smo že rekli: bilo je zelo dolgo obdobje in izjemno uspešno. Najlepša vam hvala da ste to pot prepotovali z nami.

EINE  
**ARBURG**  
SPRITZGUSS MASCHINE  
*Keine*  
BOHR MASCHINE



**ARBURG GmbH + Co KG**  
Postfach 11 09 · 72286 Lossburg  
Tel.: +49 (0) 74 46 33-0  
Fax: +49 (0) 74 46 33 33 65  
e-mail: [contact@arburg.com](mailto:contact@arburg.com)

**ARBURG**

|(SI) TERA d.o.o. Tolmin · Volče 138a · SI / 5220 Tolmin · Tel.: +386 (0) 5 38 00 300 · Fax: +386 (0) 5 38 00 311 · [info@tera.si](mailto:info@tera.si) · [www.tera.si](http://www.tera.si) |

# Pol stoletja brizgalnih strojev ARBURG

## Primer nemškega gospodarskega čudeža

Pred petdesetimi leti, torej leta 1956, je družba Arburg v severnem predelu Schwarzvalda v Nemčiji začela serijsko izdelovati brizgalne stroje. Tako v letu 2006 Arburg skupaj s podružnicami, zastopniki in trgovskimi družabniki v sedemdesetih državah sveta praznuje 50-letnico izdelovanja brizgalnih strojev ARBURG.

Slovesnosti in kampanje, s katerimi bo družba Arburg proslavljala svoj zlati jubilej, bodo potekali vse leto, v žarišču pa bo Arburgov sedež podjetja v Lossburgu. V Sloveniji je praznovanje potekalo na sedežu družbe TERA, d. o. o., v Tolminu, in sicer 14. februarja 2006.

### 1956–2006: Petdeset let brizgalnih strojev

Družinsko podjetje, ustanovljeno leta 1923, je pot današnje trgovske usmeritve, tj. izdelovanja strojev, ubralo leta 1954. Da bi izboljšali proizvodnjo naprav za slikanje z bliskavico, so pri družbi Arburg razvili ročno napravo za brizganje plastike. Na veliko povpraševanje trga so se že dve leti pozneje odzvali s serijsko proizvodnjo. Prodor na takrat še vedno nov trg brizganja plastike je bil

*Zadnja generacija brizgalnega stroja.*

zelo uspešen. Začetek serijske proizvodnje v letu 1956 je bilo nepričakovano rojstvo mednarodnega uspeha družbe, katerega zgodba o uspehu traja še danes.

Letos, ko praznujemo 50-letnico izdelovanja brizgalnih strojev ARBURG, je družba Arburg ena od vodilnih svetovnih izdelovalcev brizgalnih strojev z zapiralno močjo do 4000 kN. Zaposluje 1950 ljudi po vsem svetu. Večina (1650) jih je zaposlenih v proizvodnji in upravi v Lossburgu, preostalih 300 pa deluje v 21 podružnicah in zastopstvih po svetu. Prek trgovskih družb je Arburg prisoten v več kot 70 državah. S tem je zagotovljena prisotnost družbe na vseh pomembnejših svetovnih trgih.

Trgovski uspeh srednje velike družbe iz Schwarzvalda dokazujejo nazorne številke – konsolidiran promet družbe Arburg GmbH + Co KG je v letu 2004 znašal 276 milijonov evrov, skupina Hehl Group kot celota s svojimi podružnicami po vsem svetu pa je v istem letu dosegla 308 milijonov evrov prometa.

### Tradicionalno inovativni

Od vsega začetka je uspeh družbe Arburg temeljil na korenitih tehničnih izboljšavah, vseskozi

z upoštevanjem naj sodobnejših tehnoloških smernic. Nenehen industrijski razvoj je zagotovil vodilno vlogo na mednarodnih trgih. Razvoj načela *allrounder* leta 1961 je povzročil velik preobrat v konstrukciji brizgalnih strojev, tj. spremembe zapiralne enote iz horizontalne v vertikalno in zamenljive brizgalne enote, katerih rezultat je več kot deset različnih delovnih položajev.

Z uvedbo mikropredelovalne tehnologije (1975), lansiranjem prvega grafičnega prikazovalnika (1982) in razkritjem nove generacije krmilnega sistema Selogica (1993) je družba izdelala stroje, ki so za uporabnika mnogo primernejši.

Vodilo *allrounder* je še vedno v uporabi, večkrat je bilo že izboljšano. Mejniki, kot sta denimo razvoj prvega dvokomponentnega stroja (1963), uvedba principa Vario s horizontalnim pomikom brizgalne enote kot globalne novosti (1989), vedno znova potrjujejo Arburgovo filozofijo inovacij.

Pomemben korak v razvoju se je vsekakor zgodil leta 1993, ko so v družbi začeli uvajati nov krmilnik Selogica, ki omogoča preprosto in učinkovito upravljanje vseh strojev ARBURG ne glede na kompleksnost in zahteve tehnološke opremljenosti stroja oz. periferije v primerih t. i. proizvodnih celic.

Danes lahko ponudimo tudi izpopolnjeno različico krmiljenja Selogica, t. i. Selogica direkt, tj. upravljanje na dotik (*touch-screen*), in sicer z dodatnimi možnostmi, ki so za uporabnika še prijaznejše.

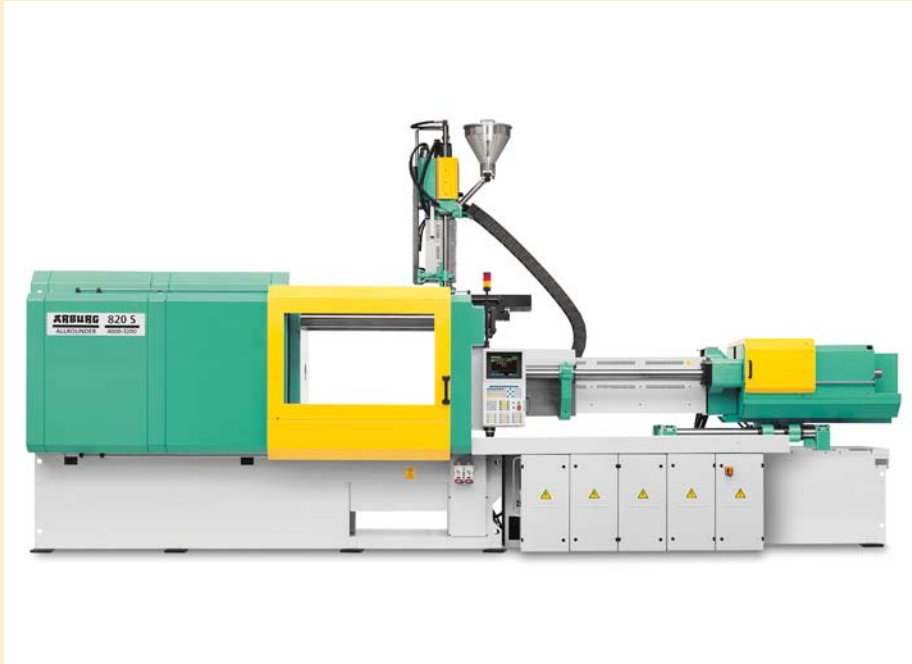
### Sedež družbe v Lossburgu

Z gradnjo Arburga II, ki se je zaključila leta 2000, se je prvotna proizvodna površina povečala za več kot tretjino, tj. s 90.000 m<sup>2</sup> na približno 130.000 m<sup>2</sup>. Ta strateška in že dlje časa načrtovana razširitev tovarne, ki je okrepila sedež industrije, je dodatno potrdila lojalnost družbe regiji in v širšem smislu – Nemčiji. Z izjemno visokim deležem lastne proizvodnje družba že 50 let jamči visoko kakovost svojih izdelkov.

Leto 2000 je bil torej pomemben mejnik v razvoju







Dvokomponentni brizgalni stroj

družbe, saj je navedena razširitev omogočila dolgo pričakovani razvoj in izdelavo strojev z 200 in več tonsko zapiralno silo. Stroji 630S 2500-800/13-00, 720S 3200-1300/2100 /3200 in 820S 4000-2100/3200 so izpolnili pričakovanja kupcev; glede na zahtevo proizvodnega procesa jih danes ponujamo v različnih konfiguracijah.

Obenem so bile dosežene tudi razmere za proizvodnjo načrtovanih električnih strojev. Družba je sicer pozneje kakor konkurenca, tj. na K 2004, predstavila prvi serijsko izdelan električni stroj, ki je po splošni oceni presegal pričakovanja glede tehnične in oblikovne plati. Ponudbo družbe danes sestavlja paleta hibridnih in popolnoma električnih strojev v rangu 50-, 60-, 80-, 100-, 160- in 200-tonske zapiralne sile, ki so po vseh kriterijih v vrhu svetovne proizvodnje. Glede na smernice proizvodnje izključno električnih strojev se postavlja vprašanje, čemu sploh hi-

Stroj daljnega leta 1956.



bridni stroji, tj. električne in hidravlične pogonske osi. Argumentov je več, izhajajo pa iz praktične uporabe in zahtev kupcev:

- Pomožne osi, kot so pomik brizgalne enote in izmetač, večinoma ne vplivajo na kakovost in čas izdelave izdelka.
- Orodja, ki so opremljena s hidravličnimi jedri, se pri hibridnih strojih lahko uporabijo brez težav.
- Hidravlični pogon osi je izveden s posebnim hidravličnim sistemom z akumulatorjem, ki je energetsko varčen in tih.
- Hibridni stroji so v boju s cenovnimi pritiski ugodnejši, zagotavljajo pa skoraj vse glavne prednosti električnih strojev (istočasna gibanja, visoka stopnja natančnosti, nadzor glavnih osi po načelu zaprtega kroga, manjša poraba energije in nižja emisija hrupa).

Seveda obstajajo segmenti proizvodnje, pri katerih je za optimalno proizvodnjo potreben popolnoma električen stroj, torej tudi z električnim pogonom izmetača in pomikom brizgalne enote ter električnim pomikom jeder.

Družba je pomemben del naporov v svojem razvoju namenila tudi osvajanju različnih tehnologij brizganja glede na material in postopke predelave. Današnja ponudba tako zajema poleg predelave termoplastov tudi stroje za predelavo duroplastov, brizganje keramike oz. kovinskih prahov (PIM-, MIM-postopek), brizganje silikona, postopek brizganja s plinom (GIT), stroje za izdelavo PET-predoblik itd.

Pomemben korak je tudi izdelava lastnega robotnega programa MULTILIFT, ki omogoča avtomatizacijo večine strojev ARBURG s sorazmerno preprostim krmiljenjem s krmilnikom stroja Selogica.

Pri razvoju strojev in tehnologij družba ni pozabila na vse pomembnejše področje v proizvodnji brizgalnih izdelkov, to sta storilnost in kakovost. Zahte-

ve trga so vsak dan večje; da bi zadovoljili kupce, morajo proizvajalci izdelovati tudi manjše serije zahtevnih izdelkov, kar ponovno zahteva veliko sprememb v proizvodnji in vedno več načrtovanja.

Za centralni nadzor kakovosti, optimizacijo in nadzorovanje procesov ter načrtovanje ponuja družba svoj modularni sistem upravljanja po centralnem računalniku ALS 4.0, ki sestoji iz:

- baznega modula: MDA-podatki strojev;
- modula razširjene stopnje z operativnimi podatki, kot so alarmi, napake, vzroki in prekinitve, z zagotavljanjem kakovosti, upravljanje in prenos podatkov, upravljanje z naročili, analize proizvodnih podatkov;
- PPS-sistema za načrtovanje proizvodnje.

Kupcem so na voljo tudi posamezne možnosti, ki se lahko uporabljajo na osnovi krmilnika Selogica na vsakem stroju ali vključeno v sistem več strojev.

Sistem ARBURG AQC – stalna kontrola kakovosti izdelave vsakega kosa glede na izbrane parametre (toleranca, samodejno ovrednotenje vzorčnih podatkov in kalkulacija optimalnega izpisa podatkov)

Sistem ARBURG AQS – stalen nadzor in dokumentiranje kontrole kakovosti

Sistem ARBURG ARS – dostopnost in nadzorovanje pomembnih proizvodnih podatkov stroja od koder koli prek internetnega priključka

Področja uporabe so avtomobilska industrija, elektroindustrija, medicinska tehnologija, mali gospodinski aparati in embalaža. Niz izdelkov zaokrožujejo robotni sistemi, kompleksni projekti in druga periferija. V skladu s sistemom vodenja družba Arburg posluje po sistemih DIN EN ISO 9001 in 14001.

## Arburg danes

Prvega januarja 2005 je bilo izglasovano vodstvo že tretjega rodu družine Hehl, ki zgodbo o uspehu vodi že od vsega začetka.

Odlični izdelki, zanesljivo strokovno znanje, izjemni odzivni časi in vzoren servis so ključ trajnega uspeha družbe Arburg, ki jo je popeljal do vodilnega položaja na svetovnem trgu. Arburgove inovativne rešitve so zasnovane na podlagi ekonomskih in tehnoloških potreb kupca.

Petdeset let je dolgo obdobje, vodilo uspeha pa je skozi vsa ta leta nenehna usmerjenost v kupce.

**ARBURG**

Več podatkov boste našli na spletni strani družbe: [www.arburg.com](http://www.arburg.com).

Ekskluzivni zastopnik družbe ARBURG za Slovenijo je TERA, d. o. o., Tolmin.

Več o slovenski družbi boste našli na njeni spletni strani: [www.tera.si](http://www.tera.si).

# Avtomatizacija prihodnosti

Podjetje Ypsomed AG je eden največjih švicarskih predelovalcev plastičnih mas. Na treh proizvodnih lokacijah proizvaja medicinskotehnične končne izdelke in komponente.

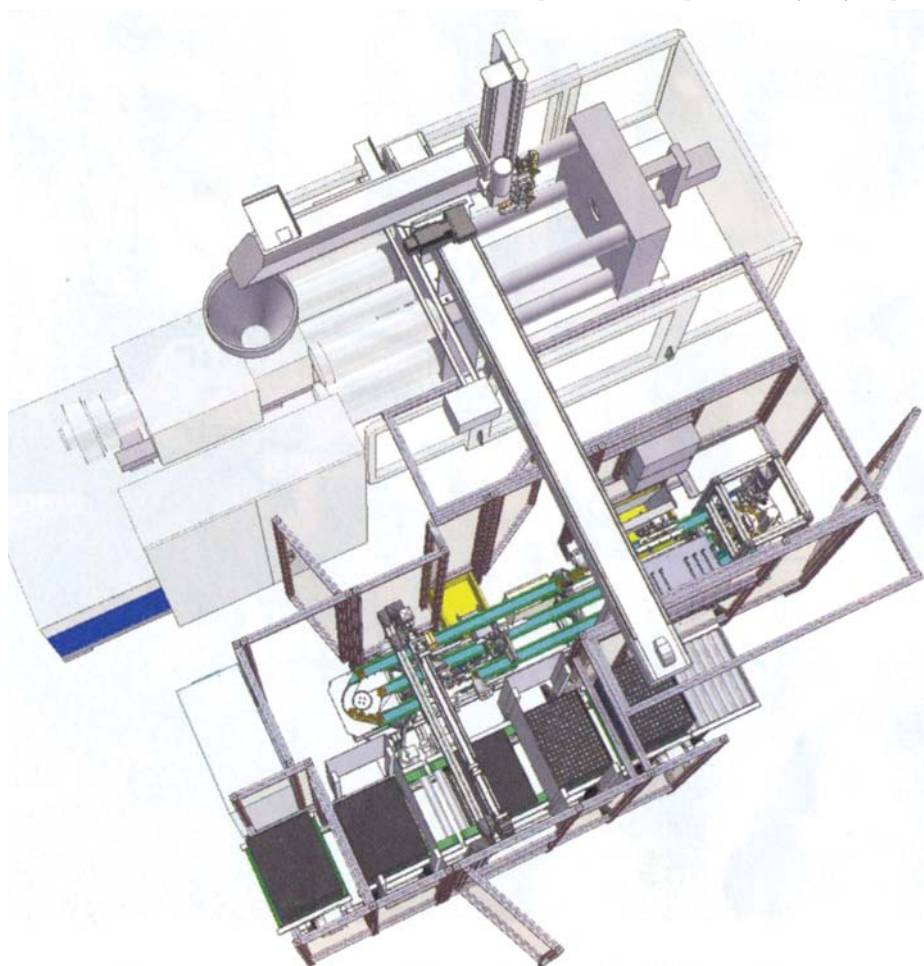
*dr. Bettina Laube*

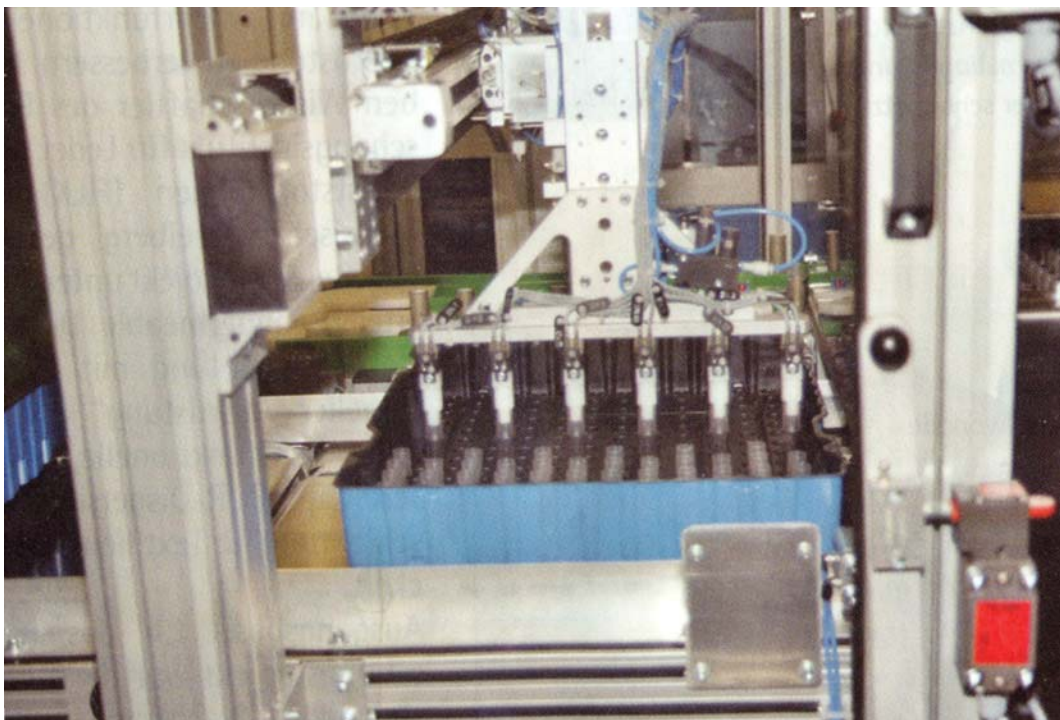
Da bi se prilagodil pričakovanemu povečanemu povpraševanju v naslednjih letih, je Ypsomed vložil približno 95 milijonov švicarskih frankov v opremo in prostore za proizvodnjo komponent inzulinskih injekcijskih peres. Še posebno v tovarni v Solothurnu so v zadnjih mesecih občutno razširili proizvodne kapacitete. Tam sedaj proizvajajo komponente za tri različna peresa, in sicer za enkratno uporabo in z izmenljivimi vložki.

»Zaradi naraščajočega števila sladkornih bolnikov v svetovni populaciji raste tudi potreba po zdravilih,« pojasnjuje Fritz Kirchofer, višji inženir pri Ypsomedu. »Zaradi ohranitve nadzora nad stroški se bolnikom vse pogosteje predpisuje samozdravljenje.«

Podjetje ima na tem področju veliko izkušenj: prvo inzulinsko pero so izdelali leta 1986. Od takrat so razvili tudi peresa za druge terapije, pri katerih si bolnik lahko zdravilo vbrizgava sam – za revmo, tromboze, hepatitis in osteoporozo. »Injekcijska pe-

3D-prikaz proizvodne celice s strojem za brizganje plastike (zgoraj), preizkusnimi postajami (desno), sistemom nosilcev komponent (zeleno) in odlagalno postajo (spodaj)





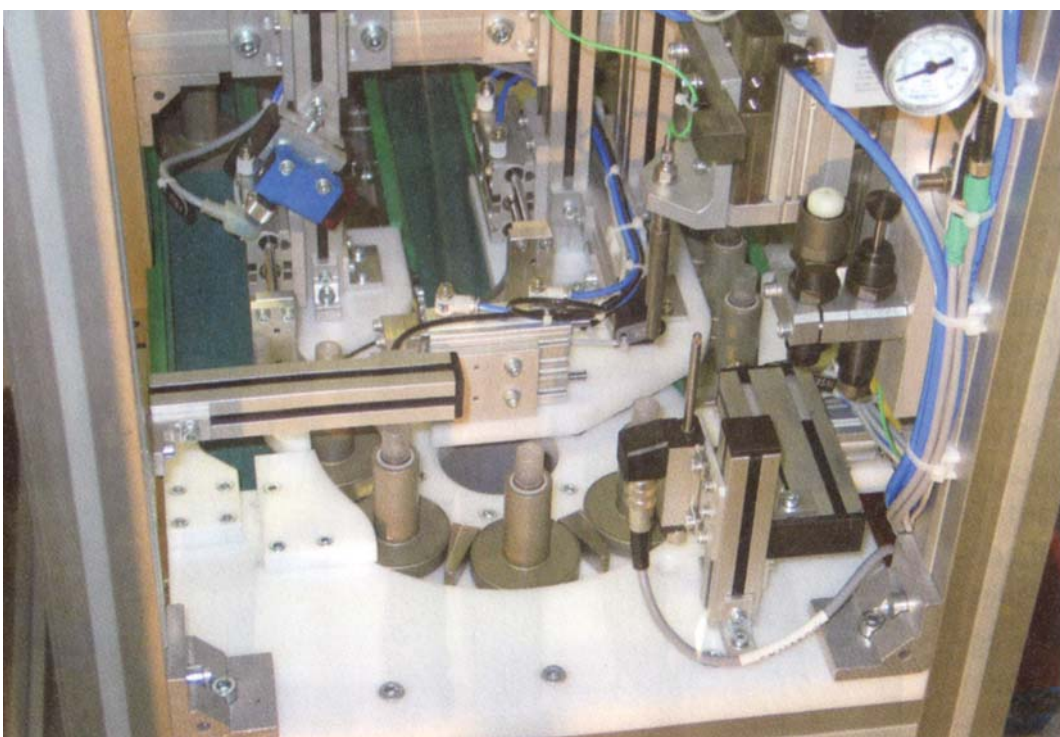
Odlagalni robot pozicionira komponente na pladnju.

resa zaradi tehnične zahtevnosti proizvaja le malo proizvajalcev, zato nas ne skrbi, da bi se proizvodnja kmalu selila v države z nižjimi stroški delovne sile,« je prepričan Kirchhofer. Ypsomed v Solothurnu stavi na visokokakovostno opremo, ki zagotavlja maksimalno tehnično zanesljivost. Stroji za brizganje plastike imajo zapiralno silo od 80 do 250 ton, proizvodne enote pa so strnjene v logistične enote, ki so prilagojene končnim izdelkom. Pred kratkim so spustili v pogon novo proizvodno celico Krauss Maffei. Skupaj s hčerinskim podjetjem Neureder AG so instalirali stroj KM 200-700 C2 z zapiralno silo 2000 kN in vso pripadajočo avtomatiko. Celica s površino 22 kvadratnih metrov izdeluje tulce ampul za peresa in hkrati izvaja funkcijo zagotavljanja kakovosti.

### Popoln nadzor nad proizvodnjo

Tulci ampul so narejeni iz poliestra in nastajajo v osemgnezdnem orodju, pri čemer traja en cikel 15 sekund. Linearni robot tipa LR150 odstrani komponente in v orodju odreže dolivke ter jih preda naprej v prenašalnik. Čisti čas odvzema je optimiziran, tako da linearni robot ne vpliva na trajanje procesa.

Prenašalnik pozicionira posamezne brizgance v nosilce, ki jih tekoči trak nato odpelje do preizkusnih postaj. K optični preizkusni enoti spada tudi tlačna preizkusna postaja, ki v procesu sodeluje po potrebi. Samo če preizkusni postaji dasta pozitiven signal, se odpre loputa, ki nosilec komponente vodi na odvodni transportni trak. Če komponenta ne ustreza ozkim tolerancam, se izloči kot izmet. Komponente se poleg



V revolverju preizkusnega mesta se tlačno in optično merijo parametri zagotavljanja kakovosti. Leva proga (zelena) je namenjena dobrim izdelkom, srednja pa izmetu.

tega izločajo v vnaprej določenih intervalih v poseben predal za namene zunanje kontrole v laboratoriju. »S sistemom smo zelo zadovoljni, saj razen običajnih rutinskih preizkusov odpadejo vse zamudne naknadne kontrole,« povzame Kirchhofer. Postaje za zagotavljanje kakovosti brezhibno ločujejo dobre izdelke od slabih.

Ločeni nosilci komponent služijo še dodatnemu namenu: ker brizgalka v enem ciklu izdelava osem komponent, odlagalni pladenj pa ima prostora za 12 komponent v vrsti, so nosilci hkrati tudi vmesno skladišče za odlagalnega robota. Ta odvzame po šest tulcev na eni zbirni postaji in jih odloži v pripravljene pladnje. Ročno poteka samo prinašanje in odnašanje pladnje. Vendar je tudi tukaj zagotovljena visoka stopnja avtonomije. Celoten sistem odvzema in zagotavljanja kakovosti je nameščen nasproti upravljalnega pulta, operaterjevo področje gibanja pa je zavarovano z okrovom. Oprema za sprejem, preizkušanje in odlaganje tulcev ampul tako porabi samo 4,2 x 1,90 metra površine.

### Logistično domišljen proces

»Podjetje Krauss-Maffei nam je dobavilo celoten sistem, razen orodja in temperirnih enot, in ga spustilo v pogon,« razlaga Kirchhofer.

»Imamo krmilje, ki brezhibno koordinira celoten sistem; po potrebi pa lahko dostopamo tudi do krmilj integriranega linearnega in prenašalnega robota. Ypsomed je stroje za brizganje plastike razmestil tako, da gredo posamezne komponente injekcijskih peres

skupaj v montažne postaje po kratkih transportnih poteh. Tam se do pet komponent sestavi v končni izdelek in po potrebi potiska. V vsakem nadstropju se izdeluje posebna družina izdelkov,« pojasnjuje Kirchhofer med obhodom. »Uspelo nam je optimizirati tako logistiko kot tudi zanesljivost proizvodnje.«

Po prenovi proizvodnih hal so zgodaj spomladi začeli s postavljanjem 17 strojev v tej etaži. Tulce ampul izdeluje šest strojev. V etaži je ostalo še nekaj prostora, ki ga bo Ypsomed v naslednjih mesecih zapolnil z novimi stroji.

### Velik strojni park in lastno znanje

Na lokaciji Solothurn obratuje skupaj 100 strojev za brizganje plastike in približno 150 aktivnih orodij; še 400 drugih pa uporabljajo na obeh proizvodnih lokacijah v Burgdorfu. »Do 30 % vseh orodij izdelamo v hišni orodjarni v Burgdorfu,« poudari Kirchhofer. Za manjša popravila in vzdrževanje lahko poskrbijo na vseh lokacijah. Najmanj toliko posebnega znanja pa ima Ypsomed tudi na področju konstrukcije posameznih komponent. Podjetje, ki velja za največjega neodvisnega razvijalca in partnerja farmacevtske in biotehniške industrije, samostojno razvija mehaniko peres in jo prilagaja zahtevam kupcev. Iz različnih izdelkov izhaja tudi veliko število patentov. Ypsomed s svojim obsežnim procesno-tehničnim znanjem in pripadajočo opremo utrjuje svoj tržni položaj. Dejstvo, da so v zadnjih dveh letih ustvarili 373 novih delovnih mest, govori samo zase. ■

[www.ypsomed.com](http://www.ypsomed.com)  
[www.neureder.de](http://www.neureder.de)  
[www.krauss-maffei.de](http://www.krauss-maffei.de)

## Nova serija CX



[www.Krauss-Maffei.de](http://www.Krauss-Maffei.de)

## KMS, d.o.o.

Mlakarjeva ulica 87  
SI - 4208 ŠENČUR,  
tel 04 2516 150  
fax 04 2516 155  
e-mail: [info@kms.si](mailto:info@kms.si)  
[www.kms.si](http://www.kms.si)

- stroji za brizganje termoplastov in duroplastov
- stroji za ekstrudiranje
- stroji za brizganje poliuretanov
- rabljeni stroji

roboti

**sepro**  
ROBOTIQUE

[www.sepro-robotique.com](http://www.sepro-robotique.com)

dozirni in sušilni sistemi

**colortronic**

[www.colortronic.de](http://www.colortronic.de)

temperirne naprave

**single**

[www.single-temp.de](http://www.single-temp.de)

# Linija za izdelavo komponentov – granulato

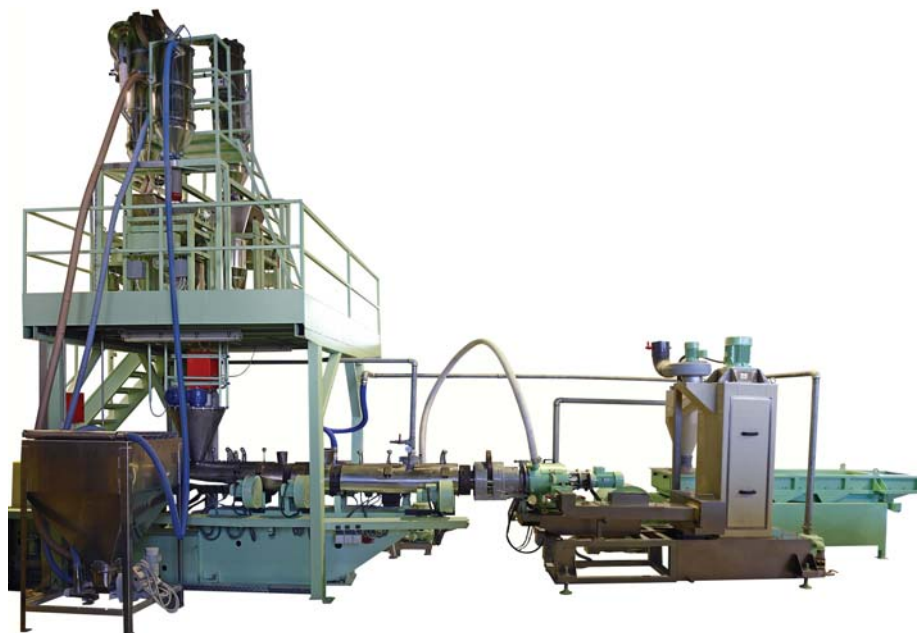
**Iztok Kramaršek**  
ISOKON, d. o. o.

Podjetje ISOKON, d. o. o., iz Slovenskih Konjic se ukvarja s predelavo termoplastičnih materialov, in sicer z ekstruzijo, stiskanjem in mehansko obdelavo. Večletne izkušnje pri izdelavi ekstrudiranih plošč na osnovi PP in PE, polnjenih z naravnimi vlakni in mineralnimi polnili z različnimi dodatki (barvila, UV-stabilizatorji, antistatiki ...), smo prenesli še na izdelavo »polnjenih« granulato (komponentov).

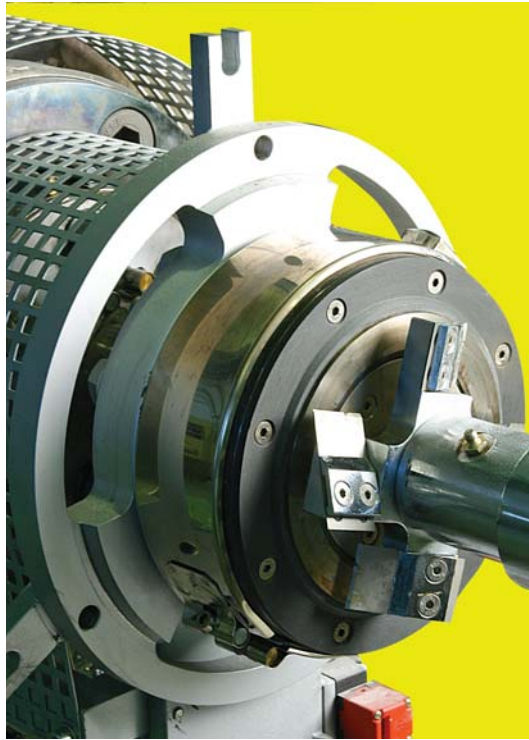
Zato smo v začetku leta 2005 inštalirali dvo-polžni korotirajoči ekstrudator (komponenter) s premerom polžev 85 mm in granulato, ki deluje po principu vodnega prstana (Water Ring). Slika 1 prikazuje celotno linijo za pripravo komponentov. Omogoča nam pripravo komponentov na osnovi matričnih materialov, kot so PP (homopolimer, kopolimer), PE (LDPE, HDPE), ABS, PS. Za polnila lahko uporabljamo lesna vlakna, talk, kalcijev karbonat, steklene kroglice, wollastonit, barijev sulfat idr.

Material, ki pride v proizvodnjo, je pakiran v vrečah po 25 kilogramov oz. oktabinah ali jumbo vrečah po 1000 kilogramov. Transport materiala do gravimetričnih tehtnic poteka po principu tlačnega transporta (sesanje). Sesanje materiala lahko poteka neposredno iz oktabinov oz. vreč ali pa iz koničnih posod, kamor se material predhodno nasipa. Material se najprej zbira v zbiralnikih nad tehtnicami, nato pa iz zbiralnika pade v tehtnico. V tehtnicah so nameščeni polži, ki material transportirajo do

Slika 1: Linija za izdelavo komponentov – granulato



Slika 2: Granulirna glava



lijaka, preko katerega se vsipava v ekstrudor. Tehnice imajo za transport različne geometrije polžev, ki so prilagojene glede na vrsto materiala, ki se dozira. Materiali so lahko v obliki granul, mlevine, odrezkov, vlaken (lesna vlakna, steklena vlakna) in prahu (talk, kalcijev karbonat, steklene kroglice idr.). Linija je opremljena s tremi tehnicami in dozirnikom za aditive (barvila, antistatiki, UV-stabilizatorji, oprije-

mala – kompatibilizatorji, dodatki za samougasnost oz. negorljivost idr.), kar nam omogoča vmešavanje do štiri različne komponente v komponent.

Doziranje matričnih materialov in aditivov iz tehnic v ekstrudor poteka preko lijaka, ki je nameščen na začetek ekstrudorja. Polnila se dozirajo preko stranskega dozatorja na sredini ekstrudorja v talino, kar prepreči poškodbo polnil. Geometrija polžnih segmentov je zasnovana tako, da omogoča kakovostno vmešavanje polnil v matrični material, s čimer se doseže homogenost taline. Talina se nato transportira preko menjalca mreže (filter) do granulirne glave (Slika 2). Talina prihaja skozi perforirano ploščo v obliki špagetov, ki se nato režejo v granule. Dolžina granul je odvisna od odmika nožev od perforirane plošče in od hitrosti obratov nožev (približno 2–5 mm). Oblika in kakovost granul sta odvisni od matričnega materiala in od vrste ter deleža polnila v končnem granulatu (komponentu). Granulacija na vodni prstan je primerna za izdelavo komponentov, ki vsebujejo večji delež polnila. Nastanek aglomeratov je največkrat posledica visokotekočega matričnega materiala, ki je sam zelo lepljiv. Z dodajanjem polnila v matrični material indeks tečenja granulata začne upadati. Različna polnila različno vplivajo na zmanjšanje indeksa tečenja končnega komponenta. Posebno pazljivi moramo biti na nitkanje granul, ki se pojavi ob izrabljenih nožih, ki »špagete« režejo v granul. Uporabnost nožev oz. njihova življenjska doba je odvisna od vrste in deleža polnil ter od materiala, iz katerega so narejeni rezalni noži.



granulati



strojgradnja

KAKOVOST IZDELKOV IN MATERIALOV VAM PONUJA ZELO ŠIROKO MOŽNOST UPORABE V VSEH VEJAH INDUSTRIJE

**ik**  
i s o k o n

ISOKON, proizvodnja in predelava termoplastov, d.o.o.  
Mestni trg 5a, 3210 Slovenske Konjice  
telefon: +386 (0) 3 757 11 00  
telex: +386 (0) 3 575 45 72  
E – mail: sales@isokon.si  
internet: http://www.isokon.si

#### KONSTRUKCIJSKI POLIMERI **KATERM**, **ISOFORM**:

- Stiskane polietilenske PE in polipropilenske PP plošče velikih dimenzij
- Ekstrudirane polietilenske PE in polipropilenske PP plošče
- Izdelava raznih strojnih elementov po načrtih, modelih in vzorcih
- Granulati – komponenti za ekstruzijo in injekcijsko brizganje:
  - **ISOFORM** "Taylor Made" komponenti so sestavljeni tako, da ustvarimo termoplastični material, ki ustreza vašim dejanskim potrebam.
  - Značilne spremembe so dosežene z dodajanjem polnil ali drugih polimerov



Slika 3: Vibracijsko sito s sušilniki

Tok vode, ki kroži po granulirni komori, odrezane granule ohladi in transportira preko centrifugalnega sušilnika do vibracijskega sita (Slika 3). Pod vibracijskim sitom so nameščeni sušilniki, ki material še dodatno sušijo.

Granulat nato potuje po vibracijskem situ, kjer je na koncu nameščeno še eno sito, ki loči občasno nastale aglomerate od granul. Granule nato padejo v zbiralnik, ki s tlačnim transportom granulat transportira v večje vreče oz. oktobine.

Sprotno preverjanje kakovosti oz. homogenosti compoundov se spremlja z merjenjem indeksa tečenja (MFI) granulata in merjenjem vlage.

Granulat se pakira v vreče po 20–25 kg, oktobine in jumbo vreče.

Možni masni deleži nekaterih naravnih in mineralnih polnil v granulatih:

- lesna vlakna do 50 %,
- talk, kalcijev karbonat, wollastonit do 50 %,
- barijev sulfat do 80 %.

Trenutno imamo v razvoju še komponente na osnovi PA6, PC, ABS/PC blendi, PP s steklenimi vlakni, PA6 s steklenimi vlakni itd. Vsi komponenti so pripravljene na željo in potrebe znanega kupca. Naša prednost je, da lahko kupcem nudimo skupen razvoj komponenta, ki ga potrebuje za določen izdelek z določenimi mehanskimi in drugimi lastnostmi. Glede na obstoječo opremo je možna regranulacija oz. oplemenitenje regranulativ. Komponenti so primerni za nadaljnjo predelavo z injekcijskim brizganjem, ekstruzijo in stiskanjem (prešanjem). ■

## Čista, natančna in zmogljiva rešitev – zaporna igla na električni pogon

Nova zaporna igla na električni pogon dopolnjuje Ewikonov prodajni program. Sistem je bil razvit za uporabo v modelih HPS III-NVE 1 in HPS III-NVE 2, pri katerih je pogonska enota za iglo nameščena v vpenjalno ploščo orodja. Ker spada pogon med čiste pogone, je posebej primeren za aplikacije v čistih prostorih in je hkrati prva izbira pri izdelavi zahtevnih aplikacij za medicino, kjer so potrebni ventili za zaporo ustja. Zaradi električnega pogona je to tudi idealna rešitev za popolnoma električne brizgalne stroje.

V primerjavi s sistemi, ki uporabljajo hidravlično ali pnevmatično gnane igle, zaporna igla na električni pogon za vgradnjo ne zahteva zapletene geometrije. V vpenjalni plošči je treba samo izdelati utore za kable, tako da izdelava dodatnih lukenj za dovod hidravlične tekočine oz. zraka ni potrebna.

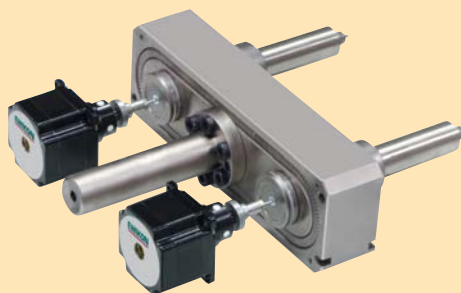
Zunanja kontrolna enota omogoča natančno krmiljenje do osmih igel. S preklpom na ročne nastavitve se lahko izbere vsaka igla posebej (ta se lahko nastavi oz. po potrebi deaktivira). Hkrati pa je možno nastaviti premike igle po korakih, manjših od 0,05 milimetrov. Med delovanjem inteligentni sistem odkrivanja napak nadzoruje položaje igel med premikanjem v zaporno lego. Če sistem zazna odstopanje, se igla avtomatično ponastavi znotraj brizgalnega cikla. Po potrebi se lahko z računalniškim vmesnikom spreminja delovne parametre, kot sta premik in hitrost igle.

Zaporna igla na električni pogon je primerna za šobe s pretočnim kanalom premera od 3 do 9 milimetrov in je primerna za izdelavo različno težkih izdelkov. Na voljo so tri vgradne velikosti, tako da je možno premer igle prilagoditi vsem velikostim šob. ■

<http://www.uniplast.si/>

EWIKON Heißkanalsysteme GmbH & Co. KG

Zaporna igla na električni pogon  
Pogonske enote je mogoče zlahka vgraditi v vpenjalno ploščo.



# UNIPLAST

INŽENIRING, d.o.o.

Dunajska 116, 1000 Ljubljana, Slovenija  
Tel.: 01/565 94 40, Fax: 01/565 95 80  
E-mail: info@uniplast.si www.uniplast.si

Stroji za brizganje plastike  
od 12 - 90 ton zapiralne sile

**BOY**<sup>®</sup>  
Spritzgiessautomaten



Temperirne naprave na vodo in olje do 350°C

## REGLOPLAS

- temperiranje z vodo do 90°C
- tlačne naprave - voda do 160°C
- olje do 150°C oziroma do 350°C



## EWIKON

- tople šobe za tehnične ojačane materiale
- tople šobe z iglo - ventilom
- "slimline" za pokrovčke, zamaške, medicino



Toplokanalni sistemi

# Brizganje s strani s pomočjo toplokanalnega sistema

V enem od irskih podjetji so inženirji pri svojem delu naleteli na problem izdelave izdelka s tehnologijo brizganja (Slika 1), in sicer z naslednjimi zahtevami:

- material izdelka PC (Makrolon ali Lexan
- prozoren izdelek)
- teža izdelka: 0,4 g
- 32 gnezd v orodju
- dolivna točka s strani
- sledi dolivne točke se na prozornem izdelku ne sme videti
- kratek čas cikla
- sistem odvijanja in izmetavanja izdelka (izdelek z navojem)

Izdelek, prikazan na Sliki 1, se uporablja v medicinski tehniki. Razvojniki so za dolivni sistem uporabili Guntherjev toplokanalni sistem. Pri tem so izbrali toplo šobo s stranskim ustjem. Za 32-gnezdno orodje so uporabili osem toplih šob. Vsaka izbrana šoba ima na koncu štiri stranske konice, med seboj zamaknjene za 90° (Slika 2).

Uporabljene šobe tipa 18 LHR imajo premer plašča 18 mm in premer na stranskih konicah

Slika1: Izdelek iz polikarbonata z navojem

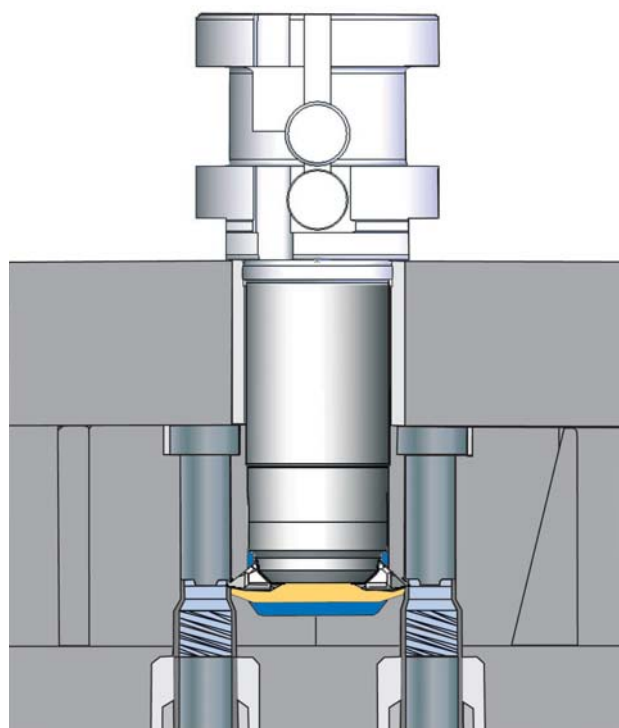


cah 22 mm. Posebnost teh šob je v tem, da vsaka od štirih konic sega povsem do stene izdelka. To preprečuje nastajanje hladnega čepka med konico šobe in izdelkom. Če bi v tem primeru uporabili šobe z nekoliko manjšim premerom (pomemben je premer, na katerem so razporejene štiri konice), bi pri brizganju prihajalo do tvorjenja hladnih čepkov med konico in izdelkom, kar pa bi nam pri 32-gnezdnom orodju povzročalo veliko težav. Po vsakem brizgu bi nam namreč v tunelčku ustja ostal čep, ki bi ga z naslednjim brizgom poskušali izriniti v gravuro. Za to bi pri naslednjem brizgu potrebovali nekoliko višji tlak oziroma čep bi izbili in potisnili naprej v izdelek tedaj, ko bi specifični tlak v orodju dovolj zrasel. To bi obenem pomenilo tudi to, da bi bilo polnjenje kljub simetričnosti dolivnih kanalov (enake dolžine poti tečenja) neenakomerno in po naključnem vrstnem redu. Takoj ko bi pritisk izbil čep iz enega ustja,

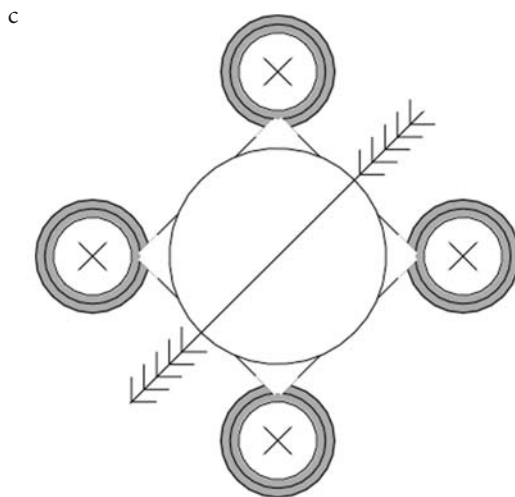
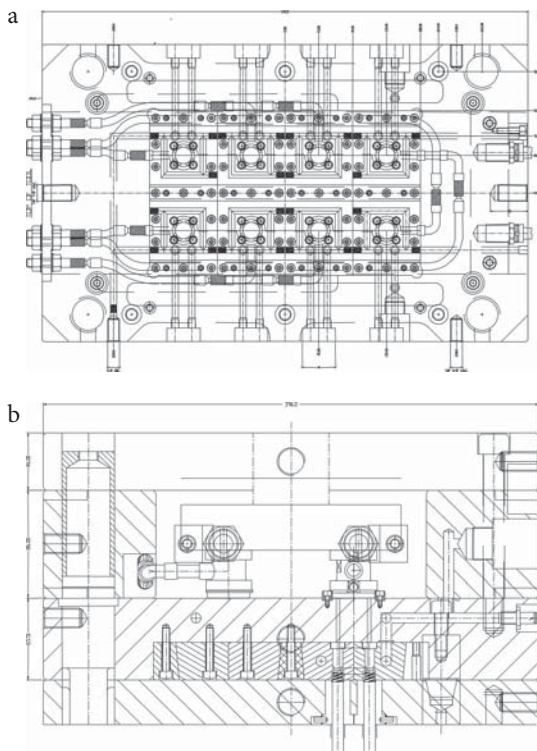
bi se to gnezdo tudi zapolnilo, tlak bi rahlo padel, ostala ustja s hladnimi čepki pa bi čakala na ustrezno povečanje tlaka. Orodje bi se polnilo po povsem pomešanem vrstnem redu, kar bi se pokazalo pri nižji kakovosti končnih izdelkov, obenem pa bi se podaljšal tudi cikel brizganja. Dodaten problem bi predstavljal tudi sam čep, ki bi se kot tujek pomešal v talino pri naslednjem brizgu.

Ker je zahteva naročnika po minimalno vidni dolivni točki na prozornem izdelku dokaj stroga, druga rešitev kot toplokanalni sistem s šobami s stranskimi konicami ni prišla v poštev.

Slika2: Topla šoba s štirimi stranskimi konicami







Slika 3a: Risba orodja  
Slika3b: Risba orodja  
Slika 3c: Skica postavitve konic šobe

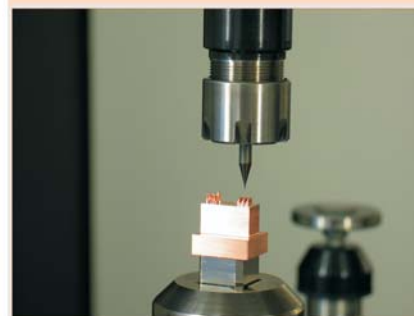
Sama šoba je narejena tako, da zagotavlja optimalno temperaturo na vseh štirih konicah. Kakršno koli odstopanje temperature na konicah šobe bi pomenilo liso (mlečnato barvo) v področju ustja ali povečano vidno mesto ustja in iglice na izdelku. Enakomerna temperatura celotnega toplokanalnega sistema je predpogoj za uspešno brizganje samo 0,4 g težkega izdelka.

Konstrukcija orodja je shematsko prikazana na Sliki 3. Orodje je dimenzij 646 x 396 mm in ima poleg vseh naštetih stvari še sistem odvijanja, ki je nadgrajen s sistemom snemanja – izmetavanja izdelkov (zasuk za četrtno obrata sname izdelek).

Uporabljeni toplokanalni sistem Gunther je sestavljen iz bloka in osmih šob (H – delitev; Slika 3a). Delitev H je popolnoma uravnotežena (enake dolžine poti tečenja ter enaki premeri kanalov), kar zagotavlja enak padeč tlakov v orodju in s tem enakomerno polnjenje vseh 32 izdelkov. ■

<http://www.guenther-hotrunner.com>

TEL.: 01/ 832 34 55, FAX: 01 832 32 88



JEŽ JANEZ - kovinoplastika in orodjarstvo s.p.  
Selo 8 - 1217 VODICE  
E-mail: janez.jez@siol.net  
<http://www.rodjarstvo-jez.com>

# Stroji, ki tiskajo predmete

## 3D-tiskalniki omogočajo, da se računalniško oblikovani tridimenzionalni predmeti zelo hitro materializirajo v predmete

Esad Jakupović  
Denis Šenkinc

Tiskalniki, ki tiskajo predmete, oblikovane na računalniku, so v uporabi že dobro desetletje v avtomobilski in vojni industriji, arhitekturi, izobraževanju in na drugih področjih. Do zdaj je bila uporaba izključno profesionalna, kar je razumljivo glede na visoko ceno tovrstnih naprav (več deset tisoč ali sto tisoč evrov). Zadnja leta se pojavljajo cenejši modeli, ki bodo čez nekaj let povzročili splošno uporabo 3D-tiskalnikov tudi v vsakdanje namene. Strokovnjaki že napovedujejo cenejše modele, ki bi jih uporabljali kot hišne delavnice za izdelovanje najrazličnejših predmetov iz svojih sanj.

Predmeti za zdaj niso izdelki, uporabni za vgradnjo, temveč le modeli, uporabni za vizualizacijo konceptov, preverjanje načrtov in nadaljnji razvoj izdelkov. Vseeno pa je tehnologija danes tako razvita, da se lahko ustvarjajo funkcionalni modeli in modeli z različno obarvanimi deli. V prihodnosti bo tehnologija zagotovo napredovala do možnosti izdelave različnih končnih in uporabnih predmetov, kot so na primer daljinski upravljalniki, žarnice ali prenosni telefoni. Osnovna tehnologija 3D-tiskanja je stereolitografija, ki se danes imenuje tudi hitro prototipiranje (*rapid prototyping* – RP) oziroma hitra izdelava prototipov.

Materiali so večinoma plastične snovi, občutljive za svetlobo, v obliki široke folije na valju, tekočine v tanku ali prahu v posodi. Predmeti se v prvem primeru izdelujejo z računalniško vodenim izrezovanjem slojev materiala iz široke folije. Za »konfiguriranje« vsakega sloja poskrbi računalniško voden laserski žarek, ki se fokusira z optiko. V drugem primeru se na platformi, potopljeni v plastično tekočino, sloji drug za drugim oblikujejo z zgoščevanjem tekočine pod delovanjem ultravijoličnega (UV) žarka. V tretjem primeru se prah škropi z vezivno tekočino, s čimer se oblikujejo sloji predmeta, s katerega se preostali prah na koncu odpihne. Model prihodnjega predmeta se v računalniku razreže na dvorazsežne sloje oziroma rezine debeline od 0,1 do 0,2 milimetra. Dvodimenzionalne programske slike slojev nato omogočajo natančno oblikovanje slojev iz plastičnega materiala (ponekod tudi kovine) v 3D-tiskalniku ter sloj za slojem oblikovanje celotnega predmeta.

Obstaja tudi variacija tretjega postopka, t. i. tehnologija selektivnega laserskega sintra-

nja, ki temelji na slojeviti gradnji izdelka iz finega prahu in toplotni obdelavi z laserskim žarkom. Posamezna plast se z laserskim žarkom stali.

Tehnologija je tako rekoč edina, s katero je mogoče proizvajati tudi uporabne izdelke z dobrimi mehanskimi in fizikalnimi lastnostmi. Lani je podobno tehnologijo predstavil profesor Behrokh Khoshnevis, le da se v tej za sintranje ne uporablja laser, temveč segrevanje celotnega bloka iz plastičnega prahu. V tehnologiji t. i. fuzijskega modeliranja z nanašanjem se uporablja raztopljen plastika ali drug material, podoben vosku, ki se brizga sloj za slojem. S tem postopkom 3D-tiskanja se zagotavljajo tudi zdržljivi in zmogljivi modeli, ki imajo lahko uporabno vrednost.

Podjetje ZCorporation je razvilo svojo tehnologijo, pri kateri tiskalnik iz zalogovnika najprej nanese plast prahu na delovno površino, nato pa brizgalne glave nanesejo vezivo na prah, ki plast naredi kompaktno. Novost tehnologije je, da brizgalne glave poleg veziva nanašajo tudi barvo. Tako je končni model lahko enotne barve ali ima teksturo, kot jih določimo predhodno v modelirniku. Prednosti tehnologije sta tudi hitrost in nizka cena izdelave modelov. Prototipi so po izdelavi porozni in zato ne preveč vzdržljivi, kar pa je mogoče popraviti z dodatno impregnacijo s smolami, voski, poliuretanskimi materiali ipd.

### Prihod »3D-tovarn«

Nedavno so v podjetju ZCorporation razvili zelo uspešen postopek izdelave kalupov za kovinske odlitke. S CAD-opremo je namreč

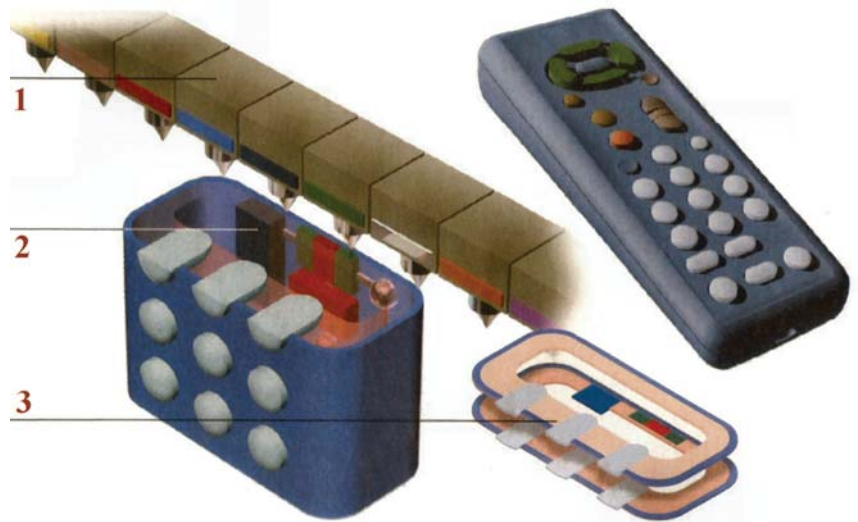
mogoče iz načrta novega izdelka sorazmerno lahko pripraviti načrt kalupa, ki se nato izdelava z enim od tiskalnikov razreda Z. Ti kalupi so izdelani bistveno hitreje kot kateri koli drugi in so tudi cenejši. Kalupi se običajno izdelujejo iz materiala na osnovi keramike, ki omogoča neposredno litje kovin z nižjimi temperaturami topljenja, kot so aluminij, cink in magnezij.

Resna konkurenca 3D-tiskalnikom lahko postanejo bistveno cenejši stroji za računalniško vodeno mehanično izdelavo prototipov iz lesa, plastike in drugih materialov. Programska oprema za industrijsko oblikovanje namreč omogoča sorazmerno preprosto izdelavo kalupa glede na prototip. Kalup se lahko nato izdelava s prototipnim mehanskim strojem. Posamezni namizni stroji, kot je denimo Roland MDX-15, stanejo le nekaj več kot 2000 evrov. Z dražjimi in kakovostnejšimi modeli so lahko kalupi seveda še boljši, a še vedno cenejši od tistih, pridobljenih s prototipnim tiskanjem. Razvoj 3D-tiskalnikov je torej ubral smer nadaljnje pocenitve in širjenja, kar bo naposled po eni strani pripeljalo do še večje izbire profesionalnih modelov za različne namene, po drugi strani pa celo do »hišnih tovarn«, ki bodo omogočale izdelovanje najrazličnejših predmetov in naprav po posameznikovih zamisli.

### Tiskanje namesto proizvodnje

Inženirji s kalifornijske univerze v Berkeleyju razvijajo brizgalno tehnologijo, ki naj bi omogočila tiskanje celotnih električnih in elektronskih pripomočkov, kot je na primer televizijski daljinski upravljalnik. Jedro omenjene tehnologije je v tem, da se klasični večdelni postopek izdelave ohišja ter nameščanja tiskanega vezja, stikal in drugih komponent zamenja z enim samim – s tiskanjem. Trik je v samem tiskalniku in postopku tiskanja, ki naj bi omogočila nanašanje sloja za slojem različnih prevodnih, polprevodnih in izolacijskih polimernih snovi, ki bi naposled dali celoten pripomoček oziroma preprosto napravo. Z nanašanjem pametnih polimerov se danes izdelujejo funkcionalni prototipi z gibljivimi mehničnimi deli, podobnimi tistim v resničnih končnih izdelkih. Bistven napredek, ki ga napovedujejo raziskovalci iz Berkeleyja, bo uvajanje elektronike v tiskane naprave, s čimer bi se proizvodnja precej poenostavila, stroški pa zelo zmanjšali. Skupini iz Berkeleyja je že uspelo tiskati elektronske dele, kot so tranzistorji, kondenzatorji, induktivne tuljave in druge polprevodniške komponente. Njihovo povezovanje pri tiskanju bo le korak naprej.

Ko bodo razvili ustrezen sistem kartuš za brizgalni tiskalnik, bodo znanstveniki lahko »natisnili« daljinski upravljalnik, žarnico, radio, prenosni telefon, elektronsko igračo in druge podobne funkcionalne sisteme, in sicer brez ekstenzivne proizvodnje in namestitvenih trakov. Gumbi v natisnjenem upravljalniku bodo izdelani iz enega polimera, infrardeči oddajnik iz drugega, elektronika iz več polimerov; le baterije bodo resnične in dodatno vstavljene. Da bi se izognili vzmetem, bodo za gumbe uporabili »elektroaktivne« polimere, ki bodo ob pritisku s



prstom ustvarjati električno napetost in tako omogočali upravljanje naprave. Velja tudi nasprotno: raziskovalci bodo lahko uporabljali elektroaktivne polimere za ustvarjanje mišičja robotov, ki bodo pod delovanjem električne napetosti spreminjali obliko in tako omogočali gibanje. Za tiskanje žarnice na primer bodo raziskovalci uporabljali prozorne polimere in plastične svetlobne oddajnike. Znanstveniki pričakujejo, da bo tehnika spajanja upogljivih materialov in elektronike, t. i. fleksonika (*flexonics*), revolucionarno vplivala na industrijsko oblikovanje. Tiskane naprave bodo cenejše, zagotovo pa tudi manj zmogljive, ker so električne lastnosti polimerov v primerjavi s silicijem precej slabše. Hitrost polimernih tranzistorjev je denimo stokrat manjša kakor hitrost silicijevih. Toda tehnologija tiskanja se bo razvijala naprej.

### Sintranje brez laserja

Najnovejša tehnologija izdelave prototipov s sintranjem, ki jo je na univerzi Južne Kalifornije razvil profesor Behrokh Khoshnevis, še naprej uporablja tiskanje s polimernim prahom (kot sta polistiren in poliester), toda brez laserja. Tehnologija se imenuje sintranje s selektivnim oviranjem (*Selective Inhibition Sintering* – SIS). Podobno kot pri laserskem sintranju se 3D-model najprej razvije s CAD-programsko opremo. Nato se razbije v zelo tanke navidezne sloje. Posamezen sloj se oblikuje z nanosom

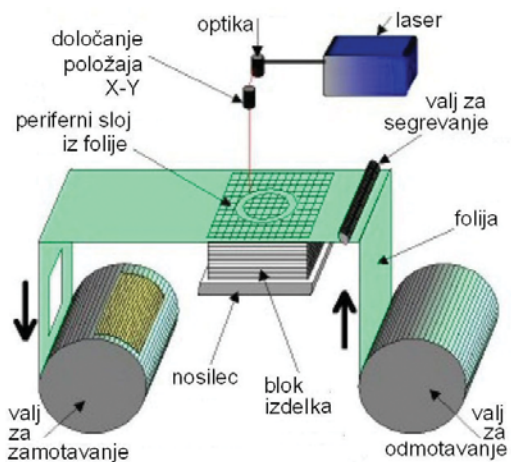


*TV- upravljalnik iz tiskalnika – prikaz tehnologije tiskanja po zamisli raziskovalcev iz Berkeleyja:*

1. Kartuše brizgalnika vsebujejo elektroniko in več vrst premičnih delov za tiskanje z različnimi elektroaktivnimi polimeri.
2. Namesto da bi bila lepljena ali lotana na tiskanem vezju, je elektronika vgrajena v samo polimerno ohišje.
3. Daljinski upravljalnik bo natisnjen v enem samemu prehodu, sloj za slojem.

*Modeli najvišje kakovosti: stereolitografski tiskalnik SLA 7000 podjetja 3D Systems uporablja dvojno lasersko tehnologijo in sloje, debele le 0,0254 milimetra.*

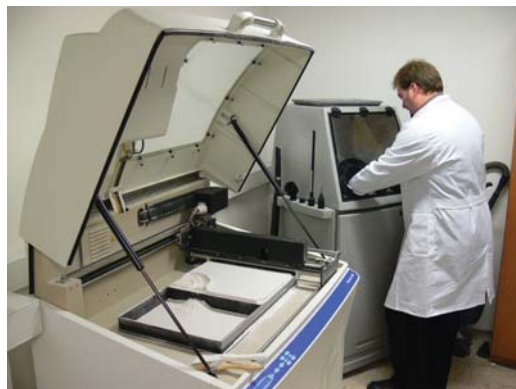
S stereolitografijo do prototipa: modeliranje z nanašanjem sloja za slojem iz traka materiala, ki je občutljiv za svetlobo



sloja polimernega praha debeline 0,1 milimetra. Pri laserskem sintranju se opravlja računalniško vodeno stapljanje določenih delov sloja z laserskim žarkom, ki tako postanejo del modela. Nasprotno se pri tehnologiji nasprotni deli, ki naj ne bi bili del modela, obravnavajo s sredstvom, ki preprečuje stapljanje. Ko je sloj pripravljen oziroma ko so določeni deli zaščiteni pred stapljanjem, se celoten sloj izpostavi segrevanju. Nezaščiteni deli se stopijo, na zaščitenih pa ostane prah, ki je na koncu celotnega postopka tiskanja preprosto odpihnjeno. Po mnenju Khoshnevisa bo s tehnologijo SIS mogoče poleg plastičnih prototipov proizvajati tudi kovinske prototipe in celo resnične izdelke.

### Tiskanje 3D-modelov

Delovanje 3D-tiskalnika Vidar TRUprinter 6000 smo si ogledali v ljubljanskem podjetju IB-PROCADD.



3D-tiskalnik Vidar TRUprinter 6000 in čistilna enota

Velikost izdelka, ki ga lahko izdela 3D-tiskalnik, je 254 x 356 x 203 mm. Tiskalnik model izdela tako, da prek posamezne plasti prahu, ki je lahko debela od 0,089 do 0,203 mm, z brizgalnimi glavami nabrizga vezivo in barve. Barve se nanašajo podobno kot pri ink-jet tiskalnikih. Tiskalnik pri tem nima omejitev,



Čiščenje izdelka

saj uporablja tri barve: cyan (modra), magenta (rožnata) in yellow (rumena), ki skupaj z vezivom tvorijo barvni model CMYK. Hitrost tiskanja je dve plasti na minuto. Po nanosu vseh plasti je model izdelan, vendar pa ga je treba še očistiti, ker je prekrit z odvečnim prahom. Po grobem in finem čiščenju s curkom zraka v čistilni komori je model pripravljen še za zadnjo fazo oziroma nanos sekundnega lepila. Slednja po sušenju modela zagotovi, da je končni model trden. Pri izdelavi večjih modelov, ki jih zaradi omejitev velikosti delovnega področja tiskalnika ni mogoče narediti v enem kosu, lahko model razdelimo na posamezne manjše dele, po končanem tiskanju pa jih zlepimo.

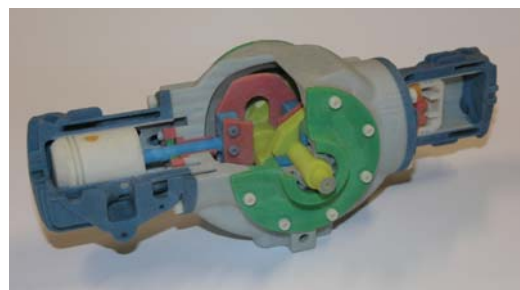


Nanašanje sekundnega lepila

Programska oprema za tiskanje poskrbi, da so robovi bolj prepojeni z vezivom kot notranjost. Vendar pa ima model zaradi tiskanja v plasteh po višini manjšo trdnost kot po širini in globini. Večje površine in posamezni detajli morajo biti debeli vsaj en milimeter. Če želimo izdelati več modelov, programska oprema tiskalnika omogoča tudi to, da hkrati tiskamo več modelov.

S programsko opremo TRUprint pripravimo modele za 3D-tisk. Uvozimo lahko modele datotečnih formatov STL, VRLM in PLY. TRUprint omogoča povečanje, zmanjšanje ali rotacijo modela, ko je vse pripravljeno za tisk, pa še izpis parametrov izdelave. Pri tem nas obvesti o času izdelave in predvideni porabi materiala.

Prednosti tiskalnika (predvsem sta to nizka cena izdelanega modela in hitrost tiskanja) bodo zanimive predvsem za podjetja, ki morajo za predstavitev svojih zamisli uporabiti 3D-modele. Oblikovalcem in konstrukterjem omogoča lažjo predstavitev idej, poleg tega pa tudi hitro prepoznavanje oblik in odpravo napak. ■



Model, izdelan v barvah, za natančno ponazoritev delovanja sklopa

# Nadzor proizvodnje z OEM-čitalniki črtne kode Metrologic

www.iskraemeco.si  
www.leoss.si

V podjetju ISKRAEMECO, ki v svojem programu ponuja naprave in sisteme za merjenje, registracijo in obračun električne energije, so v proizvodno linijo vgradili OEM-čitalnike črtne kode z namenom sledenja proizvodnje merilnih naprav.

OEM-čitalniki odčitavajo črtne kode vsakega proizvedenega števca in s tem omogočijo natančno sledljivost, hkrati pa pri testiranju vsake merilne naprave natančno vedo, v kakšnem stanju je naprava.

Kako poteka sistem sledenja proizvodnje? Vsaka merilna naprava, ki skozi proizvodno linijo teče s hitrostjo 12 m/min, ima etiketo s črtno kodo, ki vsebuje natančne podatke o števcu. OEM-čitalnik Metrologic IS 4220 odčita vsako črtno kodo in jo sporoči v centralni računalniški sistem. Na ta način sta omogočeni optimizacija proizvodnje in pretok informacij, ki je hitrejši, gotovi izdelki pa dosegajo višjo kakovost.

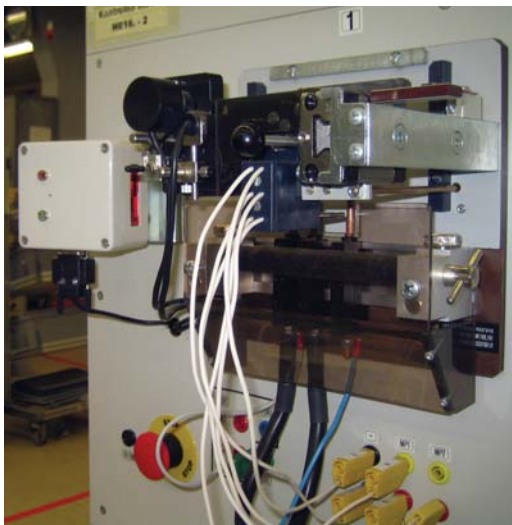


Uporaba izdelkov v proizvodnji omogoča:

- zagotavljanje sledljivosti vsake merilne naprave in s tem
- nadzor kakovosti surovin, gotovih izdelkov ter njihovo identifikacijo,
- hitrejšo prehajanje med posameznimi stopnjami delovnega procesa,
- višjo organizacijsko raven proizvodnje in zato
- znižanje stroškov ter povečanje kakovosti in učinkovitosti poslovanja.

Pri čitalnikih OEM gre za posebne čitalnike črtne kode, ki so moduli za vgradnjo v izdelke in naprave drugih proizvajalcev. Idealni so za uporabo v interaktivnih terminalih, prodajnih avtomatih in v proizvodnih linijah. Zaradi svoje kompaktnosti in majhnosti so lahko vgradljivi. Črtne kode berejo hitro in natančno, eno- ali vsesmerno.

Najpogosteje se v proizvodnji za podobne rešitve odločijo v panogah, kot so: avtomobilska, težka, telekomunikacijska, elektrotehnična, kemična industrija in v proizvodnji gotovih izdelkov. ■



## Microsoft in Autodesk okrepila strateško zaveznitvo

Autodesk in Microsoft sta razširila svoje obstoječe strateško zaveznitvo, da bi uporabnikom omogočila enostavnejše ustvarjanje, upravljanje in izmenjavo pomembnih oblikovalskih podatkov v vseh projektnih stopnjah in procesih življenjskega cikla izdelka. Podjetji sta najavili zaključek prve stopnje razširjenega zaveznitva, ki vključuje dostopnost nove funkcionalnosti Autodesk DWF (Design Web Format). Ta bo omogočila enostavno povezovanje oblikovalskih informacij iz Autodeskovih aplikacij z aplikacijami Microsoft Office in Microsoft Business Solutions-Great Plains ter Microsoft Business Solutions-Axapta (sedaj del Microsoft Dynamicsa).

Podjetji sta se prav tako dogovorili, da bosta še nadalje povezovali svoje tehnologije, kot so razširjena Microsoftova podpora za Autodeskovo funkcionalnost DWF in načrti za Autodeskovo podporo Microsoftovega jezika XAML (Extensible Application Markup Language).

Z novo različico programske opreme Autodesk DWF Writer bodo tako lahko uporabniki izkoristili funkcijo za hitro objavljanje v Microsoft Officeu za ustvarjanje in bolj varno izmenjavo oblikovalskih vsebin. Prav tako bodo lahko s preprostim premikanjem datoteke DWF v aplikacijsko okno enostavno izmenjevali risbe, zemljevide in modele znotraj aplikacij Microsoft Office ter pripravili predogled, iskali, tiskali ter pošiljali datoteke DWF neposredno v orodju Raziskovalec. (D. Š.)

# Poroka CE in IKT

## Prireditev CES je zrasla v največji poslovni sejem Amerike in največji dogodek potrošniške elektronike v svetu

Esad Jakupović

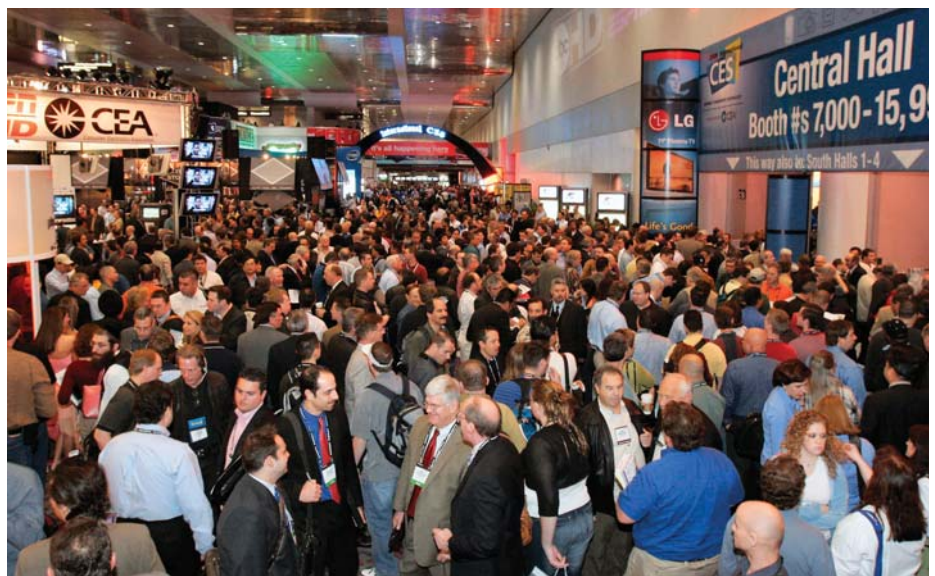
Las Vegas je bil prvi teden januarja štiri dni središče sveta potrošniške elektronike in zabavnega računalništva. To je bil že prej, vendar pa so se stvari v zadnjih treh letih precej spremenile. Do leta 2003 so novembra v Las Vegasu organizirali tudi vrhunski sejem informacijsko-komunikacijskih tehnologij Comdex, na katerega so prihajali direktorji vodilnih svetovnih podjetij in na katerem so predstavili veliko novih izdelkov. Za njim je januarja prihajal CES kot povsem drugačen dogodek, namenjen igranju in zabavnim »stvarčicam« (angl. *gizmo*). Comdex se je po letu 2001 in začetku svetovne krize v informacijskih tehnologijah v letih 2002 in 2003 tako poslabšal, da so ga morali ukiniti. Od takrat se je začel silovit vzpon sejma CES, ampak le delno zaradi ukinitve Comdexa.

Potrošniška elektronika in zabavno računalništvo sta zadnja leta prerasla v ogromen svetovni posel, ki je lani prinesel več kot 124 milijard dolarjev. Nove tehnologije so omogočile zблиževanje (konvergenco) funkcij in združevanje (integriranje) naprav. Internet, širokopasovne komunikacije in druge inovativne tehnologije so omogočile prevzemanje večpredstavnih vsebin: glasbe, TV-programov, filma, videa v gospodinjstvih in pisarnah, z novimi »stvarčicami« pa je to omogočeno skorajda vsepovsod. Večina potrošniške elektronike in zabavnega računalništva je tako postala del glavnega toka informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT), lasvegaška prireditev potrošniške

elektronike, kar pravzaprav pomeni kratica CES (*Consumer Electronics Show*), pa je zrasla v največji poslovni sejem v ZDA.

Letošnji CES je bil v vsem rekorden: preko 2500 razstavljalcev na več kot 154.000 kvadratnih metrih razstavnega prostora in več kot 150.000 obiskovalcev, od tega najmanj 23.000 iz tujine (iz 110 držav). »CES je uspel v vseh pogledih,« je komentiral Gary Shapiro, predsednik družbe CEA (*Consumer Electronics Association*), ki sejem tudi organizira. Dogodek je privabil na stotine

predsednikov in generalnih direktorjev s področja potrošniških tehnologij, inženirstva, vsebin, oddajanja televizijskih programov, kabelskih mrež, filma, glasbe, financ in drugih področij, predstavnikov vlad ter osebnosti iz sveta umetnosti, kulture in zabave. Uvodne nagovore so imeli predsedniki podjetij Microsoft (Bill Gates), Google, Yahoo in Sony Corp. ter generalni direktor Intela. Na sejmu so se pojavile tudi številne slavne osebnosti iz sveta filma in glasbe, med drugimi tudi Tom Cruise, Tom Hanks, Robin Williams, Morgan Freeman in Quin-



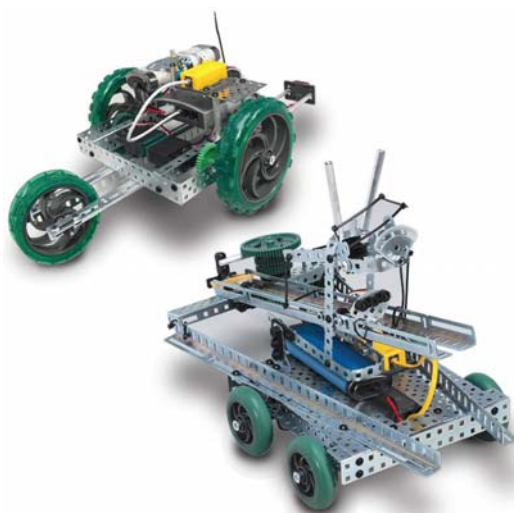
Vodilni sejem potrošniške elektronike v svetu:  
CES 2006 v Las Vegasu



**Namizno-prenosni medijski računalnik:**  
Media Center PC podjetja Dell z dvojedrnim procesorjem in 20,1-palčnim monitorjem, ki ga lahko zložimo v nenavadno oblikovano aktovko

cy Jones. Koncentracija osebnosti je presegla tisto iz časov sejma Comdex.

Na CES-u so predstavljene novosti, ki uporabnikom omogočajo brezmejno moč nadzora nad tem, kdaj, kje in kako gledati filme, slišati glasbo, pregledati fotografije ter dostopati do informacijskih, izobraževalnih in zabavnih vsebin. Najvažnejši trend na sejmu je bila konvergenca tradicionalnih proizvodnih kategorij, ki je prinesla enkratne večfunkcijske digitalne naprave. Predstavljena je bila paleta novih naprav Bluetooth, digitalnih avdionaprav, izdelkov za obdelavo slik, satelitskih radijskih sprejemnikov, naprav za digitalno zabavo v avtomobilu. Prikazana je bila vrsta naprav za nove in prihajajoče tehnologije, na primer nova formata HD in Blu-ray. Veliko novosti je bilo predstavljeno tudi s področja ultraširokopasovnih



Robot za učenje: inovativni Vex Robotics Design System, ki študentom omogoča gradnjo katerih koli robotskih naprav

tehnologij, spletne televizije (IPTV), internetne telefonije (VoIP) in robotike. Prihajajoči prehod na televizijo visoke definicije je pripeljal do vrste novih naprav HDTV. Obenem je spodbudil še hitrejši razvoj tehnologij zaslonov, zato so bili na CES-u predstavljeni novi zasloni z organskimi svetlečimi diodami (OLED) in tudi zasloni z oddajanjem elektronov (SED). Ni čudno, da komentatorji govorijo o »poroki« potrošniške elektronike (CE) in IKT. ■



**Večpredstavni računalnik nad glavo:** PC Media Center podjetja IconTV z 8-palčnim zaslonom HD, občutljivim na dotik, ki se odpre oz. zapre z daljinskim krmilnikom

## Digitalni tisk za fakulteto

Oddelek za tekstil Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani je dobil nov laboratorij za digitalni tisk, za katerega je večino opreme prispeval Xerox. Gre za tiskalnik DocuTech65, ki skupaj s produkcijskim optičnim čitalnikom DigiPath omogoča tiskanje dokumentov z mreže, interneta ali diska, in barvni tiskalnik DocuColor12, ki z vsestranskostjo omogoča posebljanje dokumentov ter hitre in kakovostne odtise. Na odprtju so v živo predstavili izdajo biltena z naslovom Oblečene informacije, ki je s pomočjo tiskalnika DocuColor12 z naj-novejšimi podatki in fotografijami ugledal luč sveta le 10 minut po slavnostnem prerezu traka. Xeroxove naprave za digitalni tisk bodo prihodnjim generacijam študentov omogočale lažje, inovativnejše in bogatejše delo pri uresničevanju idej in študijskih nalog. Omenjeni proizvodi omogočajo izdelavo enostranskih in obojestranskih črno-belih in večbarvnih tiskovin v formatih od A5 do povečanega formata A3. Novi laboratorij pomeni za Naravoslovnotehniško fakulteto veliko pridobitev, saj sledi tehnološkemu in raziskovalnemu razvoju na tekstilnem, grafičnem in medijskem področju, pri vsakdanjem študijskem procesu pa bo študentom omogočal izpeljavo modernih in evropsko primerljivih projektov. (E. J.)



# Mednarodna nagrada projektu VoiceTRAN

Špela Stres

Institut Jozef Stefan, Ljubljana

Projekt VoiceTRAN podira jezikovne ovire.

Človeštvo že desetletja sanja o komunikaciji, ki ji različni svetovni jeziki ne bodo pomenili nobene ovire. Na takih sanjah so zasnovani tudi komunikatorji priljubljene znanstveno-fantastične serije Star Trek. Ko so komunikatorje uporabili junaki serije, so se med seboj razumeli brez težav, ne glede na to, s katerega planeta so prihajali. Kaže, da bo tudi na tem področju znanstvena fantastika kmalu postala naš vsakdan.

V Sloveniji teče od leta 2004 projekt VoiceTRAN, ki ga vodi dr. Jerneja Žganec Gros iz podjetja Alpineon. Pri projektu sodeluje poleg Fakultete za elektrotehniko, Filozofske fakultete, Fakultete za družbene vede in podjetja Amebis, ki je raziskovalni partner, tudi Institut Jozef Stefan. Cilj projekta je razvoj kompaktnega večjezičnega prenosnega govornega komunikatorja, ki bo omogočal dvosmerno govorno komunikacijo med govorcema različnih jezikov. Zaenkrat se slovenski raziskovalci ukvarjajo z jezikovnim parom slovenščina-angličščina, vendar je komunikator zasnovan tako, da bo omogočal preprosto dodajanje novih jezikov. Izvedbo projekta sofinancira Ministrstvo za obrambo v okviru ciljnega raziskovalnega programa Znanje za varnost in mir 2004-2010.

Projekt VoiceTRAN je na mednarodni konferenci eChallenges 2005, ki jo je oktobra lani v Ljubljani pred 590 delegati iz 46 držav odprl dr. Jure Zupan, minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo RS, prejel nagrado za predstavitev na slovenskem paviljonu, posvečenem informacijsko-komunikacijski tehnologiji. Nagrada dokazuje mednarodno prepoznavnost tega projekta, kar je še posebej dragoceno, saj kaže na uspešno združevanje moči raziskovalnih institucij z visokošolskimi izobraževalnimi organizacijami in slovenskimi zasebnimi podjetji.

Docent dr. Tomaž Erjavec, raziskovalec in znanstveni sodelavec Odseka za tehnologije znanja na Institutu Jozef Stefan, o projektu pravi: »Komunikator VoiceTRAN združuje prepoznavo, strojno prevajanje in sintezo govora. Z njegovo uporabo se bodo meje med govorcami različnih jezikov zbrisale, dostop do informacij, na primer v evropskem prostoru, bo zelo olajšan.« ■



## Wacom razširil svojo ponudbo grafičnih tablic

Podjetje Wacom je v začetku januarja predstavilo novosti na področju grafičnih tablic. Z novima modeloma Intuos3 A3 Wide in Intuos3 A4 Oversize ciljajo predvsem na uporabnike na področju urejanja videa, industrijskega oblikovanja in računalniškega načrtovanja. Obe tablici je mogoče kupiti ali v izvedbi s peresom, ki je namenjen predvsem za oblikovalce ali v izvedbi z miško za CAD uporabnike. (D. Š.)





# Moč v rokah

Slovenska podružnica podjetja Fujitsu Siemens Computers (FSC) je predstavila dva najnovjša proizvoda – tablični računalnik Lifebook P1510 in dlančnik Pocket Loox N520. Lifebook P1010 je najlažji in najmanjši prenosni računalnik FSC z vrtljivim 8,9-palčnim zaslonom, občutljivim na dotik. Kljub skromnim dimenzijam in masi le 1 kg je opremljen s procesorjem Intel Centrino 1,2 GHz, trdim diskom 60 GB, pomnilnikom 512 MB in še več dodatki, med katerimi sta tudi brezžični omrežji WLAN in Bluetooth ter vhoda za kartice CF II in SD. Računalnik je opremljen z operacijskim sistemom Windows XP Tablet PC Edition 2005, omogočena pa je uporaba aplikacij Microsoft Office, ki med drugim nudi možnost iskanja v rokopisnih pisanih dokumentov. Varnostni sklop tabličnega računalnika vključuje tehnologijo prepoznavanja prstnega odtisa, z dodatnim vnosom gesla ali brez njega, in varnostni modul TPM, ki se obnaša kot strojni »trezor« za gesla in kodne ključe. Pocket Loop N520 je prvi dlančnik FSC, ki ima vgrajeno funkcionalnost GPS s sprejemnikom in anteno. Opremljen je z ope-

racijskim sistemom Windows Mobile 5.0 Premium Edition, bliskovnim pomnilnikom 128 MB. Tako novi tablični računalnik kot tudi novi dlančnik odlikuje izjemno kakovostno oblikovanje. (E. J.) ■



## Elektronska ključavnica nove generacije

Podjetje Špica International je kot ekskluzivni zastopnik podjetja VingCard v Sloveniji in na Hrvaškem predstavilo elektronsko varnostno ključavnico nove generacije Signature. V VingCardu so poleg tehnoloških novosti posebno pozornost namenili ergonomiji, oblikovanju in preprosti uporabi; pri tem so sodelovali s podjetjem Bresslergroup, ki je vodilno na področju industrijskega oblikovanja in je kljuko ter elektronske čitalnike prilagodilo najširšemu krogu uporabnikov. VingCardovi strokovnjaki so na osnovi natančne analize hotelskih okolij in slogov po svetu ugotovili, da je ključ do uspešne estetske umestitve ključavnic v prostore prilagodljivo oblikovanje. Serijo ključavnic Signature so razvili z upoštevanjem novih gradenj in večjih hotelskih preureditev, da bi ohranili oblikovno celovitost hodnikov, sob in drugih prostorov. V ponudbi sta standardni ključavnici v izvedbah Trend in Décor v dveh barvnih odtenkih in s štirimi oblikami kljuk, po naročilu pa tudi kljuko iz prestižne zbirke Designers' Collection. Ključavnice serije Signature so tehnološko ene od najnaprednejših hotelskih ključavnic, opremljene z bliskovnim (*flash*) pomnilnikom, ki zabeleži do 600 dogodkov, omogoča preprosto in zanesljivo zbiranje podatkov ter njihovo poznejšo analizo. Za delovanje poskrbijo tri 1,5-voltne alkalne baterije. Ključavnice podpirajo magnetne kartice in kartice s čipom, po naročilu je mogoče dobiti tudi oboje hkrati. Za večjo varnost imajo

zapah *auto deadbolt*, ki ključavnico samodejno zaklene, ter sistem *panic release*, ki jo odklene s pritiskom na kljuko z notranje strani. Mogoča je tudi nadgradnja na tehnologijo radijske identifikacije (RFID). (E. J.) ■



Nova elektronska varnostna ključavnica nove generacije Signature

## Zaščita orodij s trdimi PVD- prevlekami

*Avtor: Peter Panjan,  
Miha Čekada*

*Založil: Institut Jožef Stefan,  
Ljubljana 2005*

Ob dvajsetletnici delovanja Centra za trde prevleke na Institutu Jožef Stefan sta avtorja, vodilna raziskovalca v Odseku za tanke plasti in površine na IJS, pripravila pričujočo znanstveno monografijo. Knjiga zaokrožuje dolgoletno raziskovalno in razvojno delo Odseka na področju trdih prevlek, pripravljenih s fizikalnimi postopki nanašanja iz parne faze (PVD).

Vsebinska knjige je razdeljena na šest poglavij. V uvodnem delu sta najprej pojasnjena pojma inženirstvo površin in plazemsko inženirstvo površin. Podan je tudi zgodovinski razvoj področja rezalnih materialov in postopkov inženirstva površin.

V drugem poglavju so podrobneje opisani klasični in novejši postopki zaščite orodij proti prekomerni obrabi. Poudarek je na fizikalnih postopkih nanašanja (PVD) trdih zaščitnih prevlek. Podrobneje so opisani tudi načini priprave orodij in strojnih delov pred nanašanjem trdih zaščitnih prevlek. Ker sta osnova PVD-postopkov nanašanja vakuum in nizekotlačna plazma, je podrobneje opisano, zakaj sta potrebna.

Tretje poglavje obravnava mehanske in druge fizikalno-kemijske lastnosti trdih zaščitnih prevlek. Posebna pozornost je namenjena razlagi trdote trdnih snovi in trdih prevlek.

V četrtem poglavju je podan podroben opis metod za karakterizacijo lastnosti prevlek, zlasti mehanskih.

V predzadnjem, petem poglavju knjige so opisane vse trde zaščitne prevleke, ki se danes uporabljajo za zaščito orodij in strojnih delov.

Zadnje poglavje obravnava mehanizme obrabe orodij pri različnih postopkih mehanske obdelave. Opisane so potencialne možnosti uporabe trdih zaščitnih prevlek za zaščito orodij. V tem poglavju so predstavljeni tudi številni rezultati testiranja v redni industrijski proizvodnji. Na koncu knjige pa je izčrpen seznam ustrezne literature na področju trdih zaščitnih prevlek.

Knjiga je napisana pregledno, v razumljivem strokovnem jeziku, popestrjena je z izvirnimi in zanimivimi slikami ter je strokovno korektna. Kot vir koristnih informacij jo priporočamo študentom strojništva, materialov in metalurgije, fizike, kemijske tehnologije ter raziskovalcem na omenjenih področjih, predvsem pa orodjarjem in tehnologom v industriji pri odločitvi, katero prevleko uporabiti v posameznem tribološkem sistemu. ■

**Založil: Institut "Jožef Stefan"**

**Leto izdaje: 2005**

**Število strani: 232**

**Format: B5**

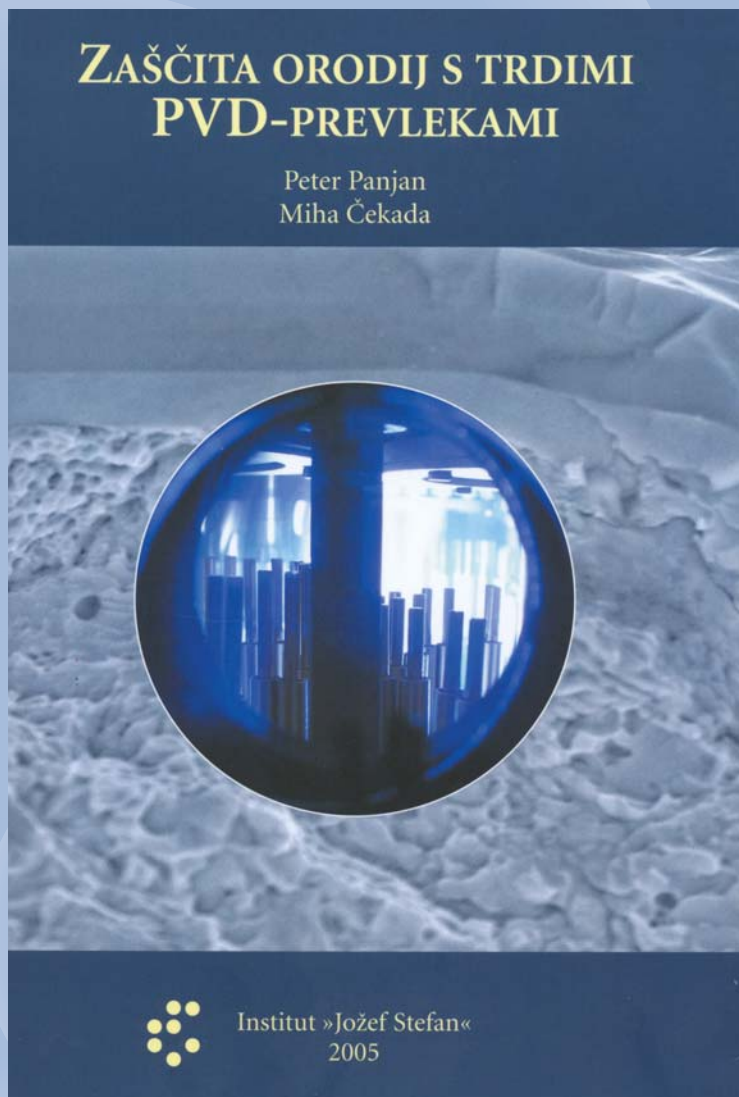
**Jezik: slovenski**

**Cena: 4.000 SIT + DDV**

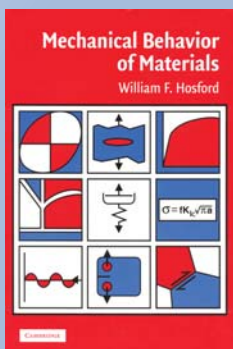
**Knjigo lahko naročite:**

**Tel: 01 477 3278**

**E-pošta: peter.panjan@ijs.si**



Institut »Jožef Stefan«  
2005



## Mechanical Behavior of Materials

**William Hosford**  
Univerza Michigan,  
Ann Arbor, ZDA

Knjiga z naslovom Mehansko obnašanje materialov vsebuje popis različnih odzivov materialov na zunanje sile. Obravnava širok spekter tematik in mehanske preizkuse za določevanje lastnosti materiala, plastičnost, ki se potrebuje za MKE-analize avtomobilskih trkov, vplive staranja materiala na njegove mehanske lastnosti ter številne druge vrste napak.

Knjiga je napisana za poučevanje o mehanskem obnašanju materialov in vsebuje številne primere ter probleme za študentsko prakso, izpostavljeno pa je kvantitativno reševanje problemov. V dodatku na koncu vsakega poglavja so zbrani tudi komentarji za pregled obravnavane tematike.

V primerjavi z drugimi podobnimi knjigami s tega področja daje predstavljena velik poudarek obravnavi plastičnosti ob medsebojnem učinkovanju tečenja, primerjalne napetosti in primerjalne deformacije ter njuni uporabi v kombinaciji s kriterijem tečenja materiala pri reševanju konkretnih problemov. Obravnavanje napak in analiza kompozitnih materialov sta ravno tako novost pri obravnavanju omenjenega področja.

**ISBN številka: 0-521-84670-6**

**Jezik: ANG**

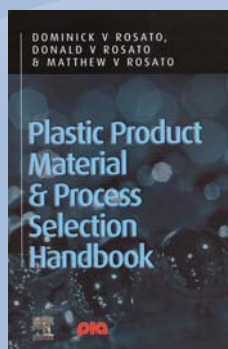
**Založba: Cambridge**

**Leto izida: 2005**

**Obseg: 425 strani**

**Cena (SIT/EUR):**

**19.820,00 SIT/82,71 EUR.\***



## Plastic Product Material and Process Selection Handbook

**Dominick V Rosato,**  
**Donald V Rosato,**  
**Matthew V Rosato**

Knjiga je namenjena ljudem, ki delajo oziroma se pri svojem delu srečujejo z izdelki iz umetnih mas. V prvi vrsti je namenjena razvojnikom, tehnologom, konstruktorjem, kontrolorjem, pa tudi kupcem, ki take izdelke kupujejo. V prvem delu knjige so opisani posamezni materiali. Poudarek je na termoplastih, najdemo pa tudi nekaj informacij o duroplastih, elastomerih in silikonih. Na koncu poglavja je nekaj primerjalnih tabel in diagramov, ki prikazujejo, kje je naš izbrani material glede na zahtevano lastnost v primerjavi z drugimi.

V drugem delu knjiga obravnava vse osnovne tehnologije predelave, kot tudi njene izpeljanke. Zaradi velikega števila opisanih tehnologij so pri vsaki navedeni le najosnovnejši podatki.

S prebiranjem knjige se bralec seznanja predvsem s splošnimi informacijami o številnih materialih in posameznih tehnologijah. Knjiga daje bralcu širino in razgledanost, ne pa posameznih specialnosti, čeprav so v določenih poglavjih zajeti tudi ti.

**ISBN številka: 1-85617-431-X**

**Jezik: ANG**

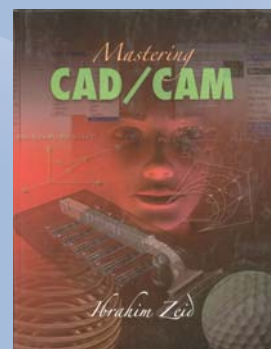
**Založba: Elsevier**

**Leto izida: 2004**

**Obseg: 618 strani**

**Cena (SIT/EUR):**

**67.740,00 SIT / 282,67 EUR\***



## Mastering CAD/CAM

**Ibrahim Zeid**

Prva izdaja publikacije Mastering CAD/CAM obsega podroben in izčrpen izbor modernih tehnik za modeliranje, parametризacije, površine NURBS, skupinsko delo pri oblikovanju, upravljanje s podatki o izdelku (PDM) in upravljanje življenjskega cikla izdelka (PLM). V knjigi se teorija prepleta s prakso, saj opisuje uporabo CAD/CAM-sistemov v praksi (primeri dobre prakse), navaja vaje, naloge, na koncu vsakega poglavja pa so predstavljena še vprašanja, ki se porajajo pri uporabi. Zeid bralcu ponuja obsežen izbor tematik z bogatimi primeri za študijske diskusije in uporabne naloge. Instruktorji in predavatelji posamezne teme lahko prilagodijo vsebine končnim uporabnikom modernih tehnik. Publikacija je primerna za študente strojništva in druge študente, ki se ukvarjajo z računalniškim načrtovanjem, industrijskim oblikovanjem in podobnimi temami. Namenjena je predvsem širšemu krogu bralcev s področja strojništva in industrijskega inženiringa, služi pa tudi kot odličen priručnik za izkušene uporabnike.

**ISBN številka: 0-07-297681-0**

**Jezik: ANG**

**Založba: McGraw-Hill**

**Leto izida: 2005**

**Obseg: 992 strani**

**Cena (SIT/EUR):**

**36.260,00 SIT / 155,48 EUR\***

\*V ceni je vključen DDV in dostava v Slovenijo

*Vse zgoraj predstavljene knjige lahko naročite:*

**Knjigarna Lux Libris, Lamutova ulica 48 a, 1126 Ljubljana-Podutik, Telefon: 01/518-45-87, Faks: 01/507-94-55, E-pošta: info@luxlibris.com, Web: www.luxlibris.si ali www.luxlibris.com**

**V prvi številki nudimo vsem naročnikom revije IRT 3000 promocijski 10 % popust za knjigo iz področja CAD/CAM in Mechanical Engineering, pri naročilih do 31. 3. 2006, za knjigo Plastic pa 15 % popusta.**



# V naslednji številki preberite



## Intervju: Gorazd VRBICA,

je nekdanji študent Ekonomske fakultete in alumni član Združenja Management Group. Študij je dokončal v ZDA, dolga leta delal kot svetovalec, sedaj pa je zaposlen kot vodja nabavne strategije in strokovnega managementa koncerna Volkswagen. Je utemeljitelj programa ForMotion, najambicioznejšega programa zniževanja stroškov v avtomobilski industriji.

## OPLEMENITENJE DELOVNIH POVRŠIN ORODIJ

Performanse in življensko dobo orodja v veliki meri določa izbira postopka in kakovost oplemenitene površine.



## Vrhunski termoplasti - POLIFENILEN SULFID (PPS)

V rubriki vrhunski termoplasti bomo v prihodnji številki govorili o termoplastu pod oznako PPS - POLIFENILEN SULFID. Spoznali bomo njegove osnovne lastnosti, področja uporabe, prednosti in slabosti pri predelavi, izhodiščne cene ter predelovalce pri nas.

## OSKRBOVANJE V DIGITALNEM SVETU

Podjetja se na mednarodnem trgu vse bolj soočajo z resničnimi izzivi pri koordinaciji tako materiala kot tudi informacij - in rešitev iščejo v optimalno organiziranih logističnih sistemih.



Naslednja številka izide konec aprila

## HIŠNI SEJEM OB 10. LETNICI DELOVANJA PODJETJA SCHMIDT HSC



**SCHMIDT**  
PREDANI USTVARJANJU REŠITEV

Podjetje Schmidt HSC, d.o.o. iz Celja vabi svoje poslovne partnerje in vse, ki jih zanimajo novosti na področju obdelovalnih tehnologij, na svoj prvi hišni sejem. S to prireditvijo bomo delovno proslavili deseto obletnico delovanja našega podjetja.

Potekal bo od 4. do 6. aprila 2006 v prireditvenih prostorih centra RITS v Celju.

Poudarek sejma bo na predstavitev novitet partnerjev v sklopu zastopstev našega podjetja, in predstavitev novega partnerja, koncerna Komet Group. Vsak dan bodo potekali tudi kratki strokovni seminarji s praktičnimi predstavitvami.

Podroben program sejma bo objavljen na spletni strani [www.hsc-schmidt.si](http://www.hsc-schmidt.si)

## Teximpovi seminarji: **Teximp** 360° CNC Solutions

### 1. TORNOS

V podjetju Teximp, d. o. o., pripravljajo seminar, na katerem bodo predstavili NOVO TORNOS S-LINIJO in dva nova stroja: DECO 20s in DECO 8sp s podajalcem palic.

Predstavitve novosti programa TORNOS bo potekala 16. in 17. marca 2006 v Teximpovem centru TTC na Letališki 27 v Ljubljani.

Na obeh enodnevni seminarjih bodo udeleženci spoznali novosti in prednosti le-teh. V dveh dneh bo poleg strokovnih predavanj tudi demonstracija praktičnih primerov na obeh strojih TORNOS.

### 2. NAKAMURA

V začetku aprila je predviden seminar s praktično predstavitvijo strojev na temo NAKAMURA.

Za vse dodatne informacije se lahko obrnete na naslov: [sasa.sladic@teximp.com](mailto:sasa.sladic@teximp.com).

## MALI OGLASI: ZAPOSLOTITVE

Zaradi bistveno povečanega obsega poslovanja zaposlimo dva sodelavca za delovni mesti:

- Tehnično svetovanje in prodaja - (omrežne skupine 02, 03)
- Tehnično svetovanje in prodaja - (omrežne skupine 04, 05)
- ste stari do 30 let, imate najmanj srednjo izobrazbo in poznate tehnologijo obdelave kovin?
- aktivno obvladate nemščino ali angleščino in imate osnovna računalniška znanja?
- vas veseli delo s strankami na terenu, ste dinamični in iznajdljivi?

Če ste pozitivno odgovorili na zgornja vprašanja, ste pravi kandidat za nas - pošljite nam svojo prijavo z življenjepisom, opisom dosedanjih del in fotografijo na:

Schmidt HSC, d.o.o.  
Kidričeva 25  
3000 Celje

(s pripisom: "Za razpis")  
ali na [info@hsc-schmidt.si](mailto:info@hsc-schmidt.si) (zadeva: "Za razpis")  
več informacij o podjetju najdete na spletni strani: [www.hsc-schmidt.si](http://www.hsc-schmidt.si)

(Razpis je odprt do 01.06.2006 oziroma zasedbe delovnih mest. Vse kandidate bomo pisмено obvestili o naši izbiri.)



CoroDrill® 880 featuring:  
Step Technology

## CoroDrill® 880

Odkrijte nov in še profitabilnejši način izdelave kratkih izvrtin. Seznanite se z našo zadnjo inovacijo - CoroDrill 880.

Odlične karakteristike in visoka produktivnost bo znižala vaše stroške vsaj za polovico.

[www.coromant.sandvik.com/si](http://www.coromant.sandvik.com/si)

**SANDVIK**  
Coromant

Your Productivity Partner

**MORI SEIKI**  
THE MACHINE TOOL COMPANY



NVD4000 DCG Super Tuned



**DOOSAN**



**MORI SEIKI**  
THE MACHINE TOOL COMPANY

**DOOSAN**

Doosan Infracore

**Kawasaki Robot**

**Sodick**

**LOSMAN**

**DoALL**

**PEGAS GONDA**

**PEDRAZZOLI**

**SERRA MAC**

**SUMITOMO ELECTRIC**



**DORMER**



**format**  
professional quality

**Mitutoyo**

**NIKKEN**

**D'ANDREA**

**RÖHM**

**TECNOMAGNETE**

**PFERD**



**NORTON**

**UNIOR**

**HAZET**

**Makita**

**LISTA**

**BTS COMPANY - CENTER TEHNIKE**  
15 LET SODELOVANJA IN ZAUPANJA

Celovite rešitve na področju rezilnega orodja, vpenjal, merilnih naprav, strojne obdelave in svetovanja.



**LJUBLJANA**  
Bratislavška 5  
Tel: 01 / 58 41 400  
fax: 01 / 52 49 224

<http://www.bts-company.si>

**MARIBOR**  
Zagrebška 20  
Tel: 02 / 46 00 300  
fax: 02 / 46 00 306

[info@bts-company.si](mailto:info@bts-company.si)