



**OPL**

**FESTO**

**NORGREN**

- Intervju
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Upravljanje proizvodnega sistema
- Natančnost laserskega merilnika
- Zagotavljanje kakovosti v montaži
- Gibanja na tržišču fluidne tehnike
- Iz prakse za prakso

**Parker**

**LAMA**  
Automation

**HYDAC**

**ENERPAC**

**MIEL OMRON**  
www.miel.si  
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

**albaros**  
tehnično svetovanje, projektiranje in izdelava strojev

**Danfoss**

Danfoss Compressors d.o.o.

**SMC**

www.olma.si



## industrijska olja in maziva

### Proizvodni program:

hladilno mazalna sredstva, sredstva za hladno preoblikovanje, sredstva za antikorozijsko zaščito, olja za termično obdelavo, mazalne masti, olja za posebne namene, razmastilna sredstva, pomožna sredstva za gradbeništvo, hidravlične tekočine, maziva in tekočine za motorna vozila, olja za zobniške prenosnike, svetovanje in ekologija



**OLMA**  
LUBRICANTS

Impresum	205	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	205	Univ.-Prof.Dr.-Ing. Siegfried Helduser – vodja Inštituta za fluidno tehniko na TU Dresden	230
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	206	■ PREDSTAVITEV	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	224	Laboratorij za vodne in turbinske stroje	234
■ ALI STE VEDELI	278	■ VENTIL NA OBISKU	
Seznam oglaševalcev	294	Ydria Motors, d. o. o – izdelki za kakovostne gospodinjske aparate	240
Znanstvene in strokovne prireditve	227	■ DISKRETNA SIMULACIJA	

**Naslovna stran:**

OLMA, d. d., Ljubljana  
Poljska pot 2  
1000 Ljubljana  
Tel.: + (0)1 58 73 600  
Fax: + (0)1 54 63 200  
e-mail: komerciala@olma.si

OPL Avtomatizacija, d. o. o.  
BOSCH Automation  
Koncesionar za Slovenijo  
IOC Trzin, Dobrave 2  
SI-1236 Trzin  
Tel.: + (0)1 560 22 40  
Fax: + (0)1 562 12 50

FESTO, d. o. o.  
IOC Trzin  
Blatnica 8  
SI-1236 Trzin  
Tel.: + (0)1 530 21 10  
Fax: + (0)1 530 21 25

IMI INTERNATIONAL, d. o. o.  
(P.E.) NORGREN HERION  
Alpska cesta 37B  
4248 Lesce  
Tel.: + (0)4 531 75 50  
Fax: + (0)4 531 75 55

PARKER HANNIFIN  
Corporation  
Podružnica v Novem mestu  
Velika Bučna vas 7  
SI-8000 Novo mesto  
Tel.: + (0)7 337 66 50  
Fax: + (0)7 337 66 51

Titus+Lama+Huwil  
LAMA, d. d., Dekani  
Dekani 5, 6271 Dekani  
Tel.: + (0)5 66 90 241  
Fax: + (0)5 66 90 431  
www.automation.lama.si  
www.titusplus.com

HYDAC, d. o. o.  
Zagrebska c. 20  
2000 Maribor  
Tel.: + (0)2 460 15 20  
Fax: + (0)2 460 15 22

MIEL Elektronika, d. o. o.  
Efenkova cesta 61, 3320  
Velenje  
T: +386 3 898 57 50  
F: +386 3 898 57 60  
www.miel.si

www.omron-automation.com  
Enerpac BV  
PO Box 8097  
6710 AB Ede  
The Netherlands  
Tel: +31 318 535911  
Fax: +31 318 525613  
Info@enerpac.com  
www.enerpac.com

ALBATROS-PRO d.o.o.  
Cankarjeva 9  
1370 Logatec  
tel: + (0)1 756 41 30  
fax: + (0)1 756 41 32  
albatros@siol.net

Danfoss Compressors, d.o.o.  
Gospodinjski kompresorji  
Ulica Heroja Stariha 24,  
8340 Črnomelj,  
Tel.: +386 7 33 61 104  
Fax: +386 7 3361 200  
http://www.danfoss-cmpr.si

SMC Industrijska avtomatika,  
d. o. o.  
Mirnska cesta 7  
8210 TREBNJE  
Tel.: + (0)7 3885 412  
Fax: + (0)7 3885 435  
office@smc.si  
www.smc.si

Marjan JENKO, Peter MITROUCHEV, Daniel BRUN-PICARD: Control of the FMS by the Product, in Presence of Stochastic Phenomena - Simulation and Results 244

## ■ MERITVE

Andrej LEBAR, Mihael JUNKAR: Natančnost atributivnega laserskega merilnika prisotnosti 252

## ■ KAKOVOST V MONTAŽI

Zmago KOZINA, Peter JANČAN, Marijan MARŠIČ, Matija ABSEC: Zagotavljanje kakovosti v procesu izdelave hermetičnega kompresorja 258

## ■ FLUIDNA TEHNIKA – RAZPRAVA

Darko LOVREC: Gibanja na tržišču fluidne tehnike 264

## ■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Denis BOŽIČ, Aleš BIZJAK, Robert JURCA: Projektiranje kompaktnih hidravličnih sistemov 270

## ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Pozicioniranje s servoregulatorjem IndraDrive  
Predstavitev laserske merilne opreme KTEK 280  
282

## ■ NOVOSTI NA TRGU

Izredni razvojni dosežek pri razvoju pnevmohidravličnih črpalk (ENERPAC) 284  
Operaterski paneli Mitsubishi E1000 (INEA) 284  
Inteligentni variator hitrosti – MOTO<sup>INVERTER</sup> ISV (INOTEH) 285  
Ionizacijska šoba IZN 10 (SMC Industrijska avtomatika) 285

## ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Megawatni pogon za vlek peči pri proizvodnji cementa 286

## ■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 288  
Novi standardi za ocene tveganja 289

## ■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Jure MIKELN: Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev – 2. del 290

**VENTIL**  
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO  
ISSN 1518-1279 | KUPIL 14 / 2008 / 1

- Intervju
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Upravljanje proizvodnega sistema
- Natančnost laserskega merilnika
- Zagotavljanje kakovosti v montaži
- Gibanja na tržišču fluidne tehnike
- Iz prakse za prakso

**industrijska olja in maziva**

Proizvodni programi:  
Kvalitetno mazivo zahteva strojno opremo, ki je zasnovana za dolga leta. Zato je pomembno, da se za proizvodnjo uporabijo strojni deli, ki so zasnovani za dolga leta. Zato je pomembno, da se za proizvodnjo uporabijo strojni deli, ki so zasnovani za dolga leta.

**SMC LUBRICANTS**



5:34  
YNRNG  
58 db  
5ML  
EPTH  
51 MM  
OWER  
50%  
FPS  
24  
EJECT  
1  
EDGE  
1  
GREY  
4  
MOOTH  
3



## Tako majhna, a že čisto prava črpalka

Ni dolgo tega, ko je naša nova aksialno-batna variabilna črpalka V30E zagledala luč sveta. Ker je razvita na podlagi najnovejših spoznanj o črpalkah, jo čaka dolgo življenje in s svojo visoko zmogljivostjo bo razveseljevala dolga leta. Že sedaj lahko rečemo, da je s svojo kompaktnostjo, nizko težo in tihim delovanjem izpolnila vsa naša visoka pričakovanja. Delati z njo je pravi užitek, saj smo naš najmlajši naraščaj oblikovali kot del modularnega sistema Hawe. Želite kot eden prvih spoznati V30E? Potem si priskrbite dodatne informacije na telefonski številki 03/713 48 80 ali elektronski pošti [info@hawe.si](mailto:info@hawe.si)

Solutions for a World under Pressure

**HAWE**  
HYDRAULIK



© Ventil 14(2008)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 14(2008)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

## Impresum

Internet:  
http://www.fs.uni-lj.si/ventil/

e-mail:  
ventil@fs.uni-lj.si

ISSN 1318-7279  
UDK 62-82 + 62-85 + 62-31-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL – revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko  
– Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics

Letnik	14	Volume
Letnica	2008	Year
Številka	3	Number

Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industrije Gospodarske zbornice Slovenije. Izhaja šestkrat letno.

Ustanovitelj:  
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:  
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:  
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:  
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:  
doc. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana  
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana  
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule  
Aschaffenburg, ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT  
doc. dr. Roman KAMNIK, FS Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri  
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ,  
University of Alicante, Španija  
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen,  
ZR Nemčija  
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska  
prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka  
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana  
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana  
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana  
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:  
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:  
LITTERA PICTA, d. o. o., Ljubljana

Tisk:  
LITTERA PICTA, d. o. o., Ljubljana

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

Naslov izdajatelja in uredništva:  
UL, Fakulteta za strojništvo – Uredništvo revije VENTIL  
Aškerčeva 6, POB 394, 1000 Ljubljana  
Telefon: + (0) 1 4771-704, faks: + (0) 1 2518-567 in  
+ (0) 1 4771-772

Naklada:  
1 500 izvodov

Cena:  
4,00 EUR – letna naročnina 19,00 EUR

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano vrednost spada revija med izdelke, za katere se plačuje 8,5-odstotni davek na dodano vrednost.

## Razvoj na področju tehnike in izobraževanje po bolonjski deklaraciji

*Pogosto slišimo trditev, da znanje na področju tehnike zastari v nekaj letih, zato ga je treba stalno obnavljati. To prav gotovo velja, le čas zastaranja pridobljenega znanja ni določljiv, je za različne vede in stroke različen in ga po naši oceni ne moremo meriti v letih, ampak v desetletjih. Pa pogledjmo na dveh tehničnih primerih, če ta trditev, da znanje v nekaj letih zastara, resnično drži.*

*Za največji dosežek na področju tehnike v zgodovini človeštva nekateri štejejo odkritje in uporabo kolesa, drugi parnega stroja, tretji motorja z notranjim zgorevanjem, četrti tranzistor, ki je omogočil razvoj računalnikov, peti vesoljsko plovilo in šesti spet nekaj drugega. Od vseh teh odkritij moramo priznati, da je naredil največjo revolucijo v zgodovini človeštva prav motor z notranjim zgorevanjem; še posebej, če to gledamo z vidika sedanje uporabnosti. Toda prav tu lahko vidimo, da zgornja trditev o zastaranju znanja ne drži prav močno. Pred slabimi sto leti (1913), ko je Henry Ford vpeljal množično proizvodnjo za izdelovanje osebnih avtomobilov in s tem močno znižal stroške proizvodnje in tudi ceno avtomobilov na trgu, kar je omogočilo nakup mnogim prebivalcem, se je pravi razvoj tehnike šele začel.*

*Kupci in uporabniki takratnih avtomobilov so se lahko peljali s hitrostjo 100 km/h, sedeli pod streho za okroglim volanom in na 100 km porabili približno toliko bencina kot danes. Tudi danes se vozimo s povprečno hitrostjo manj kot 100 km/h, sedimo pod streho za okroglim volanom in imamo motor za pogon z ogromno neizkoriščene energije; podobno kot nekoč. Seveda se zavedamo velikih sprememb, kot je na primer, da ima sodobni avtomobil samo za premikanje in nastavitev sedeža kar tri elektromotorje, še pred dobrimi desetletji je imel cel avtomobil le enega za pogon brisalcev. Danes si težko predstavljamo avtomobil brez klimatske naprave ali avtomobil z manj kot desetimi leti garancije na rjavenje pločevine itd., itd.*

*Drugi primer so računalniki. Vsi, ki smo nekoliko starejši, se še spominjamo računalnikov na luknjanje kartic, hišnih računalnikov in tudi prvih osebnih računalnikov. Vsi ti računalniki so omogočali in še omogočajo izvajanje različnih računskih operacij, reševanje zapletenih ponavljajočih se izračunov, risanje in oblikovanje in podobno. Toda vse od takrat pa do danes se odnos med človekom in računalnikom ni bistveno spremenil. Res je, da je postal mnogo zmogljivejši, hitrejši in človeku prijaznejši, toda še vedno je »butast«, kot pravimo. Le redko te opozori na napačno vnesene podatke in podobno.*

*Zgoraj opisana primera kažeta, da so nekatera tehnična znanja, ki so bila poznana pred desetletji ali celo stoletjem, še vedno aktualna. Zavedati se moramo, da tudi na področju strojništva obstajajo fenomeni in principi, ki jih preprosto ne moremo zanemariti. Kdor želi biti uspešen na tem področju, jih pač mora do potankosti poznati, da lahko sklepa in mnogo lažje, hitreje in uspešneje rešuje druge strojniške in tehnične probleme.*

*Prav glede povedanega nas čudi, da so se evropski politiki pred leti odločili, da sprejmejo bolonjsko deklaracijo. S to gesto so skrajšali čas študija v splošnem in tudi na tehničnem področju. In to v času, ko morajo inženirji tehnike in tudi naravoslovja obvladati marsikatera »stara« znanja, ko nastajajo vedno nova, ko mora inženir strojništva spremljati in obvladati tudi druge tehnične vede, ko mladi rabijo več časa za pridobitev in osvojitve znanja, in ne nazadnje v času, ko se brezposelnost mladih v svetu povečuje, ko se starostna in delovna doba zaposlenih podaljšujeta in podjetja od mladih inženirjev zahtevajo vedno več znanja.*

*Razlaga za uvedbo bolonjskega načina študija je, da mora mladi inženir čim prej končati študij, priti v podjetje z nekim osnovnim znanjem, za njegov nadaljnji razvoj pa skrbi podjetje, v katerem je zaposlen. Ali je to argument, ki odtehta druge, zgoraj omenjene?*

Janez Tušek



## Inovacija »Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih prostorskih oblik« na evropski razstavi raziskav in inovacij v Parizu

Bralci revije Ventil se mogoče še spominjajo prispevka Lasersko merjenje in izdelava zahtevnih tridimenzionalnih oblik, ki je bil objavljen v reviji Ventil 12/2006/2. V prispevku je bil predstavljen sistem, ki sta ga skupaj razvila dva laboratorija Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani (Laboratorij za optodinamiko in lasersko tehniko – KOLT in Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo – LAKOS).

Do realizacije omenjenega sistema je prišlo bolj ali manj po naključju. Laboratorija sta se pred časom odločila, da sodelujeta na specializiranem sejmu avtomatizacije in mehatronike IFAM 2006, ki je potekal v februarju 2006 v Portorožu. Cilj udeležbe je bil predvsem promocija študija mehatronike, v katerega sta laboratorija vključena, saj smo se tedaj soočali z majhnim številom študentov na tej mladi smeri študija strojništva.

Ekspozata, ki sta ju imela laboratorija pripravljena za razstavo, to je merilnik za lasersko merjenje teles in namizni CNC-obdelovalni stroj, sta sicer predstavljala zanimivi rešitvi na dveh različnih področjih. Ob pripravi na sejem pa se je porodila ideja, da laboratorija združita omenjeni rešitvi v skupen, integriran sistem. Cilj, ki smo si ga postavili, je bil sistem za brezdotično merjenje oblike obraza, generiranje računalniškega tridimenzionalnega modela, generiranje trajektorij orodja za izdelavo pomanjšanega modela obraza in nazadnje strojna obdelava ter izdelava profila obraza. Namen je bil predstaviti učinkovitost razvitih tehnologij in pokazati zmožnost gradnje kompleksnih mehatronskih produktov ter iskanje novih možnih aplikacij navedenih tehnologij.



Utrinek z razstave

Projekt je uspel, predstavitev na IFAM-u je bila atraktivna in je požela kar nekaj odobravanja obiskovalcev. Da se zadeva ne bi pozabila, smo rešitev popisali tudi v omenjenem prispevku v Ventil. Kasneje smo sistem še enkrat predstavili, in sicer v okviru mednarodne konference 39<sup>th</sup> CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, ki smo jo organizirali junija 2006 v Ljubljani.

Potem pa smo na zadevo tako rekoč pozabili. Dokler ni prišlo vabilo na 4. Evropsko razstavo raziskav in inovacij (Salon Europeen de la recherche & de l'innovation), ki je potekala od 5. do 7. junija 2008 v Parizu. Vabilo je prišlo od prof. Serga Tichkiewitcha, direktorja evropskega znanstvenega združenja EMIRAcle ([www.emiracle.eu](http://www.emiracle.eu) – EMIRAcle je bil bralcem predstavljen v prejšnji številki Ventila 14/2008/2). Vabilo za predstavitev na razstavi sta prejeli samo dve izbrani inovaciji članov EMIRAcle, ki ga tvori 20 vrhunskih evropskih laboratorijev s področja proizvodnih tehnologij in sistemov.

Vabilo je za oba laboratorija predstavljalo na eni strani priznanje za originalno rešitev, na drugi pa velik izziv za predstavitev sistema širši svetovni javnosti. Tako smo izdelali nov prototip sistema in dorekli številne podrobnosti za uspešno promocijo.

Na razstavi je sodelovalo več kot 120 razstavljalcev – od Evropske komisije, državnih ministrstev in raziskovalnih asociacij do mrež specializiranih laboratorijev, posameznih regij in univerz, pa tudi organizacij za organiziranje in financiranje razvoja in podjetniških inkubatorjev. Francoska vlada je na zelo obiskanem razstavnem mestu namenila posebno pozornost tudi zaposlovanju na področju raziskav in razvoja.

S podpisom Lizbonske deklaracije se je celotna Evropska skupnost mobilizirala v naporih, da bi njen raziskovalni in razvojni sistem (p)ostal čim bolj učinkovit in produktiven. Za tako ambiciozne cilje se je aktivirala celotna družba: od inženirjev, raziskovalcev, podjetnikov, financerjev do politične strukture (od regionalnih pa



Pristno zanimanje za demonstracijo LASMIL-a

do državnih in evropske). Predsednik Paris Expo g. Poitrinal pravi, da je ponosen, da so na razstavi uspeli zbrati prav tak presek razstavljavcev, sicer, razumljivo, nekoliko bolj francosko obarvan. Častni gost letošnje razstave

je Finska, ki je kot relativno majhna država prodrla prav v vrh evropske inovativnosti – tudi Slovenci se lahko od njih mnogo naučimo. Začne se pri za naše razmere velikanskih 3,5 % BDP za raziskave in razvoj.

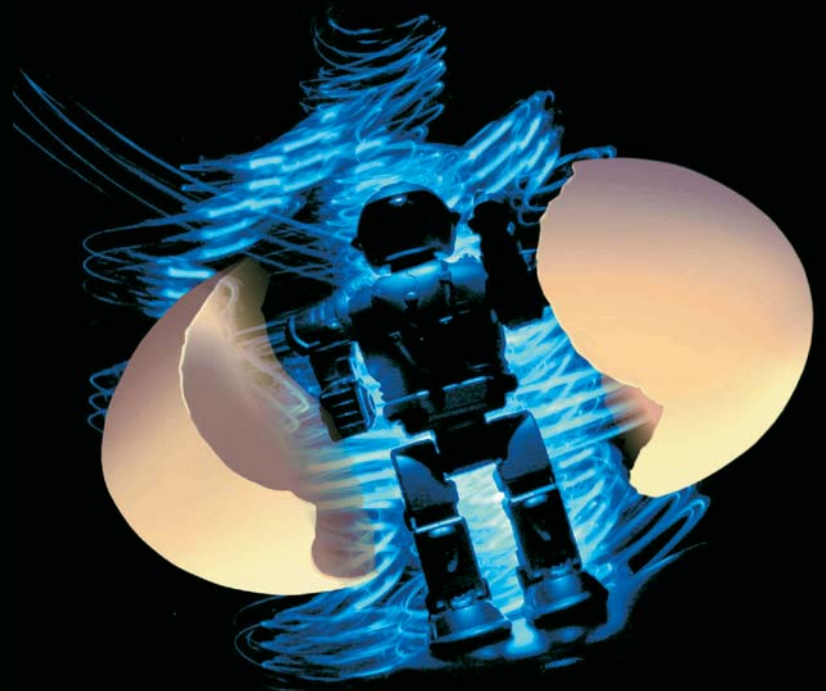
Ekipa laboratorijev LAKOS in KOLT v sestavi dr. Bračun, dr. Hlebanja, A. Kapler in dr. Vengust je uspešno predstavila inovacijo, ki smo jo imenovali LASMIL (od **laserskega** skeniranja do CNC freziranja – **mill**ing). Na razstavi je bilo mnogo zanimivih predstavitev, modelov in raznih konferenc, praktičnih demonstracij pa je bilo bolj malo. In prav EMIRAclov razstavni prostor je bil z LASMIL-om, ki ga lahko označimo za svojevrstno atrakcijo, eden od teh. Tako smo v treh dnevih razstave uspešno predstavili inovativno rešitev povratnega inženirstva in hkrati promovirali raziskovalno asociacijo EMIRAcle. Za našo rešitev je bilo precej zanimanja, obiskalo nas je kar nekaj poslovnih obiskovalcev, kar bo pospešilo dodatni razvoj in prodor na trg.

*Izr. prof. dr. Peter Butala in  
dr. Gorazd Hlebanja  
Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo  
Foto: I. Vengust, G. Hlebanja*

**IFAM**  
international trade fair of  
**automation & mechatronic**  
**28.-30.01.2009**  
hall K, Celje, Slovenia [www.ifam.si](http://www.ifam.si)

Mednarodni strokovni sejem  
za avtomatizacijo, robotiko,  
mehatroniko,...

*International Trade Fair  
for Automation, robotics,  
mechatronic, ...*





## Student Roadster se na ogled postavi

V Kongresnem centru Mons se je v sredo, 14. maja, javnosti predstavil Student Roadster, avtomobil, ki je več let nastajal na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani in je plod univerzitetnega znanja in industrijskih izkušenj. Prav spodbujanje ustvarjalnosti, inovativnosti in podjetnosti med mladimi ter povezovanje univerzitetnega znanja s tistim v industriji je ena pomembnejših strateških usmeritev tako Univerze v Ljubljani kot slovenskega gospodarstva.

“S skupnimi močmi so študenti in učitelji s partnerji iz gospodarstva uspeli te ideale uresničiti v praksi in zato sem na projekt zelo ponosna,” je povedala pokroviteljica dogodka rektorica Univerze v Ljubljani **prof. dr. Andreja Kocijančič**. V projektu se združujejo tri ključne razvojne

veniji na področju povezovanja med raziskovalno sfero in gospodarstvom v zadnjih letih opaziti precejšen napredek. Izpostavil je, da globalizacija postavlja razvoju visoke cilje, zato je za družbo pomembno, da zna v proces vključiti prav vse, ki imajo znanje in zamisli. In študenti na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani jih imajo, je povedal dekan **prof. dr. Jožef Duhovnik**.

Študentje višjih letnikov Fakultete za strojništvo v Ljubljani so ob podpori priznanih slovenskih podjetij na področju avtomobilske industrije, kot so **Peugeot Slovenije, Cimos, d. d., Hella Lux Slovenija, d. o. o.**, podjetje **Akrapovič, d. d.**, in drugi, v minulih sedmih letih razdelali celoten razvojni postopek pretvorbe vozila Peugeot 406 v dvosedežni športni avtomobil brez strehe. Projekt se je začel leta 2000, ko je podjetje Peugeot Slovenija študentom strojništva

vodja projekta **asis. Uroš Rosa**, je v naslednjih letih sledilo veliko konstrukcijskega, razvojnega in analitiškega dela, pred dvema letoma pa so pridobili še močne partnerje iz industrije, ki so pomagali projekt pripeljati do konca. Eden najbolj zanimivih delov avtomobila so žarometi, ki imajo obliko levjih krempljev. Med posebnostmi prototipnega vozila so na predstavitvi izpostavili tudi barvo; ta je črna, vendar se na soncu oziroma svetlobi spreminja v mavrico. “Prav vsi, ki smo bili aktivni v projektu, smo spoznali, da moramo za uspešen projekt delovati kot dobro uigran orkester, kjer so vsi inštrumenti med seboj usklajeni, če želimo, da je skladba vrhunsko odigrana. Prepričan sem, da se je v projektu Student Roadster oblikovala dobra ekipa ljudi, ki so drzni, se ne bojijo izzivov in delujejo kot homogena celota za doseg skupnih ciljev,” meni Rosa.

“V seminarjih, projektih nalogah, diplomskih seminarjih in diplomah so študenti dokazali, da obvladajo sodobno raziskovalno-razvojno tehnologijo in opremo, številni so po diplomah začeli profesionalno pot v praksi s konkretnim in aktualnim inženirskim znanjem,” je povedal mentor projekta in predstojnik katedre za strojne elemente in razvojna vrednotenja na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani **prof. dr. Matija Fajdiga**. Dvosedežnik bodo v kratkem registrirali, je še povedal in dodal, da gre za študentski projekt, katerega namen ni serijska proizvodnja.

Projekt Student Roadster so opazili tudi v **FISITI**, svetovnem združenju na področju avtomobilske industrije, ki je Student Roadster izbralo v nabor petih projektov odličnosti, ki bodo jeseni predstavljeni na svetovnem kongresu FISITA 2008 v Münchnu.

Več informacij o projektu najdete na spletnem naslovu:

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



*Student Roadster in najzaslužnejši člani projektne skupine ob predstavitvi avtomobila: Ana Bižal, Donald Abrič Pleterski, Aleš Gosar, Tomaž Kovšca, Uroš Milost, Bojan Tomič, Andrej Škrlec, David Volk in Uroš Rosa.*

potrebe: ustvarjalnost, podjetnost in pogum, je ocenil minister za razvoj **dr. Žiga Turk** ter ugotovil, da je v Slo-

podarilo osebni avtomobil, ki je služil kot mehanska osnova gradnje novega prototipa. Kot je pojasnil

## Sedmi podjetniški forum

V tem šolskem letu smo 09. 04. na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani organizirali sedmi podjetniški forum. Našim študentom, profesorjem in drugim zaposlenim so se na njem predstavila tri z različnih stališč velika podjetja, ki imajo pomembno vlogo pri nas v Sloveniji in v mednarodnem prostoru.

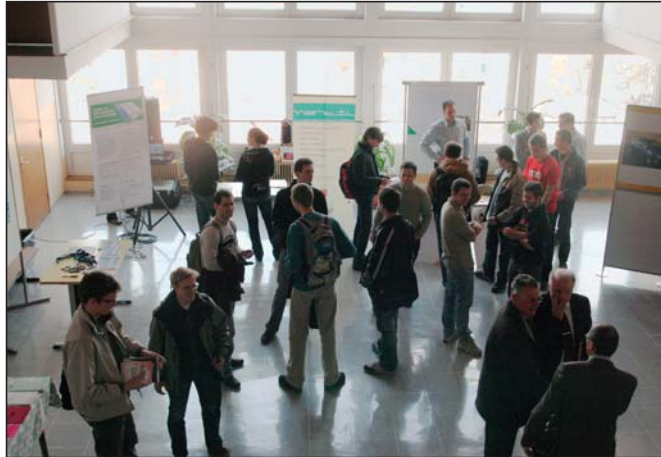
Prvo je bilo na vrsti podjetje **Hella Lux, d. o. o., Slovenija**. Predstavil ga je **dr. Tomaž Jurejevčič**, direktor razvojnega sektorja. Najprej se je na kratko dotaknil zgodovine podjetja. Začetek sega daleč nazaj. Podjetje z imenom Saturnus je bilo ustanovljeno že leta 1924. Prve avtomobilske žaromete so izdelali leta 1949 za kamione za tovarno TAM v Mariboru. Leta 1997 se je podjetje z imenom Saturnus preimenovalo v Hella Lux Slovenija, ker je tega leta nemško podjetje s tem imenom postalo 100-odstotni lastnik podjetja Saturnus.

Danes imajo zaposlenih okoli 650 sodelavcev in letno ustvarijo okoli 80 mio. evrov prometa.

Največ proizvajajo svetlobno opremo za motorna vozila, kot so žarometi: s kovinskim reflektorjem, s plastičnim reflektorjem, avtomobilske svetilke: sprednje, zadnje, zavorne, odsevniki/katadiopterji in dodatna svetlobna oprema. Najbolj so ponosni na izdelavo unikatnih in maloserijskih žarometov za avtomobile višjega cenovnega razreda, kot so Maserati, Ferrari in Lamborghini.

Njihovi največji kupci so: VW Group, GM-Fiat Group, Daimler Chrysler Group, Renault in Toyota. Največ izvozijo v Nemčijo, Belgijo, Italijo, Švico, V. Britanijo in Španijo.

Imajo svojo raziskovalno skupino, v kateri dela 35 raziskovalcev, in svoj fotometrični laboratorij za meritve lastnosti avtomobilskih žarometov.



*Pogovor med udeleženci pred pričetkom foruma*

Inženirje strojništva rabijo za delo v razvoju in raziskavah, za vodenje tehnoloških procesov in tudi za komercialo svojih proizvodov doma in v tujini. Mladim inženirjem nudijo ugodne pogoje za delo, možnosti za nadaljnje izobraževanje, uvajanje v timsko delo in stimulatивно nagrajevanje. Pravijo, da zanje smer študija ni tako pomembna, pomembno je, da so mladi inženirji inovativni, samostojni in delovni.

Podjetje **Goodyear Company** se je predstavilo kot mednarodna organizacija, ki ima svoje enote oziroma podjetja v 80 državah po celem svetu. Veliko informacij pa smo dobili tudi od predstavnice podjetja Sava Tires iz Kranja, ki deluje pod okriljem Goodyear Company.

Podjetje je v globalnem smislu predstavila predstavnica **Katrin Klonek**, ki je prav za to prireditelvska prišla iz Nemčije, iz kraja Hanau, in je zadolžena za interno izobraževanje v celotnem podjetju in za iskanje kadrov povsod po svetu.

Prireditve pa se je udeležila tudi **Vanda Pečjak**, predstavnica Sava Tires - Goodyear iz Kranja, ki je v tem podjetju direktorica kadrovske službe.

Ga. Katrin Klonek je podala kratko zgodovino podjetja.

Ustanovljeno je bilo leta 1898 v Združenih državah Amerike, leto kasneje so začeli s proizvodnjo gum in so že leta 1916 postali največje podjetje na svetu na tem področju. Vse od takrat pa do danes je podjetje vodilno za proizvodnjo vseh vrst gum. Konec prejšnjega sto-

letja je Goodyear skupaj s podjetjem Dunlop ustanovil joint venture za skupni nastop na nekaterih trgih.

V svojem govoru je predvsem poudarila možnost zaposlitve v njihovem podjetju. Podjetje nudi mladim diplomantom strojništva dvanajstmesečno izobraževanje v njihovi interni šoli in nato službo kjer koli na svetu. Seveda v okviru možnosti. Po besedah govornice imajo mladi inženirji možnost šestmesečnega brezplačnega šolanja brez obveznosti. Šele po šestih mesecih se morajo odločiti, ali bodo podpisali pogodbo in sprejeli njihove pogoje ali pa bodo zapustili šolanje brez obveznosti do podjetja Goodyear.

Vanda Pečjak iz podjetja Sava Tires iz Kranja, ki deluje v okviru globalnega podjetja Goodyear, je ravno tako povabila inženirje strojništva iz naše fakultete, da se po končanju študija zaposlijo pri njih. Tudi v podjetju v Kranju jim nudijo ustrezne pogoje za delo, možnosti napredovanja in izobraževanja ter stimulatивно nagrajevanje.

Tretje podjetje, ki se je predstavilo, je bil **Talum, d. d., iz Kidričevega**. Njihova glavna dejavnost je pridobivanje aluminija in nekaterih njegovih zlitin. V zadnjem času pa načrtujejo tudi aktivnosti v povezavi s tlačnim litjem aluminija.



Talum so predstavili **Dejan Levanič, Darja Vodušek in Gregor Cvetko.**

Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1942. Vse od takrat pa do danes so se razvijali, izboljševali proizvodne programe, izboljševali pogoje za okolje, v katerem delajo, in ukinjali dejavnosti, ki so močno povezane z veliko porabo električne energije in obremenitvijo okolja.

Imajo velike načrte in zato želijo medse sprejeti več inženirjev strojništva. Do leta 2010 bodo povečali proizvodnjo aluminija s 152.000 ton na 165.000

ton letno, dodatno bodo zaposlili do 200 ljudi ter še povečali uspešnost svojega poslovanja. Močno želijo povečati izvoz na zahtevna tržišča, ki prinašajo večji ostanek dohodka.

V sedanosti in tudi v bodoče želijo delati predvsem na dveh projektih. Prvi je povečati pretaljevanje odpadnega aluminija in pri tem zmanjšati porabo primarne energije, drugi pa je uvedba proizvodnje tlačnega litja.

Trenutno imajo zaposlenih 1025 sodelavcev, veliko vlagajo v izobraževanje zaposlenih, osebni dohodki so nad

slovenskim povprečjem, stalno izboljšujejo pogoje dela in veliko vlagajo v zadovoljstvo zaposlenih.

V svoje vrste vabijo mlade inženirje strojništva. Z njimi želijo sodelovati že v času študija. Nudijo jim razvoj-noraziskovalno delo, razne teme za seminarje in diplome ter kasneje zanesljivo zaposlitev. Pravijo, da so odličen kolektiv, da delajo timsko, da so stimulatивно nagrajeni in da vse to nudijo tudi mladim, ki bi se zaposlili pri njih.

*Prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana*

## Osmi podjetniški forum

Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani smo v sredo, 14. 05., organizirali osmi podjetniški forum. To je bila zadnja takšna prireditev v tem šolskem letu. Tudi na tem srečanju so se našim študentom in našim pedagoškim ter strokovnim sodelavcem predstavila štiri podjetja.

Prvi sta bili na vrsti predstavnici podjetja **Revoz, d. d., iz Novega mesta.** Podjetje je predstavila **Barbara Kranjc**, na individualna vprašanja študentov in drugih udeležencev pa je po predstavitvi v avli v petem nadstropju naše fakultete odgovarjala **Marta Pureber.**

Govornica je najprej namenila nekaj časa zgodovini podjetja. Po njenih besedah je bilo podjetje ustanovljeno leta 1955 za popravilo kmetijske mehanizacije. Leta 1959 začnejo s proizvodnjo počitniških prikolic in avtomobilov in podjetje dobi ime IMV – Industrija motornih vozil, Novo mesto. Leta 1972 začnejo s proizvodnjo Renaultovih osebnih vozil. Leta 1990 se preimenujejo v Revoz, d. d., in so vedno bolj povezani z Renaultom. Prelomno je bilo leto 2007, ko so prvič v svoji zgodovini pričeli izdelovati popolnoma novo vozilo twingo, in so za vse

trge na svetu edini proizvajalec tega tipa vozila v Renaultovi skupini.

Trenutno za skupino Renault, ki je tudi 100-odstotni lastnik, poleg novega twinga proizvajajo še renoault clio II. Vozila, izdelana v Revozu, po kakovosti sodijo v sam vrh Renaultovih vozil. Zagotavljajo, da vse dejavnosti podjetja v Revozu, d. d., temeljijo na spoštovanju okolja in ljudi.

Trenutno na leto izdelajo 210.000 vozil, kar pomeni skoraj tisoč na dan. To je največ v njihovi zgodovini. Od kar obstajajo, pa so v Novem mestu naredili že 2,500.000 vozil.

Njihova največja tržišča so: Francija, Nemčija in Italija.

Zaposlenih imajo 2771 delavcev, poleg tega pa še več kot 350 najetih.

Vsak zaposleni se mora izobraževati, ne glede na njegovo starost in delovno mesto. V zadnjih letih se zaposleni izobražujejo povprečno 64 ur na leto, in to večinoma izven rednega delovnega časa.

V svoje vrste želijo pridobiti univerzitetne diplomirane inženirje in diplomirane inženirje strojništva. Od morebitnih kandidatov pričakujejo dovolj talenta za delo v avtomobilski industriji, občutek za timsko delo,

pripadnost podjetju in tudi široko splošno razgledanost.

Podjetje nudi novim zaposlenim dodatno izobraževanje doma in v tujini, stimulatивно nagrajevanje, timsko delo, možnost napredovanja in prijetno okolje.

Drugo podjetje, ki se je predstavilo, je bilo **Danfoss Trata, d. o. o., iz Ljubljane.** Podjetje sta predstavila **mag. Miha Bobič**, direktor razvoja, in **Bojana Zupanič**, ki je odgovorna za upravljanje s kadrovskimi viri. Na individualna vprašanja študentov pa je odgovarjala tudi **Mateja Panjan.**

V svoji predstavitvi so se osredotočili le na zgodovino podjetja Danfoss, na uspehe in trenutno stanje, ki je izjemno ugodno. Vsi, ki smo nekoliko starejši, pa vemo, da se je v preteklosti to podjetje imenovalo IMP Trata.

Pojasnili so, da je bilo podjetje ustanovljeno na Danskem leta 1933, da se je že takrat ukvarjalo z ogrevanjem, hlajenjem in regulacijo. Danes je to največje dansko podjetje. Imajo 15 podjetij v 8 državah in skupno 2.200 zaposlenih.

Podjetje Danfoss Trata obratuje v Ljubljani od leta 1995. So center odličnosti za elemente za regulacijo



Dogajanje v avli po forumu

daljinskega ogrevanja. Vseh različnih artiklov v njihovi proizvodnji je več kot 3.500. Pravijo, da so njihovi artikli srce daljinskega ogrevanja.

Največ svojih produktov prodajo v Skandinavijo, Rusijo in Nemčijo.

Več kot 5 % svojih letnih prihodkov namenijo raziskavam in razvoju. Njihova filozofija pri razvoju novega produkta je: ideja, razvoj, laboratorijsko delo, tehnologija izdelave, komerciala in spremljanje kakovosti.

Uvajajo in želijo v celoti uvesti »vitko« proizvodnjo.

Polovico prihodkov ustvarijo z izdelki, ki so bili razviti v zadnjih petih letih, kar pomeni, da stalno razvijajo nove in izboljšujejo stare.

Želijo pridobiti inženirje strojništva vseh smeri in vseh stopenj. Nudijo jim dobro klimo, kolektiv z mladimi sodelavci, dobre pogoje za delo, timsko delo, stimulatívno nagrajevanje, stalno učenje, možnosti napredovanja, možnosti izobraževanja doma in v tujini.

Tretje podjetje, ki se je predstavilo na osmem podjetniškem forumu, je bila **INEA – Informatizacija, Energetika, Avtomatizacija**. Predstavili so ga **mag. Peter Nemček**, direktor, **SPE Energetika & Ekologija**, **mag. Rok Koren**, direktor **SPE Oprema za avtomatizacijo**, in **Ksenja Božič**, ki

je odgovorna za kadrovske zadeve.

To je mlado inovativno podjetje iz Ljubljane, ki se je razvilo kot »spin off« iz Instituta Jožef Stefan. Z dejavnostjo, ki jo gojijo še danes, so pričeli že leta 1977. Leta 1987 so začeli sodelovati z japonskim podjetjem Toshiba. Leta 1990 so ustanovili pod-

jetje z današnjim imenom. Poleg matičnega podjetja v Ljubljani imajo svoja podjetja še v Bosni in Hercegovini, na Hrvaškem in v Srbiji. Letno ustvarijo okoli 7 mio. evrov prometa.

Podjetje pokriva tehnologije s skoraj celotnega energetskega področja. Ukvarjajo se s plinskimi turbinami, plinskimi motorji, ki proizvajajo električno energijo, gorivnimi celičami, uplinjanjem biomase prav tako za pridobivanje električne energije. Mag. Peter Nemček je predstavil tudi nekaj razvojnih projektov, ki tečejo v tem času. Omenil je razvoj inteligentne energetske postaje, ki bo optimizirala porabo energije glede na čas, obremenitev in potrebo potrošnika. Prav tako je omenil, da skupaj s še nekaterimi ustanovami v Sloveniji razvijajo mobilno gorivno celico za potrebe vojske.

Mag. Rok Koren pa je predstavil še nekaj drugih za strojništvo zanimivih projektov. Tu naj omenimo le razvoj opreme za spremljanje proizvodnih parametrov, njihovo obdelavo, ovrednotenje in shranjevanje.

Med svoje zaposlene želijo pridobiti več inženirjev strojništva. Nudijo jim razvojnoraziskovalno delo na najsodobnejših področjih, stimulatívno okolje, dodatno izobraževanje in prijazno pomoč pri uvajanju v kolektiv.

**ATech elektronika, d. o. o.**, iz Bače pri Materiji je bila četrto podjetje, ki se je

predstavilo. O podjetju je spregovoril direktor **Davorin Jakulin CEO**.

Podjetje obstaja in deluje na trgu že 18 let. Njihovo poslanstvo je zagotavljanje celovitih rešitev na področju elektronike, krmiljenja in avtomatizacije. So razvojnoraziskovalno in proizvodno podjetje. Imajo zaposlenih 105 sodelavcev. Ustvarijo okoli 5,5 mio. evrov prihodka na leto. Okoli 10 % sodelavcev je raziskovalcev, ki stalno delajo v razvoju na novih produktih in storitvah.

Direktor pravi, da lahko izbranim podjetjem zagotovijo celoten servis na področju elektronike, senzorike, spremljanja proizvodnje in zapisovanja njihovih parametrov. Te podatke lahko statistično obdelajo in ustrezno shranjujejo.

Zaradi uspehov v proizvodnji, pri zaposlovanju in trženju so bili že večkrat nominirani za pridobitev nagrade Gospodarske zbornice Slovenije v skupini »gazela«.

Direktor je pojasnil, da so za uspehe zaslužni vsi zaposleni. Pravi, da močno verjame v svoje zaposlene in da bodo uspešni tudi v bodoče.

Za razvoj tehnoloških procesov, projektno vodenje, krmiljenje zapletenih kemičnih procesov, razvoj mehatronskih sistemov za različne tuje naročnike s področja avtomobilske industrije, za pisanje računalniških programov potrebujejo nove, mlade, izobražene sodelavce. Zaposlijo več inženirjev strojništva, ne glede na smer izobraževanja in pridobljeno stopnjo.

Nudijo jim pomoč pri uvajanju v timsko delo, stimulatívno nagrajevanje, možnosti nadaljnega izobraževanja in »zdravo« klimo za delo. Pripravljene so se pogovarjati tudi o štipendiranju, o delu v podjetju že v času študija, imajo odprtih več tem za diplomske naloge, ki bi se lahko nadaljevale v magistrske naloge ali celo doktorske disertacije.

*Prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana*



## Fluidna tehnika na letošnjem sejmu Terotech – Vzdrževanje v Celju



Utrinek z otvoritve sejma

Pod geslom *Prijazne energije, varčne tehnologije* so od 13. do 6. maja 2008 v Celju potekali mednarodni specializirani sejmi: 14. mednarodni sejem ENERGETIKA, 13. mednarodni sejem TEROTECH – VZDRŽEVANJE ter 3. mednarodni sejem VARJENJE in REZANJE. Čeprav vsebinsko navidezno med seboj niso povezani, jih vendar družijo ekonomičnost, tehnična učinkovitost in okoljska prijaznost.

Sejemski trojček, namenjen predvsem domačim strokovnjakom, pa tudi širši zainteresirani javnosti, je odprl prof. dr. Peter Novak, predsednik programskega sveta treh sejmov in sveta za varstvo okolja republike Slovenije, uvodne nagovore pa so imeli še mag F. Pangerl, direktor Celjskega sejma, Breda Obrez Preskar, izvršna direktorica Celjskega sejma, in S. Rožman, podžupan mestne občine Celje. Na sejmih se je letos predstavilo okoli 925 razstavljalcev, od tega 346 neposredno iz Avstrije, Hrvaške, Italije, Nemčije, Slovenije, Španije, Švice in Turčije ter 579 zastopnikov različnih podjetij iz skupno 26 držav, na več kot 22 000 m<sup>2</sup> razstavnih površin.

Sejemski trojček je obiskalo skupaj 21 000 obiskovalcev.

Poleg obširnega in pestrega razstavnega programa so potekale številne spremljajoče prireditve s številnimi predavanji, okroglimi mizami, predstavitvami pokroviteljev in pomembnih razstavljalcev ter tekmovanji. Med pomembnejšimi omenimo:

- okrogla miza o strokovnih kadrih v energetiki in vzdrževanju,
- dnevi varilne tehnike, s številnimi predavanji o zaščiti in varnosti, avtomatizaciji in robotizaciji ter toplotnem rezanju,

- dan inštalaterjev,
- predstavitev nove sončne elektrarne moči 20 kW v Celju,
- svečana prireditev ob 15-letnici izhajanja revije ENERGETIK,
- tekmovanje dijakov srednjih in poklicnih šol Slovenije za poklic inštalater strojnih inštalacij,
- tekmovanje varilcev,
- idr.

### 13. sejem Terotech – Vzdrževanje

Že tradicionalni sejem o vzdrževanju na enem mestu združuje celovito ponudbo izdelkov in storitev za področje industrijskega vzdrževanja, pa tudi v energetiki, transportu in drugih vejah gospodarstva. Na sejmju so poleg široke izbire orodja in pribora za vzdrževalna dela izčrpno predstavljene tudi laboratorijske in mobilne naprave ter merilna oprema za tehnično diagnostiko. Med drugimi je predstavljena tudi bogata ponudba maziv, olj za mazanje in obdelovanje ter posebnih tekočin za čiščenje, konzerviranje ipd.

Na letošnjem sejmu je bilo predstavljenih okoli 165 podjetij, večinoma iz Slovenije, Avstrije, Nemčije, Hrvaške in ZDA, pri čemer so bila tuja podjetja v glavnem predstavljena prek svojih zastopnikov v Sloveniji. Kot



Utrinek z razstave

že tradicionalno so izdelovalci in dobavitelji hidravlične in pnevmatične opreme razstavljali predvsem v okviru tega sejma, čeprav so bili izdelovalci nekaterih sestavin in delov, značilnih za fluidno tehniko, predstavljeni tudi v okviru drugih dveh sejmov. To še posebno velja za kompresorje in drugo opremo pnevmatičnih naprav, tesnilno tehniko, maziva in druge tehnične tekočine ipd.

## Razstavljalci fluidnotehnične opreme

Na sejmu je sodelovalo okoli 35 razstavljalcev, ki so izdelovalci ali dobavitelji kompletnih programov ali posameznih skupin delov in/ali sestavin za hidravlične in pnevmatične naprave ter njihovo pomožno opremo. Prisotna so bila skoraj vsa slovenska podjetja s tega področja ter večina pomembnih tujih izdelovalcev oz. dobaviteljev, ki jih že dobro poznajo tudi bralci revije Ventil.

Vsi uveljavljeni dobavitelji hidravličnih olj ter drugih delovnih tekočin, maziv in sorodnih obdelovalnih in pomožnih tekočin so bili prisotni. Izstopali so tudi najbolj znani izdelovalci in dobavitelji avtomatiziranih in robotiziranih strežnih in montažnih naprav s hidravličnimi in pnevmatičnimi močnostnimi krmilnimi vezji in pogoni, kot so: Bosch-Rexroth, Camozzi, Festo, Ideal, Inotech, SMC idr.

Žal na takšnem sejmu še vedno pogrešamo organizirano skupinsko predstavitev fluidne tehnike, saj ni realno pričakovati, da bi se lahko v bližnji prihodnosti doma samostojno predstavili na svoji razstavi/sejmu. O

## Predstavitev prejemnikov priznanj

Tudi na 13. sejmu Terotech – Vzdrževanje so najboljše dosežke na področju nagradili z zlatim, srebrnim in bronastim priznanjem. Priznanja so prejeli:

**Zlato priznanje** je prejelo podjetje *Tero* iz Slovenj Gradca za *napravo za regeneracijo tulcev* pri izdelavi avtomobilskih vzglavnikov.

**Srebrno priznanje** je prejelo podjetje *SKF Slovenija* iz Ljubljane za *konstrukcijski element*, ki poenostavi potreben vzdrževalni poseg in skrajša čas zastoja stroja v primeru obrabe tesnilnega spoja z radialno tesnilko.

**Bronasto priznanje** pa je prejelo podjetje *Akripol* iz Trebnjega za nov inovacijski *proizvod s področja vzdrževanja infrastrukture*.



Nagrajencem iskreno čestitamo tudi v imenu revije Ventil!

tem seveda lahko odloča le *Fluidna tehnika Slovenije* v okviru združenja kovinske industrije pri GZ Slovenije. Ob redni prisotnosti naše revije **Ventil** na sejmih Terotech – Vzdrževanje pa pogrešamo tudi ustrezno zastopnost našega strokovnega združenja *Slovenskega društva za fluidno tehniko*. Do naslednjega, tj. do 14. sejma Terotech – Vzdrževanje pričakujemo ustrezno odzivnost obeh omenjenih združenj.

### Viri:

- Anonim: Energetika – Terotech/Vzdrževanje – Varjenje in rezanje (reklamna publikacija) – Zal.: Celjski sejem, d. d., Celje, 2008
- Obrez Preskar, B.; Otorepec, R.; Kralj, R.; Štuhec, B. (ured. odb.): Energetika – Terotech/Vzdrževanje – Varjenje in rezanje – Katalog – Zal.: Celjski sejem, d. d.; Celje 2008

A. Stušek,  
uredništvo revije Ventil

Pokrovitelj: 

Sejem vseh sejmov

41. MOS

MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

Celjski sejem, 10.–17. september 2008

www.ce-sejem.si

Celjski sejem d.d., Celje





## Državni tekmovanji RoboT in ROBObum 2008 na FERi v Mariboru

V torek, 13. maja, sta bili na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERi) državni tekmovanji v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente **ROBObum 2008** in **RoboT 2008**. Državno tekmovanje ROBObum za osnovnošolce se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake RoboT. Tudi otvoritev obeh tekmovanj je skupna. Na letošnji otvoritvi so zbrane tekmovalce in njihove mentorje poleg predstavnikov Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko prodekana Boruta Žalika in predstojnika Inštituta za robotiko prof. dr. Karla Jezernika pozdravili in jim zaželeli veliko uspeha tudi dr. Alenka Šverc, državna sekretarka z Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije, Rok Peče, podžupan Mestne občine Maribor, in Janez Škrlec, predsednik sekcije za elektroniko in mehatroniko pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije. Državna sekretarka Alenka Šverc je poudarila, da človekova domišljija in ustvarjalnost nimata meja in da lahko ustvarjalni proces gradnje robota, ki poteka od ideje do končne izdelave, človeka navdušuje in osebno uresničuje.

Letos smo tako že osmič organizirali **državno tekmovanje z mobilnimi roboti RoboT 200X**. Z avtonomnimi **mobilnimi roboti**, ki so jih konstruirali sami tekmovalci, so v vožnji **po labirintu** (velikosti 2,5 x 2 m z



*Govorniki na otvoritvi tekmovanja (od leve proti desni): prodekan FERi prof. dr. Borut Žalik, državna sekretarka z MŠŠ dr. Alenka Šverc, podžupan MO Maribor, Rok Peče, Darko Hribar in predstavnik Obrtno-podjetniške zbornice Janez Škrlec*

več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) tekmovalce 3 študentske in 35 dijaških ekip iz šestih srednjih tehniških elektro- in računalniških šol.

V zadnjih devetih letih je na tovrstnih tekmovanjih sodelovalo že okrog 100 študentov in nad 400 dijakov in mentorjev iz Slovenije, sosednje Hrvaške in Avstrije. Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že četrtič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2008** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti

pred tem sta bili izvedeni tekmovanji: **RoboPTERŠ**, 8. aprila v ŠC Velenje, in **RoboMiš**, 24. aprila v TŠC Nova Gorica.

Za lovorike tekmovanja **RoboT 2008** je štela boljša izmed dveh voženj in najuspešnejšim petim tekmovalcem so bile podeljene denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši so bili:

1. mesto: Mitja Valenti, študent UM-FERi, 18,80 s,
2. mesto: Aleš Stojak, dijak ŠC Ptuj, 21,09 s,



*LEGObum8: NXT-robot in proga*

3. mesto: Primož Šibanc, dijak ŠC Velenje, 23,75 s,
4. mesto: Simon Tržan, študent UM-FERI, 30,67 s,
5. mesto: Aleksej Cegner, dijak SERŠ Maribor, 31,30 s.

Za lovorike Slovenske robotske lige **RoboLiga 2008** sta štela oba teka skupaj, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prišteli točke prvih dveh tekem. Zmagovalci v seštevku treh tekem so bili:

1. mesto: Primož Šibanc, ŠC Velenje, 270 točk,
2. mesto: Dean Šeruga, ŠC Ptuj, 185 točk,
3. mesto: Aleksander Svenšek, ŠC Ptuj, 175 točk.

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnjo tekmo kot tudi za prejšnje so na voljo na [www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/](http://www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/).

Tekmovanje ROBObum je organizirano na regijski osnovi in temelji na mreži tehniških šolskih centrov oziroma srednjih šol po Sloveniji. V letu 2008 je bilo organiziranih 6 predtekmovanj v različnih tehniških šolskih centrih po Sloveniji. Poklicna in tehniška elektrošola, Šolski center Ptuj, Poklicna in tehniška elektro-računalniška šola, Šolski center Velenje, Strokovna in poklicna šola, Tehniški šolski center Kranj, Srednja strojna šola Maribor in Srednja elektro-računalniška šola Maribor so organizirali predtekmovanja ROBObum v celoti, medtem ko sta Šolski center Ravne na Koroškem in Srednja šola tehniških strok Ljubljana Šiška organizirala le predtekmovanja. Pri izvedbi državnega tekmovanja so pomagali tudi Šolski center Postojna, Šolski center Celje in Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota, ki so nudili izbranim osnovnim šolam strokovno pomoč, potrebno za vključitev v katero od tekmovanj ROBObum.

Na enem ali več delih tekmovanja ROBObum je v šolskem letu 2007/08 sodelovalo 71 osnovnih šol, kar pomeni malo več kot 15 % vseh OŠ (vseh je okoli 450) v Republiki Sloveniji. Za primerjavo: izbirna predmeta s področja robotike in elektronike, kot



*Priprave na tekmovanje ROBOSled*

sta robotika v tehniki in elektronika z robotiko, se izvajata vsako šolsko leto na manj kot 10 % slovenskih osnovnih šol. Na tekmovanju LEGObum8 (državno in predtekmovanja) je v letu 2008 sodelovalo 44 osnovnih šol s 45 ekipami, na tekmovanju LEGObum9 16 OŠ s 23 ekipami in na tekmovanju **ROBOSled** kar 45 osnovnih šol s 87 ekipami. Skupno se je tekmovanja LEGObum (državno in predtekmovanja) v letu 2008 udeležilo okoli 180 osnovnošolcev do vključno 8. razreda (LEGObum8) in okoli 57 osnovnošolcev devetega razreda (LEGObum9). ROBOSled tekmovanje se je od lanskega do letošnjega leta zelo razmahnilo, lani je na njem sodelovalo le 12 ekip, letos pa že 87 ekip oziroma okoli 121 osnovnošolcev.

Na tekmovanju LEGObum8 so bile v letu 2008 najuspešnejše ekipe:

1. mesto OŠ Komenda-Moste,
2. mesto OŠ Voličina,
3. mesto OŠ Mladika na Ptujju.

Na tekmovanju LEGObum9 so v letu 2008 zasedle:

1. mesto OŠ Rudolfa Maistra iz Šentilja v Slov. goricah,
2. mesto prva ekipa OŠ narodnega

- heroja Rajka iz Hrastnika,
3. mesto prva ekipa OŠ Mozirje.

Na tekmovanju ROBOSled so bile v razredu DIRKAČ v letu 2008 najuspešnejše:

1. mesto prva ekipa OŠ Bojana Iliča iz Maribora,
2. mesto prva ekipa OŠ Šoštanj,
3. mesto druga ekipa OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik.

V razredu ROBOSled POZNAVALEC je leta 2008 zasedla:

1. mesto druga ekipa OŠ Tabor II iz Maribora,
2. mesto ekipa OŠ Boštanj,
3. mesto pa druga ekipa OŠ narodnega heroja Rajka iz Hrastnika.

V razredu ROBOSled SKUPNO je leta 2008 osvojila:

1. mesto druga ekipa OŠ narodnega heroja Rajka,
2. mesto četrta ekipa OŠ Bojana Iliča iz Maribora,
3. mesto prva ekipa OŠ Bojana Iliča iz Maribora.

Vsi rezultati tekmovanja ROBObum so objavljeni na spletni strani: <http://www.robobum.uni-mb.si>, kmalu pa bo potek tekmovanja prikazan tudi s fotografskimi posnetki.

Za uspešno izvedbo tekmovanj ROBOSled gre posebna zahvala prof. dr. Karlu Jezerniku, predstojniku Inštituta za robotiko na FERI, vsem sodelavcem po srednješolskih tehniških centrih in na FERI, vsem sponzorjem, ki so prispevali nagrade za tekmovalce, sponzorirali opremo za izvedbo predtekmovanj ali državnega tekmovanja ali pa so kako drugače prispevali k izvedbi tekmovanja. Med sponzorji velja posebej omeniti Mladinsko knjigo Trgovino, d. o. o., trgovino ČIP, d. o. o., iz Maribora, revijo Svet elektronike in podjetje FBS elektronik, d. o. o., iz Velenja.

*Doc. dr. Suzana Uran, FERI Maribor  
Mag. Janez Pogorelc, FERI Maribor*





## Ogled podjetij Mapro in Kladivar

V okviru študija v četrtem letniku univerzitetnega programa na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani je predvidena strokovna ekskurzija, ki naj bi študentom dala vpogled v njihovo delovno prihodnost. Letos so študentje 21. 5. s sodelovanjem Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko, katerega vodja je docent dr. Niko Herakovič, obiskali podjetji v Žireh, in sicer Mapro in Kladivar.

Najprej so si ogledali podjetje Mapro, d. o. o., v katerem jih je sprejel soustanovitelj in direktor Božo Plesec. Po začetnih predstavitvah je sledil kratek zgodovinski prikaz podjetja. Mapro je družinsko podjetje, ustanovljeno leta 1993, najprej je delovalo v skromni delavnici, danes pa v sodobni jekleni montažni zgradbi na Industrijski ulici v Žireh. Podjetje je specializirano za izdelavo hidravličnih cilindrov in prodajo hidravličnih komponent, kot so tesnila zglobni ležaji, kromirane palice in cevi. Njihova kataloška ponudba obsega več dimenzijsko in funkcionalno različnih enostransko in dvostransko delujočih cilindrov. Seveda pa lahko izdelajo tudi cilindre po želji kupcev.

Predstavitvi je sledil ogled proizvodnje, pri katerem je študente spremljal vodja razvoja, ki je skrbno razložil



Kladivar: CNC stroji za obdelavo ohišij ventilov



Mapro: skladiščenje materiala z razrezom ter strojna in ročna obdelava, montaža in preizkus končnih izdelkov

posamezne faze nastanka cilindra. Študentje so si ogledali tudi strojno opremo podjetja, ki jo sestavlja več tračnih žag, CNC-stružnica, na novo pridobljen sodobni frezalni center ter mesto za testiranje cilindrov.

Nato je sledil ogled sosednjega podjetja oziroma tovarne elementov za fluidno tehniko Kladivar, d. d., ki ga je vodil vodja raziskovalne enote Anton Burjek. Študentje so v krajši predstavitvi izvedeli nekaj zgodovinskih podat-

kov o razvoju podjetja, o procesu življenjskega cikla proizvoda, o glavnih kupcih ter o viziji in poslanstvu podjetja. Glavna tema pa so bili hidravlični sistemi ali sestavi med seboj povezanih sestavin, ki pretvarjajo, prenašajo in krmilijo energijo hidravličnih fluidov. Hidravlični sistemi se upo-

porabljajo na mobilnem (kmetijska, gradbena in transportna mehanizacija ...), industrijskem (obdelovalni stroji, prehrambena in procesna industrija ...) in ostalih področjih (avtomobilska, letalska, ...).

Seveda ima podjetje Kladivar na vseh področjih razvite sisteme oziroma proizvode za krmiljenje hidravlične energije. Poleg tega pa premore tudi široko kataloško ponudbo hidravličnih črpalk, aktuatorjev, hidravličnih ventilov, filtrov in filtrirnih sistemov, hidravličnih akumulatorjev, cevovodov, merilnikov, merilnih sistemov in drugega.

Izdelavo predstavljenih izdelkov so si študentje ogledali v sodobni proizvodnji. V Kladivarju obvladujejo celoten proizvodni proces izdelka. Ta se začne z zasnovo v razvojnem centru s pomočjo CAD-programov, nato sledi izdelava na CNC-obdelovalnih centrih in strojih za honanje. V končni fazi pa se izvede testiranje vsakega izdelka, tako podjetje zagotavlja kvaliteto in varnost.

Alan Lasič, študent Fakultete za strojništvo, Ljubljana

# FANUC

## Roboti

delamo 24 ur na dan.



**mikron** d.o.o.

Ig 276, 1292 Ig pri Ljubljani

**CNC**

Robot servis d.o.o.

1000 Ljubljana

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

Tel/fax: 01 28 34 721

Mobil: 041 668 008

E-mail: [info@mikron.si](mailto:info@mikron.si)



## Prvi avtomobilski simpozij

*National Instruments* je 21. 5. 2008 v hotelu Mons organiziral prvi avtomobilski simpozij. Udeleženci so bili predvsem inženirji in raziskovalci, ki so se želeli informirati o najnovjših smernicah in tehnologijah v meritvah in testiranjih v avtomobilskih aplikacijah.

Ker se standardi kakovosti izdelave v serijski proizvodnji avtomobilske industrije zaostrejujejo in naročniki čedalje pogosteje zahtevajo stodostotno kontrolo, je bil simpozij dobro obiskan. Predavatelji iz industrije in raziskovalnih ustanov so na praktičnih primerih pokazali, kako se lahko programska in strojna oprema *National Instruments* uporabljata v avtomobilski industriji.



Predstavitve g. Mihovila Šantića

Zanimivo predstavitve je pripravil g. Mihovil Šantič, direktor podjetja *Wise Technologies*. *Wise Technologies* je slovensko podjetje, ki se že od leta 2003 ukvarja z avtomatizacijo, optično kontrolo in vodenjem robotov

in je partner podjetja *National Instruments*. Poudaril je, da so pri razvoju projektov na ključ zelo pomembni znanje in izkušnje inženirjev kot tudi izbira programske in strojne opreme. Vsak kupec ima svoje zahteve, kljub temu pa so tipični sestavni deli sistema: *National Instruments Compact Vision System*, *LabVIEW* v kombinaciji z modulom *NI Vision Development*, kamere *Imaging Source* za površinsko kontrolo, kamere *Basler* za dimenzijsko kontrolo, telecentrični objektivni, rdeča obročasta osvetlitev za površinsko kontrolo, rdeča presvetlitev za dimenzijsko kontrolo in manipulacijska mehanika. Predavanje je zaključil z opisom nekaterih izvedenih projektov in posnetki sistemov v praksi.

Katja Rihar, *Wise Technologies*, d. o. o., Ljubljana

## 15. konferenca Dnevi slovenske informatike

V Portorožu je med 9. in 11. aprilom 2008 potekala konferenca **Dnevi slovenske informatike 2008** (DSI 2008; [www.dsi2008.si](http://www.dsi2008.si)), ki se je je udeležilo preko 400 udeležencev. Konferenca DSI, ki jo prireja Slovensko društvo Informatika, je največje neodvisno strokovno srečanje slovenskih informatikov in je letos potekala že petnajstič. Konferenca je namenjena tako pridobivanju novih znanj, izkušenj, izmenjavi idej kot spoznavanju najboljših praks in nudi veliko priložnosti za poslovno sodelovanje kot tudi za neformalno druženje. Rdeča nit 15. konference DSI je bila »*Interoperabilnost kot izziv informatiki*«. V treh dneh so imeli udeleženci konference priložnost prisluhniti predavanjem v desetih različnih vsebinskih sekcijah (*Interoperabilnost in odprti standardi*, *Informatika v finančnih inštitucijah*, *Sodobne informacijske tehnologije in arhitekture*, *Informacijska družba*, *Informacijska podpora odločanju*,



Niko Schlamberger, predsednik SDI (vir: [racunalniki.com](http://racunalniki.com))

*Management poslovnih procesov*, *Informacijske rešitve*, *Metodologije in pristopi k obvladovanju informatike*, *Strateški vidiki informatike*, *Operacijske raziskave*), predstavitev v študentskem forumu, osmim vabljenim in plenarnim predavanjem ter štirim okroglim mizam.

Udeležence in goste sta **prvi dan konference** pozdravila predsednik Slovenskega društva Informatika Niko Schlamberger in predsednik programskega sveta DSI 2008 dr. Marjan Krisper.

Podeljena so bila priznanja za dosežke v informatiki, ki so jih letos prejeli Lilijana Jernejčič, Lilijana Brajljeh in Pavel Tepina. Častni govornik minister dr. Žiga Turk je povedal, da se država zaveda pomena informatike, zato jo je vključila v svoje razvojne programe, načrte in strategije. Kot pomemben naročnik bo tako ravnala tudi v prihodnje, saj so dosedanja pristopi (npr. izjemno uspešna e-uprava) rezultat skoraj izključno dela slovenskih podjetij. Predavanje Toneta Stanovnika iz podjetja Špica International je predstavilo inovativen pogled, ki pomeni novo razvojno možnost za slovenske ponudnike IKT-storitev, obenem pa tudi razvojno paradigmo za druge

dejavnosti. Sledilo je predavanje Sergeja Novarettija iz Evropske komisije o izzivih interoperabilnosti. Prvi dan so potekala tudi predavanja v štirih vzporednih vsebinskih sekcijah, dan pa sta zaokrožili dve okrogli mizi, prva na temo Interoperabilnosti in odprtih standardov, druga pa na temo mobilnih aplikacij ter konvergenca fiksne in mobilne tehnologije. Druženje prvega dne so udeleženci zaključili ob dobri hrani, vinski kapljici kleti Babič ter glasbeni spremljavi Yuhubande.

**Drugi dan konference** je odprl prof. dr. Kai Rannenberg iz Goethejeve univerze v Frankfurtu s predavanjem na temo pravnih in varnostnih vidikov IKT. Sledili sta plenarni predavanji, prvo na temo interoperabilnosti na področju geoma-

tike in prostorskih podatkov, drugo pa na temo aplikacije Janna, s katero naj bi strli trd oreh, za katerega se v praksi pogosto izkaže vodenje poslovnih procesov s pomočjo programske opreme. Potekala so tudi predavanja v vzporednih vsebinskih sekcijah. Osrednji dan konference sta zaokrožili okrogli mizi na temo primerov uspešne vpeljave SOA v Sloveniji in na temo e-demokracije. Zvečer so udeleženci lahko uživali v večerji na ladjici in nadaljevali druženje v News cafeju v Bernardinu.

**Zadnji – tretji dan konference** je bil namenjen trem plenarnim predavanjem, šestim tematskim sekcijam, študentskemu forumu in seveda zaključku konference. V plenarnem delu konference je prof. Cene Bavec iz

Fakultete za management Koper predstavil vpliv socioekonomskih dejavnikov na uporabo javnih e-storitev. Prof. Augusto Casaca (INESC-ID) je predstavil pristop k povečanju varnosti pri gibanju na letališčih, sledila pa je pokroviteljska predstavitev Računalniških novic na temo IT-novic. Teme prispevkov v študentskem forumu so pokrivalo tako rešitve na tehničnih področjih kot tudi aplikativno uporabo informacijskih rešitev v poslovnem okolju. Predstavljeni prispevki so bili ocenjeni s strani komisije, prvi trije so prejeli nagrade pokroviteljev in prieditelja.

Nasvidenje v Portorožu spet naslednje leto!

Mag. Jasna Požnel, IPMIT d. o. o.

## Tehnološki park Ljubljana obiskal predsednik evropske komisije José Manuel Barroso

Predsednik evropske komisije José Manuel Barroso je obiskal Tehnološki park Ljubljana. Kot gostitelj ga je spremljal predsednik vlade Republike Slovenije in predsednik evropskega sveta Janez Janša. Gosta je sprejel direktor Tehnološkega parka Ljubljana Iztok Lesjak in ju popeljal na ogled zunanosti Parka.

Dogajanje se je nadaljevalo v atriju upravne stavbe, kjer sta Barroso in Janša nagovorila zbrane predstavnike

podjetij članic Tehnološkega parka Ljubljana. Nagovorom je sledil pogovor s prisotnimi podjetniki.

Namen obiska je bil seznanitev gostov z gradnjo primerne infrastrukture za razvoj inovativnega podjetništva, ki jo je delno sofinancirala EU s sredstvi iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, in z ravnijsko tehnološke podjetniške kulture v Ljubljani ter srečanje s podjetji, ki prvenstveno delujejo na globalnih trgih in s tem prispevajo h konkurenčnosti Evrope.

[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)



*proizvodna* **logistika**  
08

Strokovna predavanja  
Delavnice z rešitvami konkretnih primerov  
Primer dobre prakse  
Druženje

**22. oktober 2008**  
Lokacija bo znana naknadno. Več informacij na:  
[www.logistika-slo.si](http://www.logistika-slo.si)

Organizator  
**GR** inženiring d.o.o.

Medijski pokrovitelj  
**IRT**<sup>2000</sup>  
inovacijske tehnologije



## V tehnološkem centru SEMTO so zopet povezovali znanje

Tehnološki center SEMTO ob pomoči soorganizatorjev že vrsto let organizira znanstvene konference in posvetovanja, usmerjena na določena ozka strokovna področja. Na njih se srečujejo strokovnjaki, raziskovalci, razvijalci in tehnologi, ki predstavijo svoje dosežke in izmenjujejo izkušnje.

4. in 5. junija je TC SEMTO na Inštitutu Jožef Stefan organiziral odmevno konferenco z naslovom *SENZORJI IN AKTUATORJI*.

Cilj konference je bil osvetliti obravnavano tematiko, podati celosten pregled tehničnega področja in posredovati nove dosežke udeležencem. Kot predavatelji so se konference udeležili najvidnejši strokovnjaki z inštitutov, s fakultet in iz industrije. Na dvodnevem srečanju je bilo predstavljenih 33 referatov, od tega tri vabljeni

predavanja, dve iz tujine.

Predavanja so posegala na različna področja tehnike, saj nas vsakodanjen življenju obdajajo različni senzorji, ne da bi se tega sploh zavedali. Poseben poudarek je bil na najnovejših dosežkih na področju senzorskih struktur, prikazani so bili pregled lastnosti inteligentnih senzorjev, aplikacije senzorjev in aktuatorjev na nivoju mikroelektronike in potencialna uporaba senzorjev in aktuatorjev na novih področjih, kjer jih do sedaj nismo poznali.

Namen konference oblikovati mesto za srečanje raziskovalcev z inštitutov in razvijalcev iz industrije, posredova-



Vabljeno predavanje dr. Klause Reichmanna iz graške Univerze

ti z ene strani najnovejše dosežke in možnosti uporabe, z druge strani pa potrebe po aplikacijah in potrebah v tehnološko naprednih izdelkih, je bil v celoti dosežen. V Tehnološkem centru SEMTO pa so še enkrat dokazali, da res znajo *POVEZOVATI ZNANJE*.

Jožef Perne,  
zavod TC SEMTO, Ljubljana

## 40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile

**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI



- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu

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

Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana, tel.: (0)1 53 73 066 fax: (0)1 53 73 067, e-mail: info@jaksa.si

# Vabilo k sodelovanju na 18. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije



*Spoštovani sponzorji, razstavljalci, predavatelji, udeleženci in poslovni partnerji!*

V Društvu vzdrževalcev Slovenije že potekajo intenzivne priprave na 18. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije na Rogli, ki bo v četrtek in petek, **9. in 10. oktobra 2008**.

Dvodnevno posvetovanje bo potekalo po ustaljenem dnevnem redu: 9. oktobra 2008 ob 10. uri bo slavnostna otvoritev, podelitev nagrad zmagovalcem natečaja za najboljša diplomska dela ter podelitev plaket za »naj vzdrževalski pripomoček«. Po skupnem ogledu razstavnih mest se bodo začela zanimiva strokovna predavanja o aktualnih temah s področja vzdrževalne dejavnosti. Prvi dan posvetovanja bomo zaključili s skupno večerjo, ki je namenjena spoznavanju in druženju udeležencev srečanja. Razstava in zanimiva predavanja se bodo nadaljevala tudi drugi dan posvetovanja.

## Možnosti sodelovanja na 18. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

### RAZSTAVLJAVCI

K sodelovanju vabimo **razstavljalce** različnih področij – od vzdrževalske opreme, orodij, strojev in naprav, pa tudi s področja storitev, vzdrževalskega outsourcinga, izobraževanja, ... Priporočamo, da razstavljalci, sponzorji in poslovni partnerji, ki želite sodelovati na razstavi vzdrževalske opreme in storitev čimprej, najkasneje pa do **1.9.2008**, rezervirate razstavna mesta s pomočjo prijavnice, objavljene na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si). Posebej opozarjamo na razpis za »**Naj vzdrževalski pripomoček**«, v katerem lahko sodelujejo vsi razstavljalci. Obrazec za prijavo izdelka na razpis najdete na [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

### PREDAVATELJI

Prijazno vabimo vse zainteresirane **avtorje**, ki bi želeli predstaviti svoje poglede in izkušnje na vzdrževanje, ali predstaviti svoja raziskovalna dela s področja vzdrževanja, da nam pošljejo prijavo svojega prispevka.

**Okvirna izhodišča glede tematike posvetovanja:** vpliv vzdrževanja na okoljske vidike poslovanja; zmanjševanje energijskih emisij z učinkovitim vzdrževanjem; zanesljivost in vzdrževanje; kontrola in diagnostika; izobrazba v vzdrževanju; menedžment in vzdrževanje; logistika in vzdrževanje; zagotavljanje kvalitete vzdrževanja (novejše metode); primeri dobre prakse; zakonodaja in standardi.

Avtorje vabimo, da svoje referate prijavijo najkasneje do **20.7.2008**. Prijava referata je mogoča preko spletne strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si) ali na elektronski naslov [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si).

### DIPLOMANTI

Tudi na 18. TPVS bo Društvo vzdrževalcev Slovenije izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Vsi, ki ste diplomirali v študijskem letu 2006/2007 in 2007/2008, ste vabljeni, da sodelujete na natečaju in svoja dela predstavite širši javnosti.

Diplomante vabimo, da svoja diplomska dela prijavijo do **20.7.2008** preko spletne strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si) ali na elektronski naslov [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si).

### UDELEŽENCI

Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu neposredno ali posredno srečujete s področjem vzdrževanja. **Udeležence** vabimo, da svojo udeležbo prijavijo najkasneje do **26.9.2008** s pomočjo prijavnice, objavljene na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si), kjer si lahko rezervirajo tudi prenočišče. Prijave udeležencev so mogoče tudi preko telefona, faksa, e-pošte ali osebno.

## Rogla, 9. in 10. oktober 2008

**DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**

Stegne 21 c, 1000 Ljubljana ■ Telefon: 01 5113 006 ■ Faks: 01 5113 007 ■ GSM: 041 387 432

E-pošta: [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si) ■ [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si)



## Kladivar certificiral prvo delavnico za izdelavo sestavov gibkih cevi Parker

Podjetje *Serpa* z Raven na Koroškem je pridobilo certifikat Parker za izdelavo sestavov gibkih cevi in s tem jasno začrtalo svojo pristop k ponudbi visoko kakovostnih gibkih cevi za zahtevnejše odjemalce s področja fluidne tehnike. Certificiranje smo izvajali v Kladivarju, saj smo kot distributer podjetja Parker usposobljeni in pooblaščen za razvoj in preverjanje zmožnosti naših partnerjev na področju izdelave sestavov gibkih cevi.

Podjetje Parker velja za enega največjih svetovnih proizvajalcev s področja fluidne tehnike. Znatno del ponudbe pa obsegajo tudi cevi in priključki, s katerimi se uvršča v sam svetovni vrh. Podjetja, ki želijo ponujati gibke cevi Parker na svojih tržiščih, imajo možnost, da se z ustreznim sistemom dela, usposobljenimi izvajalci in jasno predpisanimi postopki dela kvalificirajo za pridobitev Parkerjevega certifikata "Hose workshop". S tem pa lahko svojim kupcem dokazujejo kakovostni nivo svoje ponudbe, ki ga periodično preverja eno izmed največjih svetovnih podjetij na tem področju.



*Podelitev certifikata v delavnici Serpe. Od leve proti desni Mitja Laure in Danilo Viderman iz Serpe ter Thilo Ittershagen, predstavnik podjetja Parker. V ozadju so lepo vidni plakati s podatki.*

Serpa velja za eno najvidnejših slovenskih podjetij s področja vzdrževanja zahtevnejše strojne opreme in ima močne reference v jeklarstvu in sorodnih področjih industrije, z razvojem programa gibkih cevi pa so zapolnili pomembno vrzel v svoji ponudbi. S strani Kladivarja smo v uvajalni fazi predlagali ustrezno opremo za izdelovanje sestavov, organizirali izobraževanje ter pomagali pri pripravi navodil za izvajalce. Pomembno je bilo tudi, da smo se

uskladili glede nabora cevi in priključkov, ki jih imamo v Kladivarju stalno na zalogi in so zato hitro dobavljivi.

V Serpi so opremili zelo lično, urejeno in funkcionalno delavnico in zagotovili primerno opremo za izdelavo sestavov gibkih cevi. Posebej prijetno presečna pomen, ki ga dajejo navodilom in prikazu

pravilne izdelave sestava. Slovenska navodila in Parkerjevi plakati s podatki so razporejeni na vidnem mestu, zato so delavcu enostavno dosegljivi, možnosti napak pa so s tem bistveno manjše. Tako sta bila preverjanje in podelitev certifikata le še prijetna formalnost. Certifikat je ob svojem priložnostnem obisku predal g. Thilo Ittershagen, strokovnjak podjetja Parker s področja gibkih cevi.

*Aleš Bizjak, Kladivar Žiri, d. d.*

## Mednarodna Easy konferenca – vloga zakonodaje pri spodbujanju investicij v inovativna podjetja

**Center za razvoj malega gospodarstva** je v sodelovanju s **Tehnološkim parkom Ljubljana** organiziral mednarodno konferenco »Pomen davčnega okolja in zakonodaje pri spodbujanju čezmejnih investicij v inovativna podjetja v začetnih fazah razvoja«.

Konferenca se je udeležilo preko 100 predstavnikov iz 15 držav, med njimi tudi mag. Miran Pleterski, direktor Direktorata za podjetništvo in konkurenčnost na Ministrstvu za gospodarstvo.

Zaključke in povzetke konference je podala Mateja Vadnjal, direktorica Centra za razvoj malega gospodarstva Ljubljana:

- država naj pomaga pri izobraževanju in usposabljanju podjetnikov;
- država naj omogoči podjetnikom dostop do kvalitetnega svetovanja, saj bodo tako dobili zadostno število inovativnih podjetij, v katera bi poslovni angeli vložili svoja sredstva;

- Evropa se bo veliko hitreje približala razviti kulturi vlaganja poslovnih angelov tudi tako, da ti ne bodo vlagali le denarja, ampak bodo podjetjem resnično pomagali tudi s svojim znanjem in mreženjem;
- države, ki vzpodbujajo vlaganja posameznikov v inovativna podjetja z davčnimi olajšavami, so pri razvoju uspešnejše.

[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)

## Spoštovani,

vabimo vas, da se udeležite **Poletne terminološke šole**, ki bo potekala **od 4. do 6. septembra 2008 v Ljubljani**, v prostorih ZRC SAZU, Novi trg 4, v organizaciji Sekcije za terminološke slovarje in Leksikološke sekcije Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, Oddelka za prevajalstvo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani ter organizacij EAFT (The European Association for Terminology) in TermNet (International Network for Terminology).

Poletna terminološka šola bo organizirana v obliki predavanj, praktičnih delavnic in okroglih miz. Predavatelji bodo predstavili različne terminološke teme, okrogli mizi z mednarodno udeležbo pa bosta obravnavali terminologijo v narodnem jeziku in dvo-/večjezičnost globalne družbe ter načrtovanje terminologije v slovenskem prostoru.

Ker je število prostih mest za udeležence na delavnicah omejeno, vas prosimo, da ob prijavi navedete, katerih delavnic bi se želeli udeležiti.

1. Vojko Gorjanc, Nataša Logar: Oblikovanje terminoloških korpusov
2. Darja Fišer, Špela Vintar: Delo s terminološkimi korpusi
3. Borislava Košmrj Levačič: Predstavitev uporabniške računalniške aplikacije SlovarRed 2.1 za redakcijo terminoloških slovarjev

Ker je število udeležencev omejeno, vas prosimo, da se **do 15. 07. 2008** prijavite na e-naslov: [mojca.zagar@zrc-sazu.si](mailto:mojca.zagar@zrc-sazu.si) oz. po pošti na naslov: Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU (Sekcija za terminološke slovarje), Novi trg 2, 1000 Ljubljana. Telefonska številka za dodatne informacije: 01 4706 231 (Marjeta Humar). Prijava naj vsebuje: ime in priimek, poklic, ime ustanove, kjer ste zaposleni (za študente ime fakultete), e-naslov za obveščanje in podatek o tem, katerih delavnic bi se želeli udeležiti.

Kotizacija je 200 evrov (za študente ni kotizacije). Udeleženci bodo dobili certifikat, na podlagi katerega lahko študentje v določenih študijskih programih uveljavijo kreditne točke.

Podrobnejši program terminološke šole bo v kratkem objavljen na: <http://isjfr.zrc-sazu.si/index.php?q=sl/node/35>.

Z veseljem pričakujemo vašo prijavo na Poletno terminološko šolo.



*Marjeta Humar, spec. v hum.  
predsednica organizacijskega odbora*



## Senzorika v fluidni tehniki

Revija *Fluid* je svojo prvo posebno izdajo za leto 2008 namenila izčrpani obravnavi senzorike za fluidno tehniko. Zvezek obsega 18 strokovnih prispevkov z izčrpano predstavitevjo izdelkov (okoli 60 objav) in njihovih izdelovalcev oz. dobaviteljev (okoli 48 naslovov). Strokovni prispevki so razdeljeni v skupine, ki obravnavajo naslednja vprašanja: splošna problematika, merilni sistemi, merjenje značilnih veličin: položaja, poti, tlaka, nivoja in toka.

Vsebine prispevkov so naslednje:

### Splošno:

- *Blizu kupcem v svetovnem merilu* – intervju z L. Zimmerjem, *ifm power*, Essen
- *Veličine v višini oči* – intervju s tremi menedžerji iz firme *AMA* o senzoriki

### Merilni sistemi

- *Zanimanje je neznansko* – intervju z eksperti iz firme *Argo-Hytos* o novih izvedbah senzorjev

- *Ugotavljanje napak z radijsko zvezo* – brezžični merilni dajalniki in senzori
- *Mi ne produciramo zahtevnega podatkovnega materiala* – intervju z direktorjem K. Duragom iz *SenGenuityja*

### Merjenje položaja

- *Preciznost določa izplen* – merjenje položaja pri hidravlični filtrski stiskalnici
- *Optimalno izkoriščanje sončne energije* – merjenje položaja za regenerativno pridobivanje energije
- *Ko krmiljenje potrebuje podatke o položaju* – izvedbe kotnega kodiranja za velike stroje in postroje

### Merjenje poti

- *Vedno pravi impulz* – dajalnik zasuka v kleti za penino
- *Merjenje poti pri hidravličnem valju* – možnosti uporabe senzorjev poti
- *Natančno delo v tlačnem območju* – magnetostriktivni odjemniki poti v mobilni tehniki

### Merjenje tlaka

- *Eden za vse* – zahteve za merilne pretvornike tlaka
- *Varnost je na prvem mestu* – senzori tlaka pri kritični uporabi
- *Boljša tehnika ob 30 % nižjih stroških* – senzori tlaka z integrirano diagnostiko I/O – povezavo

### Merjenje nivoja

- *Če načelo induktivnosti odpove* – kapacitivni senzori za merjenje nivoja
- *Natančno merjenje tudi pri agresivnih medijih* – ultrazvočni senzori za merjenje nivoja

### Merjenje toka

- *Temperiranje zagotavlja delovanje naprave* – merjenje prostorninskega toka pri hladilnikih

**Vir:** Fluid SPEZIAL – Senzorik, 1 – 2008 (zv. 41)

## Nova organizacijska zamisel strokovne konference in razstave SENSOR + TEST

Nemška strokovna združenja za informacijsko tehniko pri zvezi elektroinženirjev (*Informationstechnische Gesellschaft im VDE - ITG*), za merilno in avtomatizacijsko tehniko pri zvezah inženirjev in elektroinženirjev (*VDI/VDE – Gesellschaft Mess und Automatisierungstechnik – GMA*) in strokovno združenje za senzoriko (*Fachverband für Sensorik – AMA*) so se dogovorili za sodelovanje tako, da bo strokovna konferenca z naslovom *Senzorji in merilni sistemi (Senzoren und Messsysteme)* od leta 2010 naprej zasedala v okviru konference o »senzorjih in preskušanju« (*SENSOR + TEST*). Skupni organizator in strokovni nosilec konference bo združenje VDE-ITG.

Skupna strokovna konferenca bo tako postala najpomembnejša konferenca

in sejem merilne tehnike v Evropi. Prof. dr. G. Gerlach s Tehniške univerze v Dresdnu je nad odločitvijo navdušen. Konferenca se idealno združuje s tradicionalnimi kongresi *SENSOR + TEST* in pričakovati je pomembne sinergijske učinke za vse udeležence. Tudi drugi organizatorji in vodje dosedanjih konferenc (iz Darmstadta, Erlangna, Nürnberga) so zadovoljni in prepričani o pozitivnih učinkih dogovora.

Strokovne konference *Senzorji in merilni sistemi* sicer potekajo bialno že 30 let in veljajo za najpomembnejša znanstvena srečanja na obravnavanem področju v nemškem jeziku. Njihovo težišče je na obravnavi senzorike v industriji, vozilih in sodobnih nanostrukturah.

Sejem *SENSOR + TEST* pa je bil us-

tanovljen leta 1982 in do sedaj 15-krat organiziran. Velja za svetovno najpomembnejšo tovrstno prireditve in forum senzorike, merilne tehnike in preskušanja. Vse od prve razstave ga spremljajo številni obsejmski mednarodni kongresi in konference. Pri tem so posebno odmevne konference *OPTO* (o optičnih tehnologijah, senzorjih in merilni tehniki) in *IRS* (o infrardečih senzorjih in sistemih).

Od 2009 bodo tako vsi ti kongresi bialno zasedali skupaj pod imenom *Senzorji in merilni sistemi*.

Dodatne informacije so na voljo na spletnem naslovu: [www.ama-sensorrik.de](http://www.ama-sensorrik.de).

Po O + P 52(2008)3 – str. 67

## Nova visokotlačna gibka cev za tlake do 42 MPa in najmanj 500 impulznih ciklov

Mednarodno uveljavljeno podjetje *Eaton Aeroquip* v juniju pošilja na trg nove gibke cevi z oznako *GH 200*. To so gibke cevi s štirislojnim spiralnim opletom 4SH za uporabo na visokotlačnem področju, ki prekašajo tehnične zahteve po standardu DIN EN 856/4SH, za tlake do 42 MPa, z impulznim faktorjem 1,33, namesto 1,2, kar zahteva omenjeni standard.

Nove gibke cevi Eaton Aeroquipa so razvite po zahtevah sodobnega trga za potrebe visokotlačnih hidravličnih naprav. Cevi GH200 bodo najprej na voljo za imenske velikosti ND 12 in ND 16 kot dopolnilo sedanjim proizvodnim programom takšnih cevi za standardno uporabo. Večina dose-danjih gibkih cevi sodi med 4SH-spi-

ralne gibke cevi GH506 z zdržljivostjo dveh milijonov tlačnih ciklov.

Z novo gibko cevjo GH200 pa uporabniki dobivajo na voljo cev za standardno uporabo z zdržljivostjo do 500.000 impulzov ob precej ugodnejših nabavnih cenah. To velja tako za gibke cevi kot za potrebno cevno armaturo, ki je na voljo v izvedbah z okoli 60 različnimi sestavnimi deli. GH200 zagotavlja bistveno boljše zmogljivosti, kot jih zahteva standard DIN EN 856/4SH, ne samo v pogledu števila tlačnih ciklov, ampak tudi z višjih impulznim faktorjem 1,3. Tako je ob zadržanem faktorju varnosti 4 sprejemljiva za delovne tlake 42 MPa. Dovoljeni polmer ukrivljenosti je 210 mm pri

imenski velikosti ND12 in 340 mm pri velikosti ND16.

Za vse gibke cevi so na voljo vsi standardni priključki, od SAE kode 61 in 62, prek JIC, DKO in ORS do NFPT zunanjih navojev s stožcem 24°. Za montažo priključkov je cev GH200 potrebno oluščiti z notranje in zunanje strani. Standardni priključki se izdelujejo kompletirani v sestavi. Na voljo pa so tudi posebne izvedbe. Mogoče je certificiranje po željah kupcev in prilagojeno različnim projektom in izvedbam strojev oz. naprav.

Po O + P 52(2008)5 – str. 36

## Izobraževanje – usposabljanje za prakso

Nič ne more nadomestiti lastnega znanja in izkušenj. Učni sistem, oblikovan pri podjetju *Bosch Rexroth*, zato smiselno združuje dognan didaktični pristop in praktično zasnovane učne komponente, ki eksperimentalno omogočajo kreativne rešitve problemov pogona in krmiljenja. Praktično delo na realnih projektih omogoča razumevanje teoretičnih osnov in doživljanje živega delovanja vezij in naprav.

### CMS – učni sistem za avtomatizacijo

Visokoregalno skladišče v miniaturi izvedbi se simulira s CMS-strežnim manipulatorjem. Jedro sistema je troosna strežna roka za transport obdelovancev. Funkcije in komponente ustrezajo izvedbam v realnosti. Študentje, dijaki in drugi udeleženci izobraževanja lahko spoznajo praktične rešitve avtomatizacije ter programska in računalniška krmilja. Na voljo je programsko orodje *IndraWorks*.

### Učni komplet za osnove hidravlike

Osnovni učni paket obsega vse potrebne komponente za spoznavanje in razumevanje delovanja hidravličnih naprav. Vse komponente so zasnovane tako, da do napačnega ravnanja z njimi ne more priti. Tako so npr. priključka za črpalke in povratni vod v rezervoar različni, da ne more priti do zamenjave, v praksi značilne napake.

### Stavek pnevmatičnih krmilnikov

Sodobno stanje pnevmatičnega krmiljenja je s paketom pnevmatike enostavno kot še nikoli. Obsega vse pomembne komponente za usvajanje in razumevanje delovanja pnevmatičnega krmilja in regulacije. V paket sodi tudi pomnilniško programsko krmilje, tako da udeleženci izobraževanja lahko spoznajo najnovejše stanje tehnike na tem področju. Potrebna programska oprema sodi v komplet in je prilagodljiva vsakokratni stopnji

znanja udeležencev izobraževanja oz. usposabljanja.

### TS-DSA – učni komplet za industrijsko in mobilno hidravliko

Z učnim kompletom TS-DS4 je udeležencem izobraževanja omogočeno spoznavanje in razumevanje treh osnovnih tehnologij mobilne hidravlike, kot so vezja s senzorjem obremenitve (Load Sensing – LS), tlačno neodvisno krmiljenje prostorninskega toka in krmiljenje z dušenjem. Novo razviti hidravlični agregat deluje povsem tiho, varno in zanesljivo. Z dvema vgrajenima črpalkama lahko sočasno napaja dve učni delovni mesti.

Dodatne informacije so na voljo na spletnem naslovu: [www.boschrexroth.de](http://www.boschrexroth.de).

Po O + P 52(2008)4 – str. 144



## Enerpacov dvizni sistem zagotovi varovanje pri gradnji pregrade svetovno znanega hidrosistema Snowy Mountain v Avstraliji

Za ravnanje z osmimi po 300 ton težkimi varnostnimi pregradami *Hidroplus Fusegate* pri gradnji pomožne protipoplavne naprave za zaščito jezua *Jindabyne* v Avstraliji je zasnovan posebni hidravlični dvizni sistem.

Po 335 m dolgem in 71 m visokem nasipnem jezua poteka avtocesta *Monaro*, ki povezuje osrednje mesto s številnimi smučišči v okolici. Je eden med 16 jezovi v sistemu *Snowy*, ki je bil zgrajen leta 1967 za oblikovanje

poplavljenega odteka voda, kar omogoča nagibanje varnostne pregrade. Direktor *Hydroplusa* Avstralija B. Hakin posebej poudarja izredno lastnost izvedbe, da se pregrada samodejno prekucne po vnaprej določeni sekvenci glede na prednastavljeni nivo vode. Pregrade se pri umerjenih poplavljenih ne aktivirajo. V tehničnem pogledu je njihova velika prednost, da ne zahtevajo mehanskega aktiviranja, so nezahtevne glede vzdrževanja in zelo varne in zanesljive.

Ko se voda pri naraščanju nivoja preliva čez pregrado, začne pri na-

Gre za dvosmerne hidravlične valje v skupinah po štiri, ki zagotavljajo varno in precizno krmiljenje posamezne pregrade. Sistem napaja nova generacija električno gnanih črpalk serije ZE z delovnim tlakom 70 MPa, minimalnim številom sestavnih delov, z manj trenja in generacije odpadne toplote ter 18 % manjšim potrebnim tokom napajanja.

Črpalke so priključene na 40-litrski krmilni modul z ročnimi krmilnimi ventili V82, ki zagotavljajo zanesljivo držanje bremen, ko se med posameznim korakom dviganja med breme in valje vstavljajo vmesne podložne plošče.

Sistem omogoča opravljanje naslednjih nalog:

- dviganje osmih varnostnih pregrad za 325 mm (v dveh korakih), da se lahko odstranijo jeklene forme, potrebne za oblikovanje osnovnih betonskih prekatov,
- nadzorovanje, da pri vlivanju pregrade ne pride do vezave med osnovnim prekatom in podnožjem pregrade,
- tehtanje in nadzorovanje težišča pregrade, da se konstrukcijska predvidevanja in pravilna teža betonskega balasta lahko preverjajo.



**Slika 1.** Jindabyne jezo z varnostnimi pregradami v hidrosistemu Snowy Mountain v Avstraliji

velikih zalog vode za navodnjavanje in pridobivanje električne energije.

Podjetje *Snowy Hydro Limited* je zasnovalo vzorčni primer zaščite ljudi in imetja tudi proti najvišjim poplavnim vodam.

Pri varnostnih pregradah Jindabyne je uporabljen *Enerpacov* dvizni sistem s patentiranim protipoplavnim krmiljem *Hydroplus* z delovnim tlakom 70 MPa, ki se uporablja že pri 41 pregradah na svetu.

Vsaka enota Jindabyne ima po 9 do 11 m globokih jaškov, imenovanih tudi »kamini«, skozi katere pri visokih

stavljenem nivoju odtekati v jaške oz. prekate na dnu posamezne enote.

Tlak vode v prekatih narašča, dokler ne doseže vrednosti, ko se celotna struktura prekucne, sprosti vodo, da začne odtekati in tlak za jezom pade. Pregrade se prekucnejo druga za drugo v sekvenci od ena do osem, tako da se sprosti zahtevana količina vode.

*Enerpacova* oprema obsega visokozanesljive visokotlačne hidravlične valje CLRG 20012 z nosilnostjo 200 t in delovnim gibom 300 mm ter dovoljeno prečno obremenitvijo v višini 10 % imenske nosilnosti.



**Slika 2.** Hidravlični dvizni valj pod varnostno pregrado



**Slika 3.** Hidravlični agregat z visokotlačno črpalko in krmilnim modulom z ročnimi ventili

300 mm visoki osnovni betonski prekati se oblikujejo v jeklenih formah, s štirimi sekcijami, ki morajo biti po vlivanju betona odstranjene. Vsaka varnostna pregrada ima zato štiri dvizne podporne točke, ki omogočajo dviganje in odstranjevanje je-klenih form.

Dvizni sistem je zasnovan tako, da tudi najtežjo pregrado lahko dvignejo le trije valji. Ob upoštevanju oblike posamezne pregrade in enakomernosti obremenitve je med dviganjem dodatno upoštevana varnost z vlaganjem vmesnih podložnih plošč med pregrado in njenim podnožjem.

Dviganje je opravljeno nadzorovano in počasi, tako da se po vsakih 25 mm

van za največ pet ur. Vse je potekalo brez kakršnih koli težav in v predvidenem času. Kompletna izvedba sistema z izrednimi zahtevami glede varnosti in zanesljivosti je, ob omejenih finančnih sredstvih, potekala izredno učinkovito.

Enerpacovi dvizni sistemi so se s svojo zmogljivostjo, natančnostjo krmiljenja, zanesljivostjo in varnostjo, pa tudi upo-

giba vstavljajo vmesne podložne plošče za omejitev povratnega giba pri sicer malo verjetni odpovedi kakšnega od dviznih valjev ter za zagotavljanje možnosti ožmerjenja vodornosti položaja pregrade.

Skupni čas dviganja in spuščanja je načrto-

rabnostjo sodobnega računalniško vodenega krmiljenja v Avstraliji že pred tem uveljavili pri 3.500-tonskem rudniškem bagerju v Curraghu v Queenslandu ter pri gradnji in obnovi številnih mostov. V zadnjem času pa so se še posebno izkazali pri gradnji na svetu najvišjega (343 m visokega) viadukta Millau v Franciji in številnih naftnih ploščadi v Severnem morju.

**Vir:** Enerpac's power lift helps Hydroplus protect key dam in world famous Snowy Mountains Scheme - Enerpac Marketing Communications; e-mail: irene.kremer@enerpac.com



**Slika 4.** Dviganje sekcije varnostne pregrade s pripravljeno vmesno podložno ploščo

**ENERPAC** 

## Znanstvene in strokovne prireditve

### ■ AMB 2008 - Internationale Ausstellung für Metalbearbeitung (Prva mednarodna razstava o obdelavi kovin)

9.-13. 09. 2008  
Stuttgart, ZRN

Organizator: Neue Messe Stuttgart

Informacije:  
- internet: [www.amb-messe.de](http://www.amb-messe.de)

### ■ Pumps and Valves 2008 (Konferenca o črpalkah in ventilih)

15.-17. 10. 2008  
Antwerpen, Belgija

Organizator: ASME Europe

Informacije:  
- e-pošta: [pva@pumps-valves.com](mailto:pva@pumps-valves.com)  
- internet: [www.pumps-valves.com](http://www.pumps-valves.com)

nadaljevanje na strani 238



## Avtomatiziran sistem za nadzorovanje proizvodnje

Pred kratkim je *LEOSS, d. o. o.*, v podjetju *Hyla, d. o. o.*, uvedel sistem, ki na osnovi kombinacije tehnologije črtnih kode in tehtalnega sistema skrbi za preverjanje vsebine pakiranja proizvedenih izdelkov. Bistvo delovanja nadzornega sistema je preverjanje ustreznosti vsebine škatle v odvisnosti od mase in serijske številke, ki se skriva v črtni kodi.

### Uporabljena strojna oprema:

- fiksni čitalnik Metrologic MS3580 QuantumT s posebnim dodatkom za zajemanje težko berljivih črtnih kod,
- elektronska industrijska tehtnica Metler Toledo IND425-B60 z osvetljenim LCD-zaslonom in stopnjo industrijske zaščite IP 65 ter vgrajenimi senzorji visoke ločljivosti, ki zaznavajo manjkačje vrednosti,
- valjčnica za tehtalno platformo, ki omogoča delo na tekočem traku,
- sklop za proženje zajemanja podatkov.

### Uporabljena programska oprema:

- skrbniški program za kreiranje delovnega naloga – DN – in administrativnih podatkov v bazi, ki omogoča izbiro vrste artikla, vnos DN, nadzor nad proizvodnjo ter modul za kreacijo novih DN,
- preko skrbniškega programa se upravlja s šifranti izdelkov (šifra, naziv, teža, dolžina serijske številke, ki je prav tako vezana na izdelek),
- uporabniški program za sprejem in



Fiksni čitalnik Metrologic MS3580 QuantumT

obdelavo podatkov, ki delavcem omogoča nadzor nad ustreznostjo vsebine škatel (ali je bilo izdelano točno določeno število sesalnikov za točno določen trg, skladno z določili DN),

- Microsoftova podatkovna baza SQL.

### Delovanje

Na osnovi ustvarjenega DN z intervalom serijskih številok steče proizvodnja. Odvisno od DN delavec na koncu linije vstavi v embalažo vse potrebne elemente, ki jih zahteva kupec, vključno s serijsko številko. Na koncu tekočega traka se sproži branje serijske številke in tehtanje. Kadar je serijska številka znotraj območja serijskih številok za ta DN, se šteje, da je izdelek proizveden. Kadar je masa znotraj določenih meja, ki ne smejo presežati tretjine teže najmanjšega

kosa, se celotni proizvod šteje za pravilno pripravljenega, kar se označi tudi v tabeli podatkov.

### Postopek za korekcijo se sproži:

- v primeru odstopanja mase mora delavec ugotoviti, ali v pakiranju morda manjka kakšen kos. Če ne manjka nič, se bodisi spremeni interval mase za ta proizvod bodisi se opravi ponovno tehtanje,
- kadar črna koda ni ustrežna.

Ob uvajanju sistema za nadzor proizvodnje je *LEOSS* poskrbel tudi za standardizacijo tehtnice (IPac), s čimer se zagotovi zakonska skladnost tehtnice s predpisi EU, njena inštalacija in zagon, kalibracija oz. justiranje tehtnice z izdanim certifikatom o kalibraciji, izvedba na lokaciji postavitve, funkcionalni test tehtnice, zaključno poročilo.

### Bistvene funkcionalnosti sistema:

- sistem preverja vsebino pakiranja na koncu proizvodne linije,
- sistem preverja potek proizvodnje na podlagi delovnih nalogov,
- sistem skrbi za vnašanje DN in predvidenega intervala serijskih številok, na osnovi katerih preverja proizvodnjo.

Vir: *LEOSS, d. o. o.*, Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: [www.leoss.si](http://www.leoss.si), e-mail: [leoss@leoss.si](mailto:leoss@leoss.si), g. Gašper Lukšič

**ORODJARSTVO**  
2008

Portorož, 7.–9. 10. 2008

Medijski sponzor

Sponzorji

Organizacija kot gonilo poslovnih izboljšav

Posvetovanje

## Podjetje Parker Aerospace bo zagotavljalo sistem za gorivo in hidravliko na novem letalu Airbusa A350 XWB

Airbus je izbral **podjetje Parker Aerospace** za dobavo sistema oskrbe z gorivom in hidravličnega sistema za novi model zračnega plovila A350 XWB. Posel je vreden dve milijardi dolarjev.

Podjetje Parker bo poskrbelo za celoten sistem goriva, vključno z inernim sistemom, merjenjem goriva in upravljanjem z njim, hidravlično-mehaničnimi sistemi, napajanjem motorjev in črpalkami za prečrpavanje goriva. Inertni sistem rezervoarja za gorivo uporablja module s patentiranimi vlakni za separacijo zraka. Moduli proizvajajo zrak, obogaten z dušikom tako, da odvezemajo molekule kisika iz zračnega vira in pošiljajo dušik v vse rezervoarje z gorivom. S tem se zmanjša možnost vžiga hlapov v rezervoarju in poveča varnost letal.

Sistem za merjenje goriva uravnava količino goriva v rezervoarjih, nameščenih v krilih in trupu letala, kakor tudi nadzoruje porazdelitev goriva, medtem ko upravlja črpalke in ventile v sistemu za pretakanje goriva in polnjenje rezervoarjev.

Hidravlično-mehanični sistemi in napajanje motorjev ter črpalke za prečrpavanje goriva so novi Parkerjevi proizvodi na Airbusovih letalih. Ti proizvodi bodo poskrbeli za več funkcij na letalu, vključno s polnjenjem in praznjenjem rezervoarjev, prečrpavanjem goriva, napajanjem motorja in prezračevanjem rezervoarjev.

Med letom črpalke prečrpavajo gorivo iz rezervoarja v rezervoar in ga dostavljajo motorju. Hidravlično-mehanični sistemi bodo poskrbeli za varnostne ventile za zaporo in izolacijo goriva, za zaporo goriva v primeru nevarnosti ter zračenje rezervoarjev.

Podjetje Parker Aerospace bo skrbe-



Airbus A350 XWB

lo tudi za proizvodnjo hidravlične energije in sistem prenosa na novem A350 XWB. Ta kompleksni sistem sestavlja sedem posamičnih paketov, ki vključujejo črpalke, rezervoarje, razvodne bloke, hranilnike, termalni nadzor, izolacijo in programska orodja. Ti proizvodi skrbijo za potrebne hidravlične funkcije za napajanje in krmiljenje letala. Podjetje Parker s temi proizvodi veča svojo zmožnost in širi svojo ponudbo v letalski industriji, vključno z novo črpalko, gnanjo direktno z motorjem, električno črpalko s funkcijami za nadzor in varnost, avtomatskim odzračevanjem rezervoarjev in nadzor hidravličnega sistema, kontrolni programi po DO-178 Level B standardu.

Parker podpira mnoge Airbusove letalske programe, vključno z A300, A310, A320, A330, A340, A340-500/600 in A380.

Podjetje Parker Aerospace je operacijski segment Parker Hannifin Corporation. Parker Aerospace razvija, proizvaja in servisira hidravliko, goriva in pnevmatske komponente, sisteme in sorodne elektronske kontrole za letalstvo in ostala vi-

sokotehnoška tržišča. Z osrednjo lokacijo v Irvinu, Kalifornija, njihov proizvodni program vključuje aktuatorje in komponente za sisteme nadzora letenja, aktuatorje za sisteme zaviranja, elektrohidravlične servoventile, pomožne hidravlične sisteme in komponente, DC-črpalke, črpalke za gorivo in mazanje, sisteme za merjenje in uravnavanje goriva, instrumente v pilotski kabini, sisteme za preverjanje letenja, pnevmatične podsisteme in komponente, kolesa in zavore, gibke in toge cevi, spojke ter priključke.

Vir: PARKER HANNIFIN Corporation, Podružnica v Novem mestu, Velika Bučna vas 7, 8000 Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, fax: 07 337 66 51

**VENTIL**

REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704  
 telefaks: + (0) 1 4771-761  
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>  
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si



# Univ.-Prof. Dr.-Ing. Siegfried Helduser – vodja Inštituta za fluidno tehniko na TU Dresden

Svoja razmišljanja in poglede na stanje, razvoj fluidne tehnike in dejavnost Inštituta za fluidno tehniko v Dresdnu, ki ga vodi, je prof. Helduser podal v pogovoru ob priložnostnem obisku na inštitutu med potekom mednarodne strokovne konference 6. IFK aprila letos v Dresdnu.



Siegfried Helduser

**Ventil:** Profesor Helduser, ali lahko na kratko predstavite Inštitut za fluidno tehniko v Dresdnu in njegove korenine?

**S. Helduser:** Podajanje vsebin s področja hidravlike in pnevmatike ima v Dresdnu že zelo dolgo tradicijo. Prve aktivnosti segajo že v leto 1921, ko je profesor E. Sachenberg na takratni Tehniški visoki šoli v Dresdnu ustanovil prvo nemško katedro za proizvodne vede, organizacijo podjetij in strojogradnjo. Ta organizacijska oblika se je v naslednjih letih spreminjala, dopolnjevala in usmerjala v področje strojogradnje. Leta 1954 je tako bil ustanovljen Inštitut za orodne

stroje, leta 1961 pa je bila dokončana tudi zgradba inštituta z laboratorijem (preskuševalnico). Zgradba še danes nosi takratno ime: Kutzbach-Bau.

Leta 1980 je dr. inž. D. Will dobil profesuro za področje avtomatizacije na orodnih strojih (vključno s področjem hidravlike in pnevmatike), ki je organizacijsko spadalo na Inštitut za orodne stroje. Leta 1993 se je inštitut preimenoval v Inštitut za orodne stroje in fluidno tehniko.

Po odhodu profesorja Willa sem bil 1. avgusta 1993 imenovan za profesorja omenjenega inštituta za strokovno področje hidravlike in pnev-

matike, po ustanovitvi samostojnega Inštituta za fluidno tehniko (IFD) pa sem od 1. decembra 1997 njegov direktor. S 16 aktivnimi raziskovalci je IFD danes drugi največji razvojno-raziskovalni center s področja hidravlike in pnevmatike v Nemčiji.

**Ventil:** Lahko na kratko orišete osnovno poslanstvo Inštituta za fluidno tehniko?

**S. Helduser:** V osnovi bi to poslanstvo lahko razdelili na dve vrsti naših aktivnosti: ukvarjamo se z razvojno-raziskovalno dejavnostjo in s prenosom znanja s tega področja tehnike na študente.

V okviru razvojnoraziskovalne dejavnosti se ukvarjamo z izboljšavami komponent, predvsem črpalk in ventilov, z izboljšavami regulacijskih konceptov za uporabo na hidravličnih strojih in napravah ter z metodami za avtomatski prvi zagon in nadzor strojev kot tudi s snovanjem konceptov izboljšane izrabe energije.

Razen tega se ukvarjamo s pomembnim področjem zmanjševanja hrupnosti hidravličnih komponent in s simulacijskimi raziskavami tako posameznih komponent in njihovih detajlov kot celovitih mehatronskih sistemov.

Inštitut skrbi za nadaljevanje raziskovalnega dela študentov, ne samo na



Zgradba Inštituta za fluidno tehniko v Dresdnu – Kutzbach-Bau

bazičnih raziskavah, temveč tudi na področju industrijskih primerov uporabe. Tesna povezanost z industrijo zagotavlja, da se tako raziskave kot pedagoški proces izvajajo v skladu s praktičnimi potrebami industrije. Kompleksnost in interdisciplinarnost fluidne tehnike in njena praktična naravnost predstavljajo konstanten izziv študentom tako do- kot podiplomskega študija, npr. v obliki projektnih, diplomskih ali doktorskih nalog za podjetja. Takšno vključevanje v široko področje znanosti in inženirstva omogoča študentom odlično nadaljevanje njihove strokovne kariere.

**Ventil:** V katerih smereh poteka vaša sedanja raziskovalna dejavnost?

**S. Helduser:** Trenutne raziskovalne aktivnosti inštituta potekajo nekako v treh glavnih smereh.

Prvo smer predstavlja računalniško podprt razvoj komponent in sistemov – virtualni razvoj izdelkov. Vedno višje zahteve, ki jih mora izpolnjevati sodobna hidravlična ali pnevmatična pogonska tehnika, se kažejo v vedno višjem izkoristku, boljši funkcionalnosti in robustnosti razvitih izdelkov. Pri tem je v veliko pomoč uporaba metod računalniškega inženirstva. Razvoj virtualnih prototipov namreč omogoča veliko hitrejši in cenejši prehod od ideje do izdelave komponente. Tovrstne metode uporabljamo tako za razvoj posameznih kompo-

nent kot tudi celotnih strojev. Na področju virtualnega razvoja komponent fluidne tehnike smo v Nemčiji vsekakor med vodilnimi.

Drugo področje naših aktivnosti predstavljajo ukrepi za povečanje izkoristka in zmanjšanje hrupnosti komponent. Na teh dveh področjih je sicer v svetu opazen nenehen napredek, vendar ta poteka z majhnimi koraki. Če npr. primerjate črpalko, ki je bila izdelana v 70. letih, s sodobno, boste vsekakor slišali razliko in tudi ugotovili boljši izkoristek. Različne analize povzročiteljev hrupa so vedno pripeljale do določenega ukrepa za zmanjšanje hrupa. Tudi izkoriščenost energije je pogosto obravnavana tematika, še posebej zaradi nenehnega poviševanja cen energentov. Stroji za brizganje plastičnih mas in load-sensing sistemi, uporabljeni na mobilnih strojih, so primer, kjer smo z razi-

skavami dosegli številne izboljšave. Tako so bili razviti in med seboj primerjani različni pogonski koncepti, primerni za uporabo na gradbenih mobilnih strojih, npr. nakladalnikih, za različne obremenilne cikle oz. delovni režim.

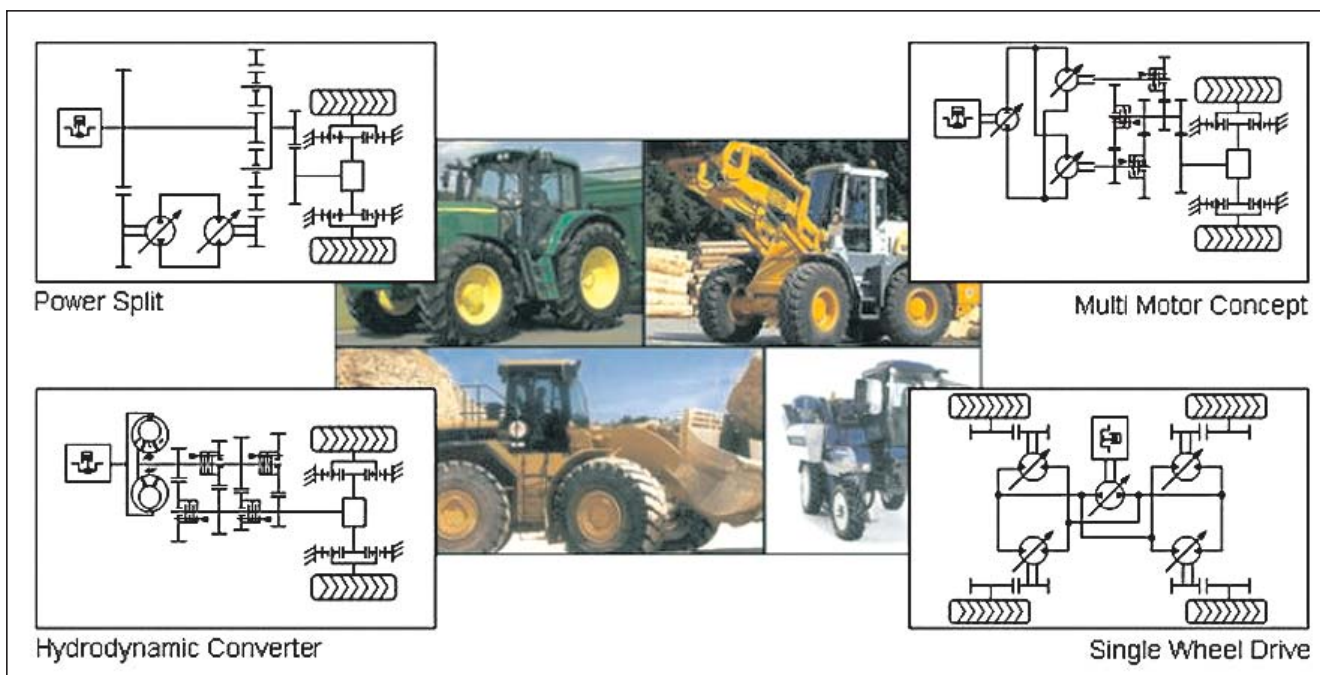
Tretji razvojni program je usmerjen v uporabo adaptivnih regulacijskih konceptov in metod samodejnega nadzora elektrohidravličnih sistemov. Zaradi številnih nelinearnosti v tovrstnih sistemih je uporaba modernih regulacijskih strategij neizbežna za doseganje optimalnih nastavitvev pogona. To problematiko smo aplicirali predvsem na strojih za brizganje plastičnih mas – na primeru zapiralne enote. Vzvod zapiralnega mehanizma je izrazito nelinearni sistem, povezan s hidravličnim pogonom. Z uporabo sodobne regulacijske strategije, primerne za nelinearne sisteme, nam je uspelo občutno povečati dinamiko zapiralnega sistema.

**Ventil:** Poudarek vaših raziskav je na hidravlični pogonski tehniki. Ste aktivni tudi na področju pnevmatike?



Sodelavci Inštituta za fluidno tehniko





Raziskava različnih pogonskih konceptov mobilnih strojev

**S. Helduser:** Že omenjeni virtualni razvoj komponent se seveda uporablja tudi za razvoj pnevmatičnih komponent. Na tem področju pa je še posebej pomemben že omenjeni tretji razvojni program – razvoj in uporaba primernih regulacijskih konceptov za področje pnevmatične pogonske tehnike. V ospredju obravnave so visoko zmogljivi pnevmatični pogoni, npr. manipulatorji, preskuševalni stroji ali pa zelo dinamični pnevmatični servopogoni. Za tovrstne pogone je značilna zelo velika množica konstrukcijskih parametrov, ki v zelo veliki meri vplivajo na obnašanje sistema in jih je vsekakor potrebno upoštevati v procesu načrtovanja stroja. Veliko fleksibilnost pogona in prilagajanje določeni nalogi je v teh primerih možno doseči le z uporabo adaptivnih regulacijskih strategij. Numerično optimirani algoritmi v povezavi s podrobnimi simulacijskimi modeli se uporabljajo za izboljšanje obnašanja tako kompleksnih pogonov. Samo z uporabo teh tehnik bo fluidna tehnika ostala konkurenčna in med vodilnimi na področju avtomatizacije.

**Ventil:** V kakšno smer bo po vašem mnenju potekal nadaljnji razvoj na področju hidravlike in pnevmatike?

**S. Helduser:** V prihodnosti bo razvoj na področju fluidne tehnike vse bolj

usmerjen v izboljšanje zanesljivosti elektrohidravličnih in elektropnevmatičnih reguliranih pogonov. To smer nenazadnje spodbuja novi standard EN ISO 13849 kot tudi rešitve pogonov, ki se uporabljajo pri novih tehnologijah, kot je npr. globoki vlek vlaknatih materialov.

**Ventil:** Lahko na kratko predstavite, kakšna je opremljenost vašega inštituta?

**S. Helduser:** Inštitut za fluidno tehniko ima za eksperimentalno delo na razpolago moderno opremljeno preskuševališče v velikosti 600 m<sup>2</sup>. V grobem je razdeljeno na raziskave s področja hidravlike in pnevmatike. Razen tega pa razpolagamo še z dvema prostoroma za merjenje hrupa – z gluho in Hallovo komoro. Za napajanje hidravličnega dela preskuševališča imamo tri samostojne agregate s skupno kapaciteto 500 l/min (180, 150 in 170 l/min) in maksimalnim tlakom 350 bar. Posamična pnevmatična preskuševališča oskrbujemo preko krožno položenega pnevmatičnega voda s pomočjo kompresorske postaje z vijačnim kompresorjem, sušilnikom zraka in rezervoarjema s po 1000 l volumna. Če se dotaknem še programske opreme, potem lahko omenim, da za virtualni razvoj izdelkov in najrazličnejše simu-

lacije uporabljamo programske pakete Ansys - Fluent in CFX za preračun tokovnega obnašanja v komponentah kot tudi za preračune FEM (po metodi končnih elementov). Za analizo dinamike sistemov in snovanje regulacijskih konceptov pa uporabljamo ITI-SIM, SimulationX in MatlabSimulink. Pri tem moram omeniti, da se omenjena oprema uporablja tako za raziskovalne namene kot za laboratorijske vaje v okviru običajnega pedagoškega procesa.

**Ventil:** Kaj lahko rečete še o drugih dejavnostih inštituta?

**S. Helduser:** Inštitut je vpet v mrežo evropskih univerz in inštitutov, ki se ukvarjajo s fluidno tehniko – Network of Fluid Power Centres in Europe (FPCE). Prav tako prirejamo Dresdenske fluidnotehnične kolokvije. To so dejansko seminarji, namenjeni izmenjavi mnenj med univerzami in industrijo fluidne tehnike, proizvajalci in uporabniki. Aktualne tematike tako s področja hidravlike kot pnevmatike podajajo strokovnjaki iz industrije in fakultet ali univerz. Obravnavana tema se vedno objavi v koledarju dogodkov za tekoči mesec.

**Ventil:** Verjetno najbolj odmeven dogodek pa je organizacija Mednarodnega fluidnotehničnega kolokvija?



Del preskuševališča za hidravliko

**S. Helduser:** Res je. V sodelovanju z Inštitutom za fluidnotehnične pogone in krmilja IFAS iz Aachna (Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen) in Združenjem nemške strojegradnje VDMA organiziramo brez dvoma eno največjih konferenc s področja fluidne tehnike na svetu – Mednarodni

fluidnotehnični kolokvij IFK. Ti kolokviji se organizirajo vsako drugo leto, menjaje v organizaciji inštituta IFAS iz Aachna in IFD iz Dresdna. Prvi mednarodni kolokvij je potekal leta 1998 v Aachnu, letošnji šesti po vrsti pa je bil v aprilu pri nas. Ob tem pa moram dodati, da imajo tudi ti kolokviji svojo

zgodovino. V Aachnu so pred tem potekali t. i. Aachenski fluidnotehnični kolokviji (AFK), menjaje med Dresdnom in Magdeburgom (na vsaki dve leti) pa so potekale konference z naslovom Hidravlika in pnevmatika. Zadnja je bila 10. po vrsti, kar pomeni, da ima prirejanje konferenc v Dresdnu dolgo tradicijo. Kot prireditelji letošnje konference smo še posebej veseli velikega števila udeležencev, strokovnjakov s področja fluidne tehnike, ki so prišli z vseh koncev sveta, kar potrjuje, da ima konferenca res mednarodni sloves. Več kot 550 udeležencev je dokaz, da zanimanje za dogajanje v branži narašča, še posebej med mladimi inženirji, ki bodo skrbeli, da bo fluidna tehnika tudi naprej ostala sodobna in konkurenčna ostalim pogonskim tehnikam.

**Ventil:** Profesor Helduser, hvala za predstavitev inštituta in za vaš čas za pogovor z nami.

*Doc. dr. Darko Lovrec, Univerza v Mariboru, Fakultata za strojništvo*

Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradb



Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradbeništvo



Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradbeništvo

Smo podjetje z 90 zaposlenimi s tržno nišo zahtevnejših hidravličnih valjev v neserijski proizvodnji. Z lastnim konstrukcijskim oddelkom izdelamo ali obnovimo hidravlične valje. Po želji naročnika se prilagodimo tehničnim zahtevam in ponudimo glede na tehnične možnosti najboljšo rešitev. Naša ciljna področja so v strojegradnji, jeklarski industriji, rudarstvu in hidro-energetiki. Vsekakor pa prisluhnemo željam tudi na vseh ostalih področjih, kjer lahko ustrezemo tehničnim zahtevam.



# HYPOS

HYPOS® MUTA, d.d., podjetje za hidravliko in pnevmatiko, Koroška cesta 57, 2366 Muta, Slovenija

Tel.: ++386 (0)2 88 79 800  
Faks: ++386 (0)2 88 79 810  
E-pošta: info@hypos.si  
Internet: www.hypos.si



# Laboratorij za vodne in turbinske stroje

Laboratorij za vodne in turbinske stroje predstavlja skupina (slika 1), v kateri so poleg vodje rednega profesorja dr. Braneta Široka še dva docenta, raziskovalec z doktoratom in dva mlada raziskovalca. Razvil se je iz Oddelka za aerodinamiko Turboinštituta in je od ustanovitve leta 1998 del Katedre za energetska strojništvo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, v kateri danes nastopa skupaj z Laboratorijem za termoenergetiko in Laboratorijem za toplotne batne stroje. Poleg tega smo tudi člani ERCOFTAC-a, združenja Glass technology in Slovenskega društva za mehaniko.



Slika 1. Člani Laboratorija za vodne in turbinske stroje

V delu skupine se zrcalijo temeljne in aplikativne raziskovalne in pedagoške aktivnosti, ki vsebinsko obsegajo numerično in eksperimentalno modeliranje snovnih in energijskih pretvorb v turbinskih strojih, konstruiranje turbinskih strojev in eksperimentalno modeliranje proizvodnih procesov. Močno je poudarjeno sodelovanje z domačo in tujo industrijo, kjer se

LVTS pojavlja pri reševanju zahtevnih tehničnih problemov, razvoju opreme in izobraževanju.

Za LVTS je značilno prepletanje na eni strani med raziskovalnim in pedagoškim delom ter na drugi strani med eksperimentalnim, analitičnim in numeričnim delom. Bazične raziskave se preko aplikativnih pretvorijo v konkretne projekte, ki jih izvajamo v sodelovanju z industrijo, kjer so naši glavni partnerji v slovenskem prostoru Hidria, korporacija Knauf Insulation, Gorenje in Geoplin Plinovodi. Izhajajoč iz referenc na EU projektih, kot je bilo vodenje 5. okvirnega

projekta na področju kavitacije, pa se raziskovalna skupina vključuje v nove raziskovalne in izobraževalne projekte v evropskem prostoru.

Na pedagoškem področju je LVTS prisoten tako na dodiplomskem kot tudi na podiplomskem študiju. V okviru obstoječih programov se študentje srečajo s predmeti Črpalke, Dinamika tekočin v turbinskih strojih, Hidravlični stroji, Hidroenergetski sistemi, Preizkušanje energetskega strojev in Teorija turbinskih strojev, kjer jih predvsem skušamo usposobiti za samostojno delo pri raziskavah, uporabi, vodenju in razvoju obstoječih strojev in sistemov na področju energetike, kjer bodo lahko kompetentno presojali procese in skrbeli za njihovo trajnostno delovanje. V ta namen študente še posebej spodbujamo k samostojnemu kreativnemu delu, ki jih vodi v realni tehnični svet. Izkaz tega so tudi podatki, da je bilo v obdobju zadnjih petih let pod okriljem LVTS opravljenih 5 doktoratov (in še eden s somentorstvom), 2 magisterija in kar 32 diplom (in še 8 s somentorstvom).

LVTS izvaja pedagoške aktivnosti tudi na Univerzi v Mariboru v sklopu predmetov Ekoinženirstvo za program Tekstilstvo na Fakulteti za strojništvo in Tehniške meritve na Fakulteti za kmetijstvo.

S prepletanjem raziskovalno-pedagoških aktivnosti pa se Laboratorij

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo

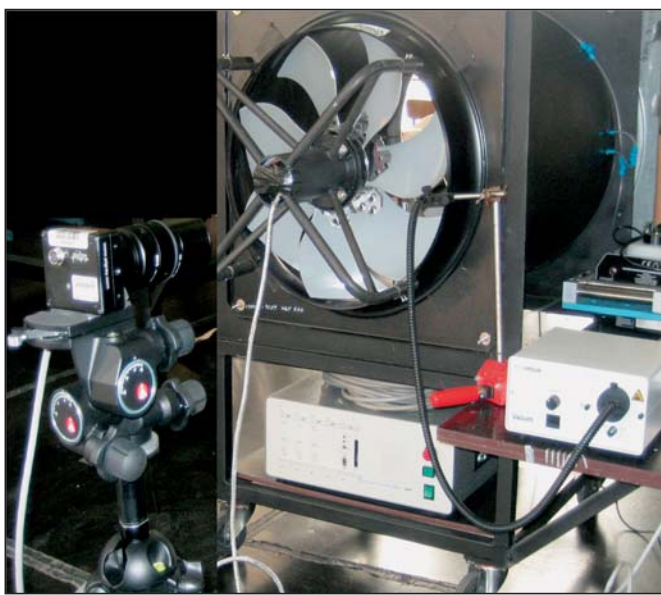


za vodne in turbinske stroje povezuje še s tujimi inštitucijami, kot so University of Hertfordshire (Velika Britanija), SRH Hochschule Heidelberg (Nemčija), TU Darmstadt (Nemčija), E.N.S.A.M. Lille (Francija), Tehnična univerza v Bitoli (Makedonija) in Center for Supercomputing Applications St. Petersburg (Rusija).

Na področju raziskovalnega dela velik del še vedno izhaja iz tradicije, ki pokriva vodne in turbinske stroje, kamor sodijo npr. vizualizacijske diagnostične metode kavitacije v turbinskih strojih in razvoj simulatorjev turbopropellerskih letalskih motorjev za letalo IL-114, precejšen del aktivnosti pa se je že prenesel tudi na druga področja. Aktualno delo je podrobneje predstavljeno v nadaljevanju.



**Slika 2.** Laboratorij s preizkuševališčema za kondenzatorje in aksialne ventilatorje



**Slika 3.** Hibridni aksialni turbinski stroj z votlimi lopaticami

analizator moči in sistem za regulacijo merilne postaje. Sodelovanje s Hidria Inštitutom Klima iz Godoviča pa omogoča uporabo tudi preostale najnovije eksperimentalne opreme, ki zagotavlja maksimalno kakovost opravljene dela.

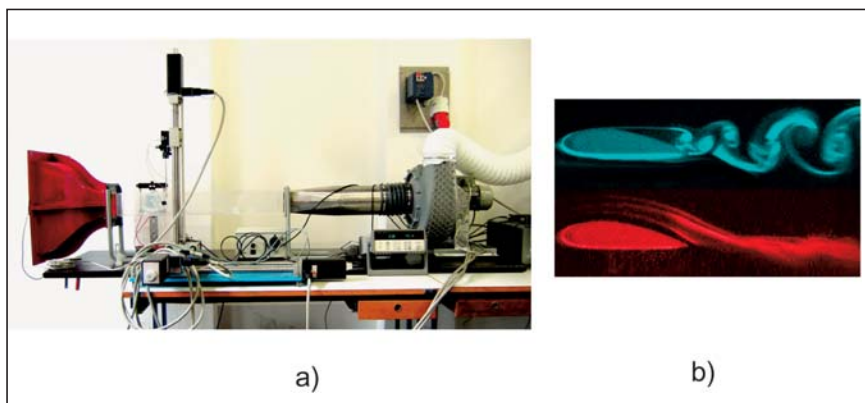
Poleg tega na področju ventilatorjev raziskuje-

mo vpliv deformacij lopat aksialnega ventilatorja, kar merimo s pomočjo vizualizacije s hitro kamero. Razvili in izdelali smo prototipni hibridni aksialni turbinski stroj z votlimi lopaticami, ki izkorišča notranji – radialni tok za zmanjšanje odlepljanja mejne plasti po profilu lopatice (slika 3).

V novozgrajenem vetrovniku lahko profile lopatic tudi preizkušamo. Poleg tega smo z uporabo vizualizacijskih metod posneli tokovne razmere na profilu, razvijamo pa tudi metodo za določevanje hitrostnega polja s pomočjo računalniško podprte vizualizacije (slika 4).

Kvantifikacija kinematičnih lastnosti toka predstavlja eno izmed pomemb-

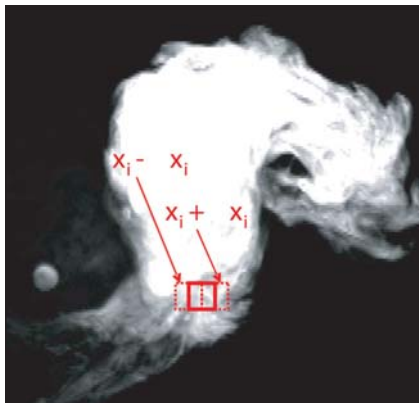
Na področju turbinskih strojev je laboratorij močno povezan z industrijo, kjer poteka sodelovanje pri izdelavi prototipnih radialnih in aksialnih ventilatorjev (slika 2). Izvedenih je bilo več numeričnih modeliranj in eksperimentalnih analiz na integralnem in lokalnem nivoju. Za tovrstne meritve je na voljo oprema za lasersko merjenje hitrosti z laserskim Dopplerjevim anemometrom, merjenje hitrosti z vročo žičko, petlunknična sonda in hitrotekoča kamera. Na voljo imamo sodobno merilno opremo, ki vsebuje natančne merilnike pretoka, tlaka,



**Slika 4.** Vetrovnik z opremo za vizualizacijo toka (a) in primer vizualizacije tokovnih razmer na profilu (b)



nih področij dela skupine. Metoda, ki smo jo razvili, omogoča oceno hitrostnega polja preko polja koncentracij polutanta v toku brez uporabe drugih merilnih metod (slika 5). Vizualizacija tokovnih struktur neposredno omogoča vpogled v kvalitativno sliko toka na osnovi skalarnega polja koncentracij. Adveksijska enačba omo-



**Slika 5.** Določevanje kinematičnih lastnosti toka z vizualizacijo

goča določitev kinematičnih lastnosti toka preko polja koncentracij, ki ga z metodami računalniško podprte vizualizacije lahko merimo preko jakosti sivin na slikah. Poznavanje kinematičnih lastnosti toka ima ključno vlogo v dinamiki tekočin.

Tako kot na področju ventilatorjev se s tokom zraka ukvarjamo tudi na eksperimentalni postaji za merjenje lastnosti prenosnikov toplote. V prostorih laboratorija v sodelovanju z Gorenjem izvajamo študije in meritve prenosnikov toplote in kondenzatorjev za sušilne stroje (slika 2). S preteklimi raziskavami smo ugotovili, da je s stališča emisije hrupa ugodno, da imajo kondenzatorji sušilnikov perila porozno strukturo. Trenutno potekajo raziskave keramičnih kondenzatorjev, ki bi bili izdelani iz enega kosa.



**Slika 6.** Vizualizacija kavitacije in merjenje hitrostnega polja s PIV-metodo

Na področju vodnih strojev se ukvarjamo predvsem s turbinami, v sodelovanju z industrijo pa v zadnjem času tudi z ventili. Tu predstavlja pomembno raziskovalno področje kavitacija (slika 6), saj nastanek kavitacije v hidravličnih strojih vodi k problemom, kot so vibracije, povečanje hidrodinamskega upora, pulzacije tlaka, spremembe kinematike toka, hrup in kavitacijska erozija trdnih površin.

V laboratoriju intenzivno preučujemo vse vidike kavitacije – od dinamike posameznega mehurčka do vpliva kavitacije na integralne karakteristike stroja. Poseben poudarek je na razvoju novih simulacij, s katerimi bi lahko natančno napovedali nastanek

Razvili smo tudi model za napovedovanje erozijskih poškodb zaradi kavitacije, rezultati numeričnih simulacij pa so bili večkrat tudi eksperimentalno potrjeni z vrhunsko opremo (PIV-merjenje hitrosti, vizualizacija s hitro kamero). Dosedanje izredno obsežno raziskovalno delo je zaradi svoje kakovosti privedlo tudi do izdaje monografije Kavitacija, ki je prva takšna publikacija s tega področja v slovenskem jeziku.

Kavitacijo pokrivamo tudi z bazičnimi raziskavami, kjer smo s hitro IR-kamero posneli temperaturna polja, ki so posledica ultrazvočno vzbujevane kavitacije, v zadnjem času pa nam je uspelo numerično simulirati kolaps kavitacijskega mehurčka

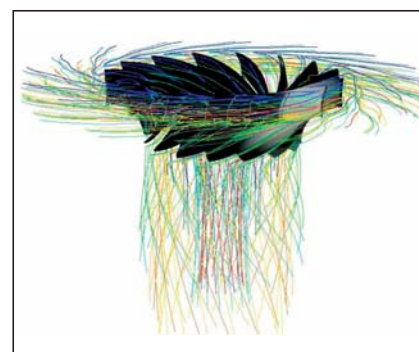


**Slika 7.** Merilna postaja za raziskovanje hidrodinamične kavitacije

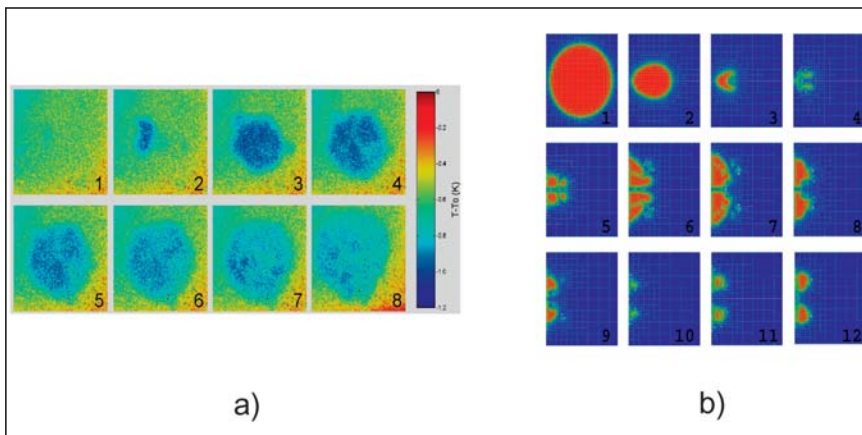
kavitacijske erozije. Od lanskega leta dalje pa lahko za eksperimentalno delo na področju kavitacije uporabljamo raziskovalno kavitacijsko postajo, ki smo jo sami postavili in je locirana v prostorih Hidria Inštituta Klima v Godoviču (slika 7).

Naše znanstvenoraziskovalno delo pa ne obsega le eksperimentalnega, ki večinoma v nadaljevanju vodi k industrijskim rešitvam, temveč smo zelo aktivni tudi na področju numeričnega modeliranja (slika 8). Numerično modeliranje je namenjeno študijskim raziskavam kompleksnejših tokovnih razmer, npr. izboljšanje napovedi vpliva kavitacije na izkoristek turbine.

(slika 9). Kot osnovni mehanizem za večino negativnih posledic kavitacije predstavlja to nov prispevek k boljšemu razumevanju pojava.

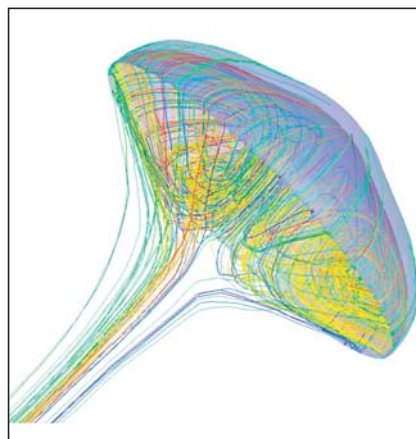


**Slika 8.** CFD-analiza tokovnic v Francisovi turbini



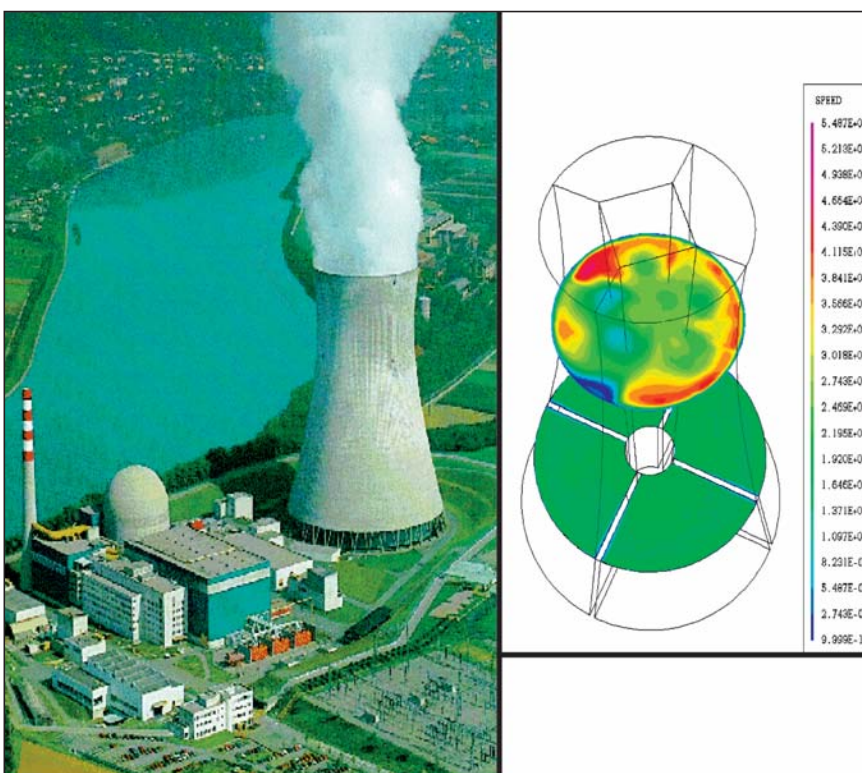
**Slika 9.** Merjenje temperaturnih polj ultrazvočno vzbujevane kavitacije s hitro IR-kamero (a) in numerično modeliranje kolapsa kavitacijskega mehurčka (b)

Na področju dinamike tekočin pa se ne ukvarjamo le s stroji. V sodelovanju z Morsko biološko postajo v Piranu (Nacionalni inštitut za biologijo) raziskujemo plavanje meduz. Na podlagi predhodnega eksperimenta nam je uspelo numerično simulirati premikanje meduze (slika 10). S strojniškega vidika je problem zanimiv predvsem zaradi kompleksnosti simulacij in tokovnih razmer, počasi pa se odpirajo tudi možnosti prenosa nekaterih spoznanj na strojniške aplikacije.



**Slika 10.** CFD-analiza gibanja meduze

LVTS sodeluje tudi pri diagnostiki hladilnih stolpov. Na podlagi nume-

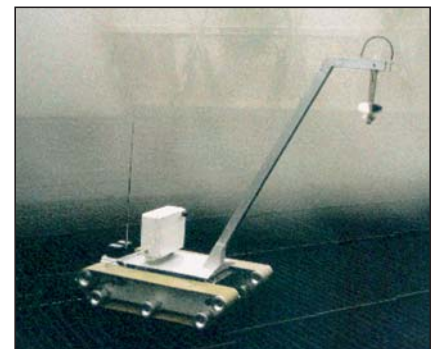


**Slika 11.** Diagnostika delovanja hladilnih stolpov

ričnih in eksperimentalnih metod je bil razvit postopek določanja lokalnih termodinamskih lastnosti, na podlagi katerih se lahko izboljša delovanje hladilnega stolpa in s tem dvigne izkoristek termoelektrarne (slika 11).

Pri tem je bila za eksperimentalno delo v zahtevnem okolju hladilnega stolpa razvita tudi mobilna enota (slika 12).

Pomembno področje dela LVTS je povezano s proizvodnjo kamene volne. Na področju nastanka kamene volne je bilo opravljenih več prvenstvenih raziskav v proizvodnem procesu, ki vodijo do končnega produkta v obliki izolacijskih plošč. Na sliki 13 je predstavljen nastanek kamene volne z razvlaknjenjem taline na centrifugi in tvorjenjem kosmov, posnet s hitro IR-kamero. V okviru laboratorija se razvijajo diagnostične metode v proizvodnem procesu kamene volne in fenomenološki modeli razvlaknjenja, ki zajemajo procese soli-

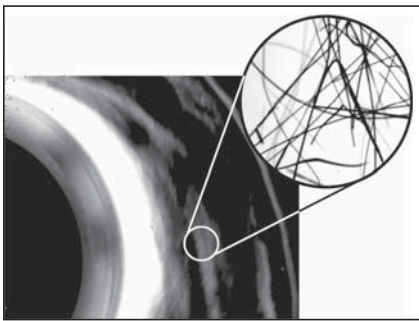


**Slika 12.** Mobilna enota za eksperimentalno delo v hladilnih stolpih

difikacije taline, oblikovanje osnovne vlaknaste strukture in oblikovanje primarne plasti kamene volne v turbulentnem zračnem toku.

Delo na tem področju obsega tudi meritve proizvodnega procesa od nastanka taline do razreza izolacijskih plošč: meritve pretoka taline, meritve in analiza razvlaknjenja taline, CFD-analizo komor, poleg tega pa še meritve, analizo in konstruiranje centrifug, merilnih sistemov za tehtanje primarne plasti, polimerizacijskih komor itd. V laboratoriju imamo na voljo merilno postajo za simulacijo procesa polimerizacije v trdilni komori. Merilna oprema omo-





**Slika 13.** Tvorjenje vlaken kamene volne, posneto s hitro IR kamero

goča merjenje pretokov, temperatur in dovedene električne in termične energije.

Na podlagi obsežnega znanja s področja kamene volne je bila prav pred kratkim pri priznani mednarodni založbi CRC izdana monografija. Znanstvenoraziskovalno delo uspešno združujemo z industrijo, saj na področju proizvodnje kamene volne sodelujemo s partnerji v Sloveniji, Hrvaški, Avstriji, Nemčiji, Rusiji, Veliki Britaniji itd.

Med aktualna področja, ki jih s svojim delom pokriva LVTS, spada tudi analiza tveganja na cevovodih za zemeljski plin. To področje je tudi v širšem evropskem prostoru zelo mlado, obravnava pa neželene izpuste in vžige plina in posledice teh dogodkov na ljudi in okolico. V LVTS smo razvili lasten model za ugotavljanje in določevanje oz. oceno

pričakovanih dogodkov na izbranih odsekih cevovoda, njihovih posledic na ljudi ter njihove pogostosti, s čimer je mogoče neposredno oceniti individualno tveganje v odvisnosti od oddaljenosti od plinovodnega sistema. Model se opira na statistične podatkovne baze, posledice nesreč pa so modelirane na podlagi iztoka plina iz cevovoda in toplotnega sevanja gorečega plina. Model nadgrajujemo z izboljšanjem napovedi posledic nesreč, ki jih določimo s pomočjo numeričnega modeliranja, in z razvojem novih metod za ugotavljanje vpliva zunanjih dejavnikov na pogostost nesreč, kot so npr. zemeljska dela, naravne nesreče itd.

Naj na koncu omenimo še eno zanimivo področje aktivnosti LVTS. Na podlagi mednarodnega projekta Razvoj robotskega sistema za ciljni nanos fitofarmaceutskih sredstev v sadovnjakih in vinogradih izvajamo študijo kinematike toka v sadovnjakih in vinogradih, katere namen je zmanjšanje porabe fitofarmaceutskih sredstev pri škropljenju, na kar cilja okvirna uredba EU o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev. Pri delu smo v sodelovanju s partnerji razvili robotizirani pršilnik, ki na podlagi vizualizacije s kamero meri delež zelenih delov rastlin in glede na to vklaplja in usmerja šobe pršilnika.

Lahko rečemo, da se člani LVTS ukvarjamo s pestro paletto raziskovalnih področij, ki jih tudi uspešno ob-

ladujemo. Visok dosežen znanstveni nivo se kaže v tem, da je bilo v zadnjih petih letih objavljenih več kot 50 izvirnih znanstvenih člankov in več konferenčnih prispevkov, ob tem pa ne smemo spregledati sočasnega uspešnega sodelovanja z industrijo, ki je v tem času privedlo do 8 patentov v Sloveniji in EU.

Res pa je tudi, da je zadovoljevanje potreb industrije precejšnjega pomena za laboratorij, saj finančni prilivi na osnovi uspešno izpeljanih industrijskih projektov predstavljajo dobršen del sredstev.

Za delo v prihodnosti imamo jasno začrtane smernice. Na pedagoškem delu želimo uspešno izvesti prehod na bolonjski študij, pri tem pa ohraniti dosedanje kakovost študija. Krepi želimo povezovanje z industrijo med študijem, na raziskovalnem področju in pri reševanju konkretnih problemov, ki se pojavljajo v praksi. V ta namen želimo nadgraditi obstoječe sisteme in metode, kar vključuje tudi posodabljanje merilne opreme in povečevanje računske moči računalnikov za izvajanje numeričnih simulacij. Če nam to uspe vsaj deloma izpolniti, potem ne dvomimo, da bo naše delo uspešno tudi po znanstvenih kriterijih.

*Aljaž Osterman, univ. dipl. inž.,  
Fakulteta za strojništvo Ljubljana*

*nadaljevanje s strani 225*

**■ Making Virtual A reality VR 2009 (Svetovna konferenca o virtualni realnosti - VR 2009)**

25. in 26. 02. 2009

**Francija**

*Organizator:* ASME Europe

*Tematika:*

- Smeri razvoja VR – nizkocenovni pristop
- Inovativna VR – razvoj in uporaba
- Sistemi VR – tehnologija in metode

- Napredni vmesnik
- Človeški faktorji in aplikacije VR
- Sodelovalna VR
- Investicijski menedžment sistemov VR
- VR pri izobraževanju in usposabljanju

*Informacije:*

- internet: [www.asmeconferences.org/WINVR09](http://www.asmeconferences.org/WINVR09) (tudi informacije o aktivnem sodelovanju – prispevki, sponzoriranju in razstavi)

*nadaljevanje na strani 274*

# Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

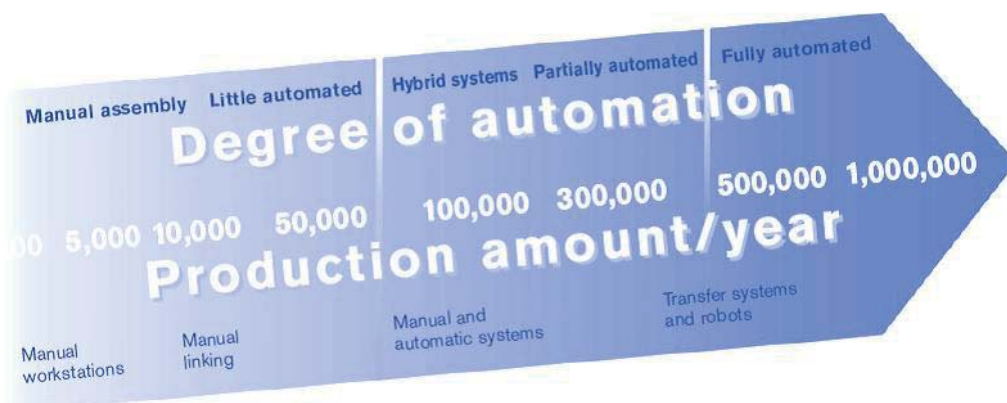
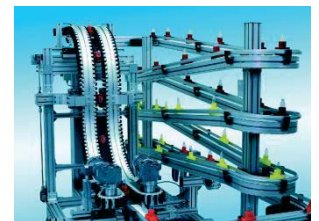
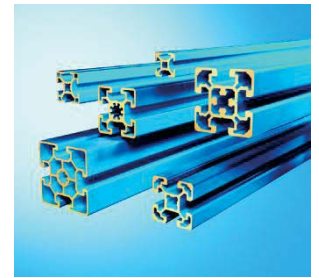
## Izkušnje in kvaliteta



Izkoristite dolgoletne izkušnje podjetja Rexroth in OPL na področju montažne tehnike, notranjega transporta in manipulacije.

Inovativni moduli vam omogočajo hitro pripravo proizvodnje in zagotavljajo najvišji standard kvalitete.

Zagotavljamo vam najširšo ponudbo kvalitetnih gradbenih modulov, od : modulnega sistema Al-gradbenih profilov s pripadajočimi spojnimi elementi, ergonomske opreme ročnih delovnih mest in sistema za Lean production, paletnih sistemov do teže izdelka 241kg magnetnih kodirnih sistemov, ki so integrirani v palete, verižnih transportnih sistemov za povezavo strojev v celice, kartezičnih manipulatorjev ter zagotavljamo servis za opremo.



**OPL**

OPL d.o.o.  
Dobrave 2  
SI-1236 Trzin  
Slovenija

Tel. 01 560 22 40  
Fax. 01 560 22 41  
valter.saksida@siol.net

www.opl.si



# Ydria Motors, d. o. o – izdelki za kakovostne gospodinjske aparate

Ventil je bil na obisku v podjetju Ydria Motors, d. o. o., v Cerknici. V pogovoru so sodelovali Franc Hiti, vodja za zagotavljanje kakovosti; Bogdan Velikanje, vodja razvoja; Tina Menard, vodja projekta. Na osnovi pogovora je strnjen kratek zapis o njihovih dosežkih, ki so plod lastnega inovacijskega dela in sodelovanja z matičnim podjetjem v Nemčiji.



Podjetje Ydria Motors

## Kako so nastali in kje so?

Podjetje **Ydria Motors** je bilo ustanovljeno leta 1993 kot mešana družba za proizvodnjo malih elektromotorjev, in sicer med spodnjeidrijsko Rotomatiko in nemškimi podjetjem Alcatel SEL. Njegova zgodovina je bila kar pestra. Proizvodnja motorjev v Idriji se je pričela v nekdanjem obratu Iskre v Železnikih, ki se je kasneje vključil v podjetje Iskra Rotomatika oziroma v kasnejšo Rotomatiko.

V podjetju so s časom ugotovili, da zaradi prevelikih fiksnih stroškov ne bodo mogli uspešno in samostojno nadaljevati proizvodnje, njene širitve in trženja malih elektromotorjev. Rešitev je bila v povezovanju z večjimi sistemi. Tako so se odločili

za sodelovanje z družbo Alcatel SEL iz Landshuta, s katero so navezali stike in po posebni pogodbi začeli z vzorčenjem za redno proizvodnjo malih motorjev. Leta 1993 je bila na Bledu podpisana pogodba o ustanovitvi nove gospodarske družbe z imenom Ydria Motors, d. o. o., ki je pravzaprav rezultat skupnih vlaganj nemškega Alcatela SEL iz Landshuta in slovenske Rotomatike iz Spodnje Idrije. Rotomatika je svoj delež leta 2001 prodala nemškemu matičnemu podjetju **ebm-papst** iz Landshuta - Nemčija, ki je eno izmed vodilnih svetovnih podjetij v proizvodnji elektromotorjev in ventilatorjev. Njena hčerinska družba Ydria Motors, d. o. o., pa od leta 2002 posluje na novi lokaciji v Podskrajniku pri Cerknici. Preselitev je bila posledica prostorske stiske in želje po širitvi podjetja.

Preselitev in ustanovitev lastnega razvojnega oddelka leta 2004 sta bili značilni prelomnici v razvoju podjetja.

Leta 2005 so zgradili tudi mednarodni logistični center, ki je namenjen prevzemanju materialov in odpremi do matičnega podjetja v Landshutu in Mulfingnu ter distribuciji proizvodov neposredno končnim kupcem.

Ker se je podjetje tako hitro širilo, je to pomenilo tudi dodatna delovna mesta, saj se je število zaposlenih od 187 leta 2002 povečalo kar na 520.

## Dosežki

V začetku so v Ydrii Motors izdelovali le posamezne sestavne dele za elektromotorje, v matičnem podjetju v Landshutu pa so jih sestavljali v končne izdelke in pošiljali kupcem – proizvajalcem gospodinjskih aparatov.

Danes pa so priznani proizvajalci malih elektromotorjev in ventilatorjev. Njihovi najpomembnejši kupci so številni proizvajalci bele tehnike višjega cenovnega razreda, med njimi Bosch, Siemens, Miele, Gorenje, Electrolux, AEG, ter specializirani visokokakovostni proizvajalci opreme za industrijske namene.

Pohvalijo se lahko s proizvodnjo najmanj treh unikatnih družin elektromotorjev, ki jih ne proizvaja v Evropi nobeno od sestrskih podjetij nemškega koncerna **ebm-papst**.

Rast podjetja je bila v zadnjih letih zelo velika, saj se je proizvodnja elektromotorjev povečala za več kot 60 odstotkov, in sicer s 4,8 milijonov na 10,3 milijone proizvedenih elektromotorjev. V letu 2008 obsega plan proizvodnje 10,8 milijonov elektromotorjev in obseg prodaje 48,6 mio. EUR.

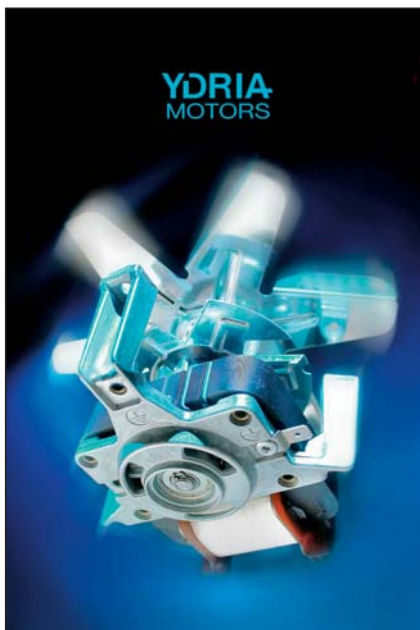
V podjetju Ydria Motors poleg nenehnega vlaganja v razvoj in posodabljanje proizvodnje namenjamo prav posebno pozornost optimizaciji poslovnih tokov, izobraževanju zaposlenih, njihovi učinkovitosti in ureditvi ergonomskih delovnih mest.

Letos pa smo s pomočjo subvencije države postavili še tretjo proizvodno halo za proizvodnjo QL-ventilatorjev.

### Izdelki in njihove značilnosti

Podjetje Ydria Motors izdeluje predvsem motorje, ventilatorje in puhala za gospodinjske aparate. Med njimi radialna puhala z EC-motorji, puhala za topel zrak, posebno prilagojene motorje in puhala, črpalke in tangencialna puhala.

Pomembne značilnosti izdelkov so nizka poraba energije in velik izkoristek, kar je, predvsem za uporabnike gospodinjskih aparatov, izrednega pomena. Tega se zavedajo vsi vodilni proizvajalci in priznavajo kakovost



Radialni ventilator R2K



Kombi ventilator EM25

izdelkov Ydria Motors in jih vgrajujejo v svoje aparate že vrsto let.

Srce kuhinjske nape je vsekakor ventilator, ki zagotavlja kakovost našega življenja v kuhinji in tam, kjer se zahteva gibanje zraka. Filter in ventilator sta bistvena dela vsake kuhinjske nape in v moderni kuhinji zagotavljata prijazen zrak, brez nezaželenih vonjev in odvečne pare.

Kompaktna oblika in dimenzije naših ventilatorjev omogočajo enostavno vgradnjo, delujejo brezhibno in zelo tiho.

Ventilatorji, ki so oblikovani za posamezne kupce in proizvajalce pomivalnih strojev, omogočajo aktivno sušenje, ki je varno za posodo in ne pušča lis zaradi kapljic.

Ventilatorji podjetja Ydria Motors se uporabljajo tudi v različnih pečicah v gospodinjstvu in industrijskem okolju. Odlično delovanje zagotavlja, da so izredno tihi in energijsko varčni. Tovrstne ventilatorje izdelujejo tudi namensko in v različnih cenovnih razredih.

Aksialni ventilatorji se vgrajujejo tudi v zamrzovalne omare in skrinje z avtomatskim odmrzovanjem kakor tudi v hladilnike in hladilne omare. Motorji so močno obremenjeni in pogoji delovanja zelo zahtevni. Nizka temperatura, velika vlažnost, velike temperaturne spremembe postavljajo visoke zahteve, kar rešujejo s kakovostno izdelavo.

Bistvene izboljšave puhal in ventilatorjev je mogoče doseči z izbiro ustreznega motorja. Uporablja se široka paleta elektronsko komutiranih enosmernih motorjev – EC DC, med njimi so motorji serije BG20 EC idealni za zahteve uporabnikov. Glede na zasnovo lopatic, ventilatorja in

vezja lahko dosežejo moči, manjše od 2 W. Njihova asimetrična zasnova je podobna motorju z zasenčenimi poli. Integrirana elektronska vezja so zaščitena z lakom, sestavljen motor pa je integriran v plastično ohišje, kar sestav še dodatno zaščiti.

Čedalje več naših kupcev izbere ventilator z EC-motorjem, ki ima glede na majhno porabo energije visoko zanesljivost delovanja in izredno dolgo življenjsko dobo. To pa opravičujejo rahlo višje cene v primerjavi z navadnimi AC-motorji z zasenčenimi poli.

V proizvodnem programu pa imajo tudi različne črpalke.

### Kakovost v proizvodnji in izdelkih

Ydria Motors je tako eden vodilnih proizvajalcev motorjev in ventilatorjev za belo tehniko v Evropi in svetu tako po kakovosti kakor tudi po količini in fleksibilnosti. Za prvovrstno kakovost svojih izdelkov skrbijo s strategijo nenehnega izboljševanja kakovosti.

Uspešnost poslovanja podjetja zagotavljajo tudi pridobljeni certifikati:

– ISO 9001:2000 Cert. No: FM 38774



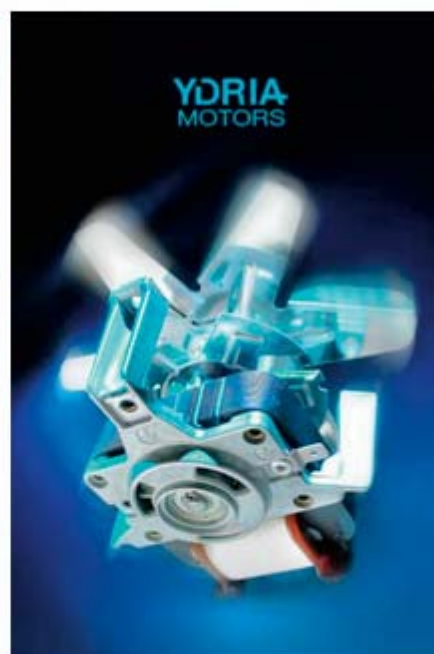
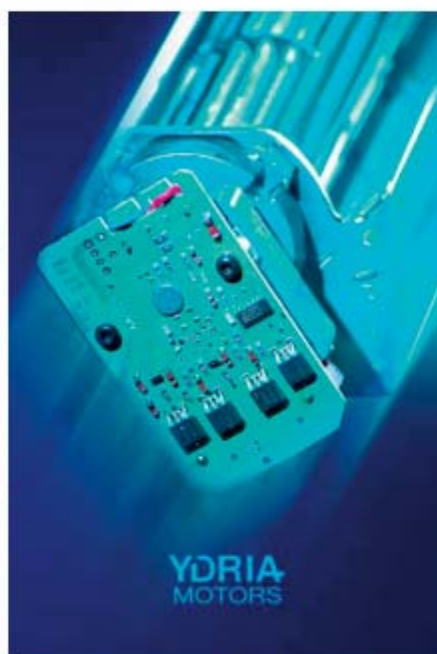
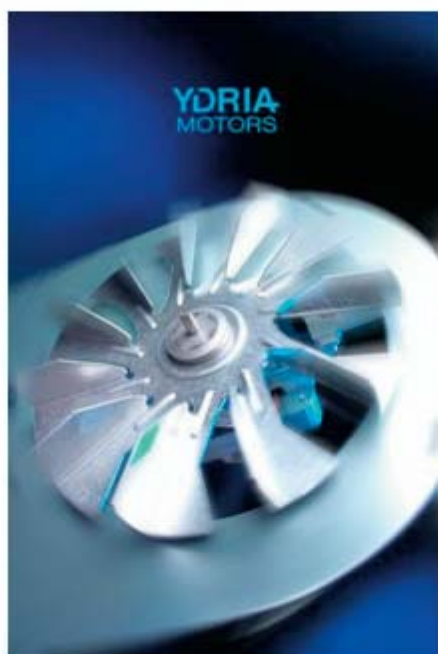
– ISO 14001: 1996, 2004





# YDRIA MOTORS

se predstavlja s paleto izdelkov



## Ydria Motors

proizvodnja elektromotorjev d.o.o.

Podskrajnik 16, 1380 Cerknica

tel. +386 1 70 90 450

fax. +386 1 70 90 451

- IT System BaaN IV Upgraded to Automotive



- Certifikat Družini prijazno podjetje.



Podjetje Ydria motors ima vpeljan sistem vodenja kakovosti po standardu ISO 9001:2000. Z njegovo uporabo je zagotovljeno, da so vsi pomembni procesi, njihove meje, njihovo sosledje ter njihovi lastniki točno definirani. Poleg tega so določeni cilji, periode spremljanja njihovega napredovanja in odpravljanja motenj, ki bi lahko ogrozile njihovo doseganje.

V procesu proizvodnje se pri načrtovanju tehnologije izdelave in montaže izvaja analiza možnih napak in njihovih vplivov – FMEA, tako se vnaprej ugotovijo možne napake procesa in pravočasno uvedejo varnostni ukrepi. Ob vsaki uvedbi novega procesa izdelave se izvede presoja, da se ugotovijo odstopanja, ki bi lahko ogrozila raven kakovosti izdelka.

Tako je v toku materiala, od vstopa materiala v podjetje do izdelave končnega izdelka, več nadzornih točk, ki naj zagotovijo visoko raven kakovosti, ki jo zahteva kupec.

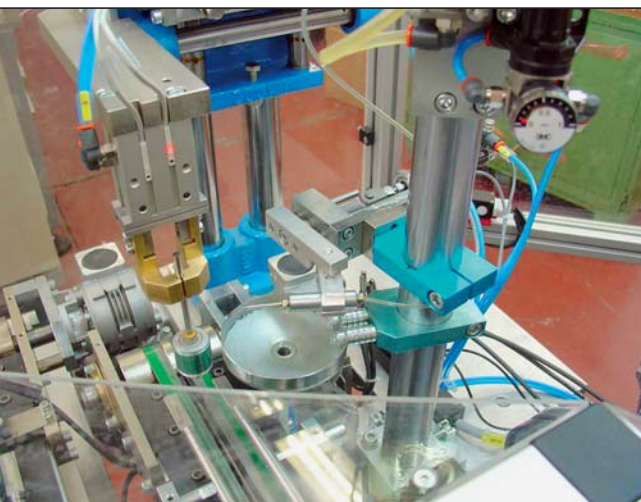
Material se po predpisanem postopku pregleda v vhodni kontroli. Za nekatere materiale in dobavitelje, ki so bili izbrani na osnovi kakovostnih in pravočasnih dobav v zadnjih petih letih, so letos začeli uvajati sistem STS (Ship

to stock), kjer se vhodna kontrola ne izvaja. Dobavitelj dostavlja material in podsestave neposredno v skladišče oziroma na montažno linijo.

Pri izdelavi podsestavov se v proizvodnji uporabljajo tri vrste kontrole. Prva je pri proženju delovnega naloga, kjer delovodja preveri nastavitve stroja in ustreznost materiala. Operater na stroju v času izdelave spremlja in preverja ustreznost sestavnih delov in ustreznost polproizvodov, vzorec obsega pet odstotkov sestavnih delov. Tretjič se proces kontrolira vsake štiri ure z vzorčenjem, vzorci se preverjajo s predpisano dokumentacijo. Tako se ugotavljajo odstopanja v procesu proizvodnje.

Podoben sistem kontrole uporabljajo tudi v končni montaži. Pri vseh končnih izdelkih se preverijo električni parametri, ki jih je določil kupec. Rezultati kontrole se shranjujejo v bazi podatkov. Vsak izdelek ima lastno sledilno kodo, ki omogoča, da za vsak izdelek na tržišču vedo, kakšne so bile njegove karakteristike med kontrolo v podjetju.

V podjetju se v rednih presledkih izvaja presoja izdelka v laboratoriju, kjer se simulirajo pogoji njegovega delovanja, ki so enaki tistim pri kupcu.



Enota za sestavljanje črpalk

nek in opredeli korektivne ukrepe za glavne vzroke napak in njihovo odpravo.

V podjetju poteka proces stalnih izboljšav na vseh nivojih. Operaterje na napravah spodbujajo, da prijavljajo izboljšave, ki jih uresničujejo v za to organiziranih skupinah. Pri kompleksnejših problemih sestavijo posebne skupine za njihovo reševanje.

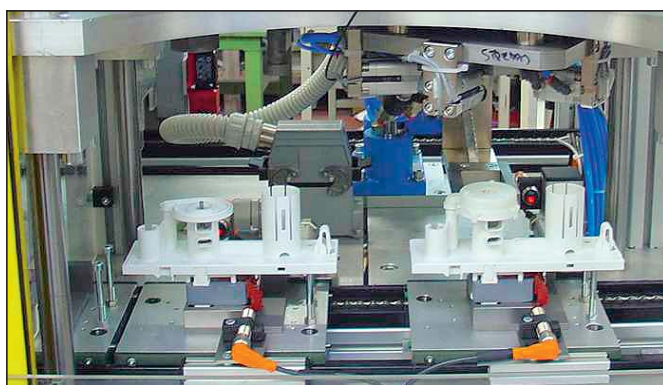
### Vizija in kako naprej

Podjetje se veliko ukvarja s posodabljanjem posameznih sklopov opreme z namenom, da bi izboljšali učinkovitost in storilnost strojev, posebej pomembna je tudi prilagodljivost menjav iz serije v serijo. Velika pozornost je namenjena ergonomiji in avtomatizaciji delovnih mest, da je delo manj obremenjujoče in monotono.

Da bi podjetje doseglo pričakovane cilje in rezultate, mora delovati v skladu z vizijo. *Vizija družbe je postavitev centra za proizvodnjo motorjev in ventilatorjev pa tudi njihovih sklopov za belo tehniko za celoten sistem ebm-papst na lokaciji v Podskrajniku.* Podjetje si prizadeva za zadovoljstvo kupcev in lastnikov, za uspešen razvoj družbe in odgovorno ravnanje do družbe in okolice.

*Hvala za pogovor in uspešno na trdem konkurenčnem trgu.*

Dr. Dragica Noe



Detajl iz linije za sestavljanje črpalk

Napake, ki se pojavljajo na izdelkih v proizvodnji, se zbirajo v posebni bazi podatkov. Skupina za izboljšanje kakovosti jih pregleduje v mesečnih periodah, definira razloge za nast



# Control of the FMS by the Product, in Presence of Stochastic Phenomena - Simulation and Results

Marjan JENKO, Peter MITROUCHEV, Daniel BRUN-PICARD

**Abstract:** This paper deals with a new multi-agent approach to control manufacturing process where agents represent products, assemblies and parts, which results in increased reactivity and flexibility. The approach is based on a bionic manufacturing paradigm, where raw materials carry information on possible processing. The approach results in a decentralized product-approach model with communication based on a social approach to production management. The manufacturing system (MS) is managed by a set of autonomous and intelligent agents just as the activities in a society result from actions of individuals. The discrete-event type simulation of the control system, built from agents of materials, parts and products, confirms the potential of self-scheduling production. An experimental case study is studied by simulation. Agents able to negotiate operations that the materials, parts and products must undergo on the manufacturing workstations are attached to the former. These agents have all the necessary information on production environment, objectives, constraints and rules. They make decisions and they interact. This is how production is managed. The results show that our approach is able to schedule and control a simple production system without a prearranged schedule.

**Keywords:** flexible manufacturing systems, product approach, scheduling algorithm, multi-agent system

## ■ 1 Introduction

### 1.1 Bionic manufacturing paradigm

Industrial manufacturing started with the Taylorian manufacturing paradigm about one century ago. At that time, the nature of manufacturing processes was understood to be deterministic. Processes were designed to last and to produce enormous quantities of products of the same type.

Doc. dr. Marjan Jenko, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Department of Control and Manufacturing Systems, Slovenia; assoc. prof. dr. Peter Mitrouchev, univ. dipl. ing., G-SCOP Laboratory, INPG-UJF-CNRS, Grenoble, France; prof. dr. Daniel Brun-Picard, univ. dipl. ing., CER ENSAM-Equipe IMS, Aix-En-Provence, France

New manufacturing paradigms emerged within the last twenty years: holonic [1], fractal factory [2], complex manufacturing system [3] and bionic [4].

These paradigms address and solve challenges of modern production, which needs to be flexible, distributed, adaptive, lean, cost and quality effective, and environmentally friendly.

The present work builds on the principles of the bionic manufacturing paradigm [5].

The paradigm looks at Nature and builds from the principles that can be discovered while studying survival techniques, evolution principles and bio-physical-chemical foundations of life. While these work for Nature, they have the potential to work for human activities, even highly organized and structured activities, i.e. manufacturing.

The bionic paradigm looks at Nature on a scale from individual cells to ecosystems. The mechanisms that were discovered while studying life on earth were distilled and reused for bionic control architectures in manufacturing. On a bio-cellular level, it is about throughput of substances and energy. It is enzymes within cells and hormones outside cells that control the throughput of substances and energy through cell boundaries. In a manufacturing cell, it is about the throughput of material and energy. Control decisions are performed on an intra- and inter-cellular level.

Biological cells build tissues, organs and bodies. Manufacturing cells are the basis for designing production floors, factories and enterprises.

The basic element in bionic manufacturing is the modelon [5]. It has mechanisms for production, for decision-making and for communication

with other modelons. A modelon can consist of other modelons and it can be a part of a modelon – like objects in object oriented programming. A modelon structure is used to describe part-system, entity-whole relations, interaction and cooperation of building blocks and self-reflexive responsibilities. Structuring systems into modelons and relations among them provides the means to model, understand and design complex hierarchies of decision-making processes for control.

One example of implementation of a bionic distributed control system consists of machines and Automated Guided Vehicles (AGVs). The example is proposed and annotated on a theoretical level and it is evaluated by discrete event type simulation in this contribution. Modelons of parts in production, and modelons of machines and AGVs correlate their activities for the success of the whole, which is optimized production.

## ■ 2 The product as a control actor in FMS

Let us remember that the problem of manufacturing control is in the classical approach typically approached by planning (level of production system) and by scheduling (production floor level). The problem is posed in terms of production flow and of resource allocation. The outcome of these steps is classically a Gantt chart that freezes the operations allocated to each resource, as a function of time. It can be said for this approach that it is mostly based on work with manufacturing operations. It is characterized by giving answers to three questions that are, in order: Which resource does the operation? – When does the operation take place? – What product is concerned by the operation? [6].

The product approach (PA) [7], aims at higher flexibility and reactivity. In this context a *product may represent an elementary component, an assembly of several elementary components or a set of similar components*. PA is based on a society model. Members of this model are both, products and

resources. This approach leads to rearranging the order of the questions to: What product? Which resource? and When?

The product becomes an active element of the production system and takes part in the decision making process which defines its' further production. Each product communicates and negotiates with all the resources to make appointments for each operation. The products are like customers and the resources are service providers. As a result, the production system is made up of a set of autonomous members, i.e., products and resources, and they cooperate to achieve their goals. Agent structures can be a method to implement such a system.

A fundamental question of the applicability of this reasoning is the following one: if each member of the system optimizes his behavior for his benefits, how does that correlate to the benefit of the whole?

The question might seem trivial – at least it is not that much addressed in the technical literature. Based on the fact, one might conclude, that the skepticism is not justified. On the other hand, our approach to manufacturing imitates principles from animal and human world. Does such organization (group of local optimizations equals to global optimization) work for animals and humans? Regarding former, it looks it works for highly organized species, as bees are. It is just we do not know much, what kind of reasoning do they carry in their genes and pass on from generation to generation.

Regarding humans, history and daily life give us pro and contra examples on individual vs. collective optimization. Principles of democracy seem to correlate benefits of individuals and benefits of society the most. But principles of democracy involve lots of consideration and empathy, which don't promise much as mechanisms of optimization in manufacturing. Besides, many activities of human individuals are optimized for their individual well being (wild privatiza-

tion, taikunization, shattering financial markets by intention), but they are catastrophic for the society. These examples convince us in relevance of questioning one to one mapping between individual and collective well being. However, a general positive correlation between the two can not be overseen. It convinces us that the socio approach to manufacturing is worth of exploration. Especially, since it is the designer of a manufacturing system, who plays God when designing a control system. He has free will to decide, what to take from the fields of sociology and psychology, and what to take not. One way to evaluate correlation between individual reasoning and its' benefit to the overall system is simulation.

## 2.1 Implementation of PA

Principles of PA associate all the knowledge and all the decision capacity that are required for production control. As a result, the product possesses the specific knowledge to search for and to process information on the production process: production goals, decision rules, equipment features and production environment [8]. This specific knowledge base contains all information on the product, as it passes phases of the production process, including:

- its identity, its functional and structural features, its parameters,
- the process and the operational sequence to produce the product,
- the priority weights,
- the equipment features and production environment.

Products' knowledge base also contains information on the prearranged schedule, on the up-to-the-time state of advancement and quality of performed operations, on production goals and decision rules. This information or knowledge is used to find out a heuristic solution to achieve the planned objectives, taking into account the unexpected events. Regarding behavior of resources, they are autonomous, as products are. Resources have a specific knowledge base containing required information to perform operations.



Two special entities are introduced to complete this structure, *Figure 1*.

- The first entity specializes in supervision and man/machine relationships. It acts when human decision is essential. Thanks to this entity, overall reliability of the system is increased because the human operator is always informed about, and involved into quantitative decisions, if needed or wanted.
- The second special entity is an expert system, which gives to the agent of each product (context of 'product': cf. section 2, paragraph 2) all the initial information, and the specific knowledge base required to schedule and to control itself and, from the product perspective, data on relevant system activities.

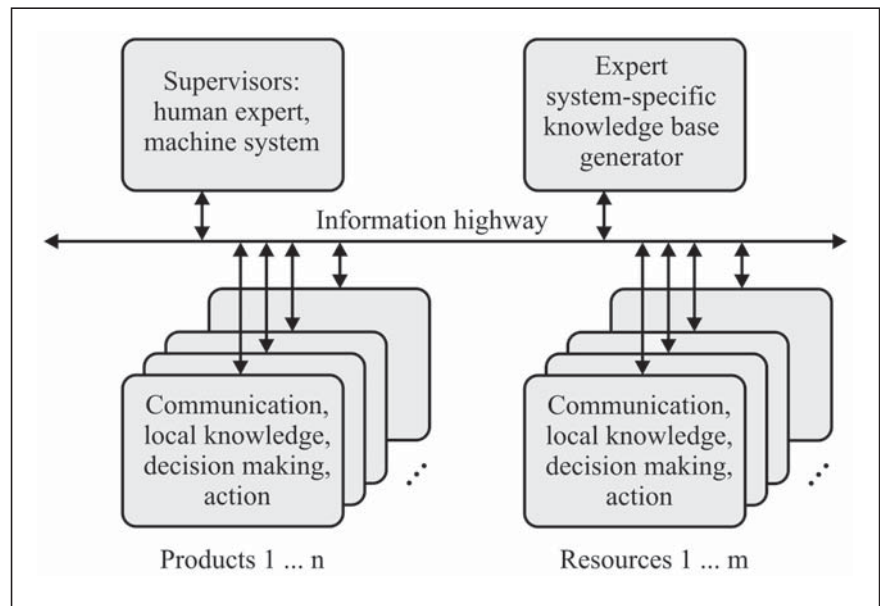
Behavior of these two entities depends on the global environment, on the global production goals and on course of production events. They form a link between the planning level, which defines the manufacturing objectives, and the control of the system [8]. Their global knowledge insures global consistency and vertical integration of production data.

The resulting schematic of the system is shown in *Figure 1*.

To establish a link with the well known CODECO approach (COordinated DEcentralized COntrol) [9], let us explain that the two specialized entities (*Figure 1*) represent a coordination level. Yet they do not interfere with the decision process and each execution entity is completely autonomous. The function of the two specialized entities is to prepare the production context and the decision framework to allow harmonized behavior of the manufacturing system on the start of production.

### 2.2 Architecture of the product-oriented approach

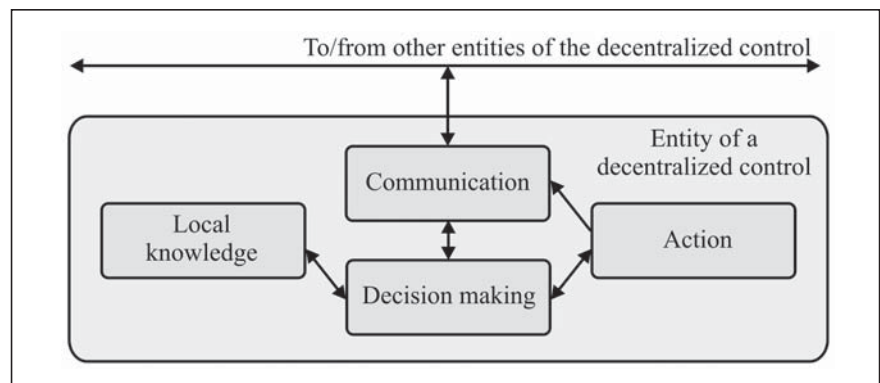
The proposed PA is characterized by decentralization of control. The control is based on a set of autonomous, homogenous and cooperative enti-



**Figure 1.** General architecture of the product-oriented approach

ties. In some previous research, we were developing a completely decentralized control approach [10, 11] in which each execution entity controls resources of the whole system. These execution entities are complemented

are coordinated by their goals. We consider each element of the system as an autonomous entity. Each has a local knowledge base and ability of communication, decision making and action, *Figure 2*.



**Figure 2.** Organization of an entity of the decentralized control

by specialized entities for man/machine relationship and supervision to form a working management system. The new step in this approach is to consider that products are the entities that have power to manage production. As a result, products (context of 'product': cf. section 2, paragraph 2) become governors of a manufacturing system.

Action block represents the ability to control the physical part in the process. Action corresponds to an elementary operation of the manufacturing process.

Decision block gives the ability to coordinate actions of the entity with other entities and to react on unexpected events.

Communication block creates the link for collaboration and information exchange among entities.

As a result, each entity is a performer of the control, able to accomplish

depending tasks in collaboration with other actors. It is understandable that all levels of the classical hierarchy of control theory must be present inside each performer of a product or a resource [12].

The proposed decentralized approach simplifies control of a manufacturing system. It assigns a particular importance to events that involve actions [12]. Autonomy, which is given to each module, results in the local ability to deal with disturbances and, consequently, the system reacts physically as close as possible to the place where events occur [13]. Furthermore, with this approach, architecture of a control system allows complete integration of all control levels into a homogeneous, modular and open structure.

### 2.3 Self-scheduling and control, driven by the product

Product (context of 'product': cf. section 2, paragraph 2) is an order-giver in proposed control for manufacturing. The product negotiates with production resources or servers, to determine the best production schedule.

Products (sub-products, parts) are able to not only organize and control their behavior, but also to control the machines. Each product keeps an agenda in which it records operations to be carried out, for its' flow of production. For each operation the identity of the server, the time stamps of start and end are recorded. Resources are also autonomous and are able to accept or to refuse order-givers' request. They have their own agendas. In order to avoid combinatory explosion and to reduce computing time, a product searches for shortest operation time for two or three consecutive operations only. In case of a disruption, autonomous entities react rapidly and locally. Appointments with the stopped machine are cancelled and the products search for another machine.

A product is negotiating appointments for its' manufacturing since it

is equipped with the information on its' sequence of operations and their approximate duration, its' due date and its' production progress. It also knows the suitable resources for each operation. The negotiation protocol is the following:

1. For the first operation to carry out, the product communicates with all suitable resources and makes a provisional appointment. A start date and an end date are negotiated. The product takes into account the transportation time and the resource takes into account its potential setup time.
2. For the next operation, it communicates with all the suitable resources and makes provisional appointments. As a result, the product obtains one or more appointment sequences for two consecutive operations. It can communicate further and make provisional appointments for next remaining operations.
3. Then, the product chooses the best sequence of operations and communicates with all the machines to confirm the chosen appointments and to cancel the others.

If a breakdown occurs, the affected autonomous entities react locally and quickly: the appointments with a stopped machine are cancelled and the product tries to find another machine [14].

When conflicts in search for appointments do arise, a product with the highest assigned priority makes its appointment before others can. Many standard decision rules may be used: FIFO (First In First Out), LIFO (Last In, First Out), SPT (Shortest Processing Time), EDD (Earliest Due Date), MOR (Most Operation Remaining), FOR (Fewest Operation Remaining), and others.

### 2.4 Quality of solutions and functions of supervision

Each product and each resource aim at satisfying its own criteria. The quality of the global solution (in terms of productivity) depends on the proper succession of all the operations for

all the products on all the resources of the manufacturing system. Products and resources do not take into account the global state of the system and only solve local problems. However, the presented negotiation protocol allows consecutive operations to be linked to find favorable sequences, to control waiting time for the products, to control idle and setup time for resources and to control transport time.

An almost just-in-time behavior with a steady flow of production is expected, even if it cannot be absolutely demonstrated (in the current state of our work and other known work). Effectively, with the appointment mechanism and with the use of priority rules, each product is programmed to progress as fast as possible and each resource is to sequence operations with a minimum lost time.

## 3 Simulation of production in a Robotic cell and results

This approach has been validated by queuing simulation [15]. All entities (products and machines) have been represented as objects (literally, it is object programming that is used in the simulation). The objects possess the necessary information for communication, negotiation and decision. Simulation of activities and events gives us insight into workings of a proposed manufacturing system, either with or without disturbances. We modeled the prototype of an FMS, which is shown in *Figure 3* below. This system consists of:

- an automated storage and retrieval system (AS/RS),
- a storekeeper robot (R1),
- three process robots (R2-R4),
- four belt conveyors (a conveyor for each robot),
- a central conveyor.

The assumptions are that:

- the robots are able to carry out six different operations with a specific tool, operations have a different setup time and a different processing time,
- the operation process is made up of no more than six different



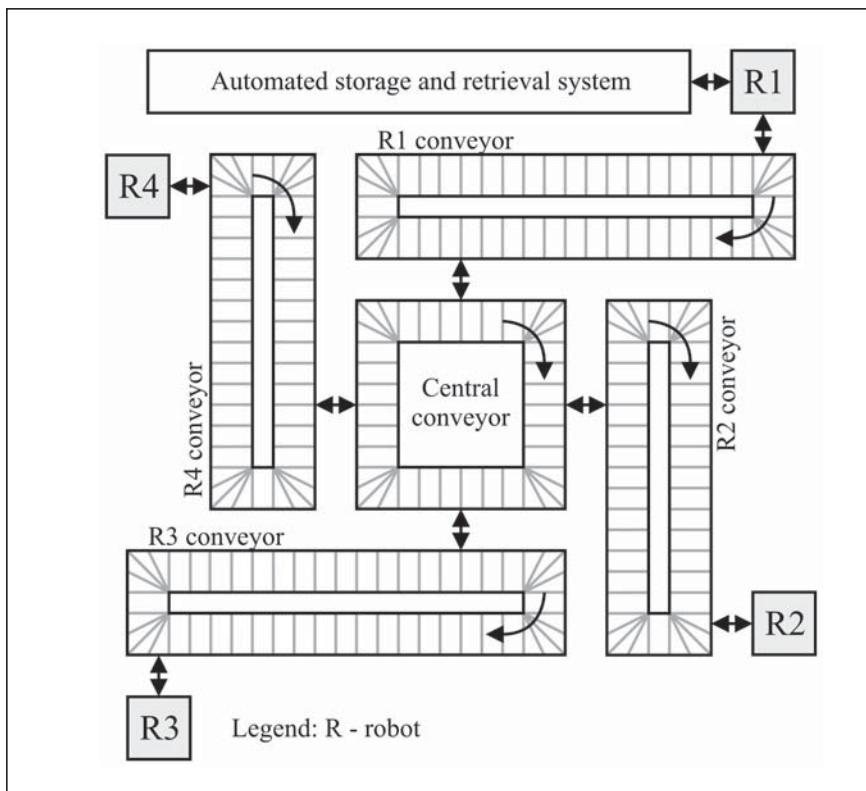


Figure 3. Structure of the FMS

operations, but one operation can be repeated several times

- the priority weight of each item in production depends on its due-date and on estimated duration of the remaining operations. The priority weight is gradually increasing as more time passes from the last operation.

### 3.1 Conflict problem and coordination mechanism

To avoid communication conflicts among products and machines, only one communication token is used for all the products that are present on the conveyor. In this way, at any one time, only one product can communicate with machines and request appointments. This is not a problem because the required time to make an appointment is very short. If two or more products need the token simultaneously, the product with the smallest ratio of available time over the priority weight gets the token.

When a product tries to find a machine for assigning one of its operations, it communicates with all the suitable machines. The products have all the required information to compute the

transport time from one machine to another. The resources have all the required information to find out the set-up time and the duration of operations. Furthermore, each resource and each product have an agenda (book of appointments). These agendas represent the negotiated appointments among products and resources, the operations to carry out, the start and end times. The interactive procedure between a product and resources is organized in four steps:

- The product requests the earliest available date for each machine and the expected duration for the operation. It checks if it is possible to reach the machine before this date and proposes a provisional appointment.
- Taking into account the results of a first step, in case of remaining operations, the product communicates again to request appointment for the next operation.
- The product keeps the solution, which gives the best end time for the second operation (or for the first operation if it is the last one).
- It communicates once again to confirm the chosen appointments for the two consecutive

operations. If the product has a high level of priority, it immediately makes another sequence of appointments.

Afterwards, the product materializes the appointments in order to carry out its production operations. The appointment mechanism begins again when its last operation ends, in order to take into account the effective end time of this operation.

### 3.2 Disruption case. Simulation results

When a breakdown is detected for a machine, its appointments that have not been carried out are not valid and the products that were assigned to this machine need to find another machine. We choose to cancel all next appointments with all the machines and to restart the appointment procedure. This proposal is motivated by the following reasons:

- in a new situation, priority levels of products need to be respected,
- since it is a new situation, schedules from the old situation should not apply,
- the number of products on the conveyor is limited and the decision times are very short compared with the operation time. When a failure occurs, all the appointments can be cancelled and the appointment procedure begins again, without loss of production time for new decisions.

In the first simulation, without introduction of unanticipated events, we assumed that:

- there is no breakdown in the production system, and the priority weight is the same for each product,
- the machines are able to carry out several operations and an operation can be carried out on several machines,
- the conveyor capacity is unlimited.

Results of this simulation show that the:

- average machine utilization time for this system is eighty seven

- percent,
- average processing time for an item in production is forty-nine percent. Average waiting time for an item is forty-three percent. The rest of the time, eight percent on average, is spent in transport.
- decrease in number of products being simultaneously present on the conveyor results in a decrease of the waiting time (obvious),
- reduction in the number of operations that each machine can perform, results in increased waiting time and in decreased transport time.

The results show also, that:

- a reduction in the number of operations that each machine can carry out results in increase of waiting time and in a decrease of transport time.
- the increase in the priority weight does not change the global results.

Generally, in the first simulated situation, the machine utilization rate is always more than eighty-six percent.

In the second situation, breakdown constraints were imposed. On average, the machine utilization rate, the transport time and the waiting time do increase. In general, a very good rate of utilization for the machines (almost identical to the first case) has been obtained but the rate of transport time has increased by thirty percent. The best conditions for self-scheduling are observed in the case where duration of the operations is quite conforming. As a result, it is profitable, if possible, to group short operations in one operation and to subdivide long operations.

## ■ 4 Conclusions

In this paper, a self-scheduling approach and control approach, in which the products as order-givers are autonomous and intelligent entities, has been presented. Each product has all the information on its manufacturing process (operation sequence, production rules, priority weight, due date) and has a direct access to information of all other entities. The

results are very encouraging when this approach is applied, because the machine-utilization rate in both cases (normal case and disruption case) is high. Moreover, using this approach, waiting time is short and a near just-in-time control is obtained. The results also show that our approach is able to schedule and control a simple production system without a prearranged schedule. This aspect will be explored further.

## References

- [1] H. Brussel, J. Wyns, P. Valckenaers, L. Bongarts, P. Peeters, Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA. *Computers in Industry*, vol. 37, p. 255-274, 1998
- [2] H. J. Warnecke, *The fractal company: a revolution in corporate culture*. Springer-Verlag, Berlin, 1993
- [3] J. Peklenik, Complexity in manufacturing systems. *Manufacturing systems*, vol. 24/1, p. 17-25, 1995
- [4] N. Okino: Prototyping of bionic manufacturing systems, *International Conference on Object-Oriented Manufacturing Systems*, Calgary, Kanada, proceedings, p. 297-302, 1992
- [5] N. Okino: Bionic Manufacturing Systems, *CIRP - Flexible Manufacturing Systems Past-Present-Future*, Ljubljana, p. 73-95, 1993
- [6] R. Dindeleux, A. Lamia and A. Haurat. A Formal Modelling of Control Processes control, *European Journal of Operational Research*, 1:306-309, 1998.
- [7] M. Jenko, Peter Mitrouchev, Daniel Brun-Picard, Management of Distributed Production for Stochastic Events - Product Model, submitted to *Ventil*, ISSN: 1318-7279
- [8] B. Buchmeister, A. Polajnar and K. Pandza. Simulation study of effects of resources' downtimes on shop performances, *International Journal of Simulation Modelling*, 1, 1:23-30, 2002.
- [9] A. Jain, P. K. Jain and I. P. Singh. Performance modeling of FMS with flexible process plans - A Petri net approach. *International Journal of Simulation Modelling*, 5, 3:101-113, 2006.
- [10] D. Brun-Picard, H.A Baboli. Self-scheduling for Flexible Manufacturing Systems: a product oriented approach, *Proceedings of The 13-th International Conference on Production Research (E.M. Dar-El, R. Karni, Y.T. Herer Ed.)*, Freund Publishing Company Ltd., London, England, 306-308, 1995.
- [11] A. Ferrarini, L. Couvreur and D. Brun-Picard. A new decentralized approach for F.M.S. control. *Computer in design manufacturing and production, COMPEURO'93*, IEEE Computer Society press. Los Alamitos, California, 410-416, 1993.
- [12] D. Brun-Picard, P. Mitrouchev. *Production Synchrone Entre Donneurs d'Ordre et Sous-traitants, Rapport d'activité pour l'année 3, mars 1997*, Laboratoire 3S, Grenoble.
- [13] P. Baillet. Contribution à l'amélioration de la réactivité des systèmes de gestion de production par la mise en œuvre du concept de décentralisation des fonctions de décision. *Thèse de doctorat*. Université d'Aix-Marseille III, Marseille, 1994.
- [14] H. Manier. Contribution au pilotage d'ateliers flexibles réactifs, *Thèse de doctorat*, Université de Franche Comté, Besançon, 1995.
- [15] M. Jenko. Queuing simulation of distributed manufacturing systems. *Proceedings of the 11th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing : FAIM 2001*, Dublin City University, 16-18 July 2001. Dublin: Dublin City University, vol. 2, p. 694-705.

## Acknowledgment

Authors collaborated in the framework of Virtual Research Laboratory – Knowledge Community in Production, VRL-KCiP.



## Upravljanje proizvodnega sistema z vidika proizvoda, ob prisotnosti naključnih dogodkov – simulacija in rezultati

### Razširjeni povzetek

Predstavljeno je agentsko vodenje proizvodnje, kjer agenti predstavljajo produkte, sestave in dele v proizvodnji. Zasnovano je na bionski proizvodni paradigmi, kjer materiali vsebujejo informacije, potrebne za potencialno obdelavo. Proizvodni sistem upravljajo avtonomni agenti tako, kot nastajajo aktivnosti v družbi preko aktivnosti posameznikov. Diskretna simulacija upravljavskega sistema, sestavljenega iz agentov delov, sklopov in proizvodov, potrjuje potencial samoupravljanja proizvodnje. S simulacijo študiramo eksperimentalni primer. Agenti delov, sklopov in proizvodov so opremljeni z informacijami o potrebnem procesiranju, omejitvah, pravilih in o proizvodnem okolju. Agenti odločajo in komunicirajo in s tem upravljajo proizvodnjo. Simulacija pokaže, da predlagani pristop lahko vodi enostaven proizvodni sistem brez vnaprejšnjega planiranja, tudi ob pojavljanju naključnih dogodkov.

Pri poročanju o upravljavskih sistemih, sestavljenih iz agentov in interakcij med njimi, je smiselno vprašanje o kvaliteti in zanesljivosti tako izvedenega odločanja. To zato, ker gre za distribuirano odločanje in komunikacijo med relativno enostavnimi entitetami odločanja. Konceptualno gre za lokalno odločanje oziroma za lokalne optimizacije. Ali je skupek lokalnih optimizacij identičen globalni optimizaciji oziroma optimiziranemu delovanju celotnega proizvodnega sistema? Narava nas uči, da enoličnega odgovora na to vprašanje ni. Na primer: človekova lokalna optimizacija transporta (avtomobil) uničuje zemeljski ekosistem (globalna optimizacija?). Čebelja lokalna optimizacija in interakcije v panju rezultirajo v skladnem življenju v panju s konkretnim produktom. Problem preslikave lokalnih optimizacij v globalno optimizacijo ni problem arhitekture distribuiranega odločanja, pač pa lokalno uporabljene logike in vsebine interakcij.

Raziskavo o potencialu kratkoročnega lokalnega odločanja ob prisotnosti naključnih dogodkov smo namenoma zasnovali na enostavni proizvodni celici, sestavljeni iz obdelovancev, štirih robotov, petih transportnih trakov in avtomatiziranega lokalnega skladišča. Odločanje agentov obdelovancev in orodij poteka sekvenčno, odločitve so kratkoročne. Ob vnosu naključnih odpovedi strojev sistem distribuiranega odločanja reagira tako, da prekine proizvodni scenarij in se samoorganizira v novih okoliščinah.

Simulacija odločanja pokaže, da v obeh primerih, z naključnimi odpovedmi strojev ali brez njih, dosegamo primerljivo visoko obremenitev razpoložljivih strojev. V primeru odpovedi je povečan transport. Simulirani proizvodni proces poteka brez vnaprejšnjega planiranja, kar motivira k delu za samoorganizacijo vsaj manj zahtevnih segmentov proizvodnega procesa.

**Ključne besede:** proizvodni sistemi, produktni pristop, planiranje, agentski sistem,

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo  
Laboratorij LASIM  
najavlja

posvet

**AVTOMATIZACIJA**

**STREGE IN MONTAŽE 2008 – ASM '08**

v četrtek, 20. 11. 2008, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

**Želja:**

**Vse sestaviti čim enostavneje**

**Uresničena:**

**Enostavna in hitra  
montaža osi z  
električnimi in  
pnevmatskimi pogoni**

### **camoLINE sistem za strego iz Rexrotha**

CamoLINE modularni sistem vsebuje po želji kupca izbrane elemente za sestavo kompleksnih sistemov za strego. Montaža s pomočjo posebej razvitega sistema spsjanja postane otroška igra. Standardizirani pritrditveni deli omogočajo poljubno gradnjo natančnih in zmogljivih sistemov, sestavljenih iz električnih ali pnevmatskih osi, prijemal, rotacijskih enot, linearnih sani, ... Enostavna pot do individualnih rešitev, značilno za Bosch Rexroth



**Rexroth**  
Bosch Group

Zastopstvo

**LA & Co d.o.o.**

Limbuška 42, 2000 Maribor

TEL.: +386-(0)2/42-92-660

FAKS: +386-(0)2/42-05-550

[www.la-co.si](http://www.la-co.si)

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



# Natančnost atributivnega laserskega merilnika prisotnosti

Andrej LEBAR, Mihael JUNKAR

**Povzetek:** Laserski merilniki za zaznavanje prisotnosti so pomemben instrument v avtomatizaciji proizvodnje. Nekatere izvedbe teh merilnikov lahko uporabljamo tudi za merjenje dimenzij. Zanimalo nas je, kako natančne so te meritve in kako bi se lahko izognili napaki pri merjenju zaradi napačne lege merjenca. Pokazali smo, kako lahko simuliramo meritve širine senčnega polja in kako uskladimo izmerke in modelno funkcijo pri meritvah rotirajočega merjenca.

**Ključne besede:** laserski senzor prisotnosti, napaka meritve, pozicioniranje, simulacija meritve,

## 1 Uvod

Laserski so že kmalu po iznajdbi našli svoje mesto v merilni tehniki. Danes uporabljamo laserske merilnike za tako različne aplikacije, kot so merjenje razdalje, hitrosti, tlaka, pretoka in onesnaženja atmosfere. Od leta 1983 je celo osnovna dolžinska enota meter definirana kot razdalja, ki jo svetloba He-Ne laserja prepotuje v  $1/299.792.458$  sekunde.

V inženirski metrologiji se laserski merilniki uporabljajo za merjenje razdalje. Iz te osnovne aplikacije so izpeljane metode za merjenje 3D oblik, hrapavosti površin, kotov in prisotnosti predmetov.

V tem prispevku predstavljamo rezultate preverjanja natančnosti razširjenega delovanja laserskega merilnika prisotnosti. Ker je pri tovrstnih merilnikih natančnost meritve ključno odvisna od postavitve merjenca glede na merilnik, poročamo tudi o simulaciji napake, ki nastane zaradi napačnega pozicioniranja merjenca,

Dr. Andrej Lebar, univ. dipl. inž., prof. dr. Mihael Junkar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

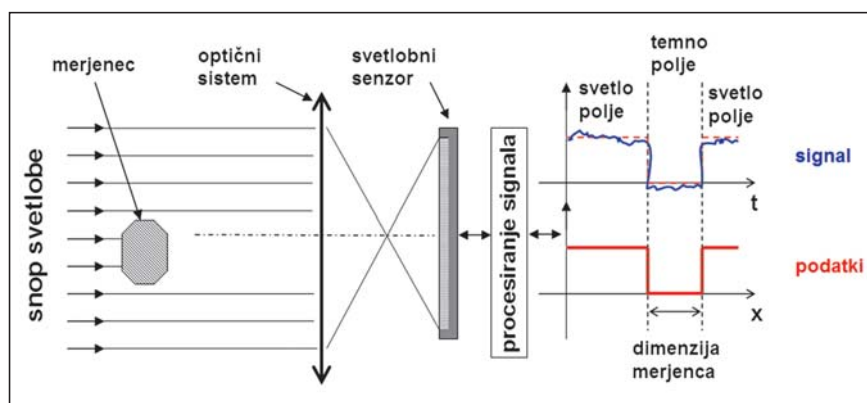
in predlagamo metodo, pri kateri bi se lahko izognili tej napaki.

## 2 Optični mikrometri in merilniki prisotnosti

Optični mikrometri so naprave, sestavljene iz izvora svetlobe in sensorja, ki meri velikost svetlega oz. temnega polja, kot vidimo na *sliki 1*.

merjeni objekt, svetlejši dele pa kot ozadje. Nenazadnje mora biti merilnik tudi neobčutljiv na nenadne spremembe svetlosti ozadja.

Zahtevnejše izvedbe merilnikov uporabljajo kot izvir svetlobe polprevodniške svetilne diode (LED), za senzorje pa posebne izvedbe CCD-kamer in merijo s ponovljivostjo 0,5

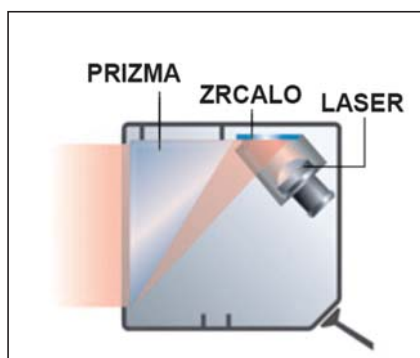


Slika 1. Shematični prikaz principa delovanja optičnega mikrometra [1]

Merjenec postavimo v snop svetlobe tako, da meče senco na svetlobno tipalo, ki je lahko linijsko ali matrično. Elementi takšnega tipala so občutljivi na intenziteto vpadlega svetlobnega toka. Signal s tipala obdela procesna enota, ki mora biti nastavljena tako, da pravilno loči med svetlimi in temnimi polji, torej prepozna vse temnejše dele senčnega polja kot

$\mu\text{m}$ , natančnost pa je ocenjena na 2–3  $\mu\text{m}$ . Najpreprostejše izvedbe tovrstnih merilnikov služijo kot atributivni merilniki, ki z ozirom na prednastavljeno vrednost širine senčnega polja dajejo na izhodu le digitalni signal z dvema vrednostma: ustreza oz. ne ustreza (logična ena oz. logična nič). Običajno jih uporabljamo za določanje prisotnosti ustreznega

izdelka na tekočem traku ali kot tolerančni merilnik dimenzije.



Slika 2. Izvor svetlobe [2]

Shemo izvora svetlobe takšnega merilnika vidimo na *sliki 2*. Snop svetlobe iz polprevodniške laserske diode vpada na zrcalo, ki ga odbije na stekleno prizmo. Prizma svetlobo enakomerno porazdeli v svetlobno črto, in tako definira ravnino, ki jo presekaemo z merjenecem.

Na *sliki 3* vidimo tipično izvedbo tipala atributivnega laserskega merilnika.



Slika 3. Linijsko tipalo svetlobe [2]

### ■ 3 Meritve

Meritve smo izvedli z univerzalnim laserskim merilnikom LV-H300 (Keyence, Japonska) s kontrolno enoto LV-H51M (Keyence, Japonska). Kontrolna enota ima dva atributivna digitalna izhoda, ki podajata rezultat primerjalno glede na prednastavljeno vrednost. Za razliko od preprostejših merilnikov ima LV-H51M tudi analogni izhod. Napetost na tem izhodu je sorazmerna velikosti svetlega polja (*slika 1*), tj. širini tistega dela svetlobnega senzora, ki ni zastrt s senco predmeta [2].

Pri našem delu smo analogni signal merilnika Keyence LV-H300 vzorčili

z analogno-digitalnim (A/D) pretvornikom, ki smo ga krmilili iz programskega okolja Matlab [3] preko USB-vmesnika. Uporabljali smo A/D-pretvornik NI USB-6008, ki ima osem analognih vhodov z 12-bitno ločljivostjo. Dovoljeno območje vhodnih signalov je programsko nastavljivo vse do  $\pm 20$  V. Pretvornik lahko vzorči signale z maksimalno frekvenco vzorčenja  $10^4$  izmerkov v sekundi, če uporabljamo le en analogni vhod.

Najprej smo merilnik umerili z vrsto merilnih kladic od 3 do 10 mm. Meritev smo ponovili trikrat, tako da smo kladice vsakič ponovno postavili v svetlobno polje. Po vsaki postavitvi kladice je računalnik zajel 10 meritev, pri čemer je vsaka trajala 0,1 s, analogni signal pa smo vzorčili s frekvenco 1 kHz. Zajete podatke smo povprečili in določili še standardno deviacijo. Iz tako pridobljenih podatkov smo z linearno regresijo dobili funkcijsko odvisnost med dimenzijo merjenca in izmerjeno napetostjo tipala. Na *sliki 4* vidimo vrednosti napetosti, izmerjene na analognem izhodu merilnika LV-H300, v odvisnosti od dimenzije merjenca, in premico, prilagojeno izmerkom.

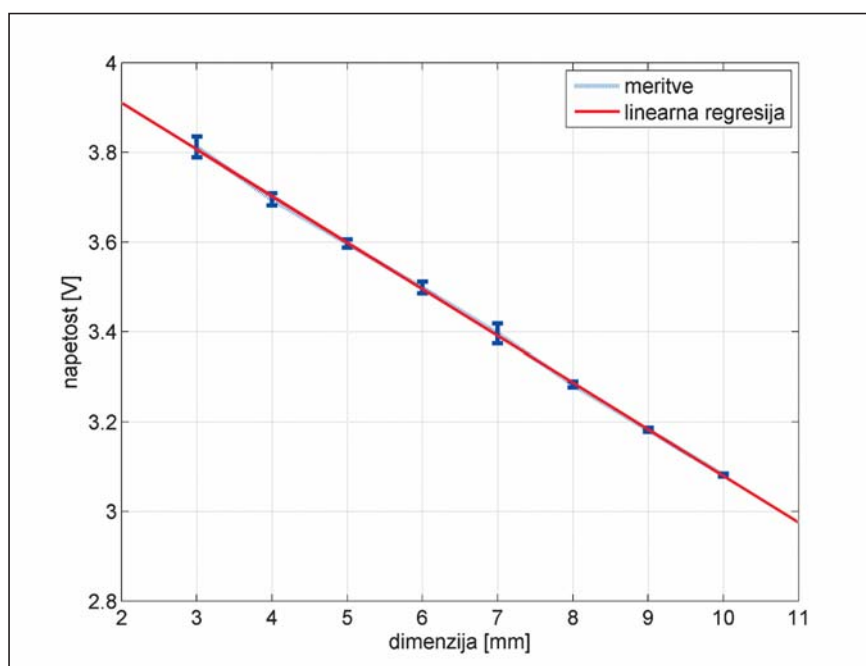
V nadaljevanju smo izmerili velikost in šum signala pri povsem odprtem in povsem zaprtem tipalu. Ker smo

merilnik že umerili, lahko sedaj podajamo podatke v dolžinskih enotah. Naredili smo 100 izmerkov s frekvenco vzorčenja 1 kHz v trajanju po 0,1 s.

Pri povsem odprtem svetlobnem polju znaša standardna deviacija signala 0,032 mm. Pri meritvah zaprtega izvora in tipala smo dobili povsem enaka rezultata. Standardna deviacija je znašala 0,026 mm.

Izmerjene skrajne vrednosti so bile pri povsem zaprtem tipalu 29,90 mm, kar je za desetinko milimetra manj od nominalne maksimalne širine 30 mm. Če je merjenec odsoten, dobimo vrednost  $-0,69$  mm, kar kaže na to, da merilnika ne moremo uporabljati za kvantitativne meritve poljubno majhnih merjenecov.

V nadaljevanju smo preverili, kakšna je ponovljivost meritve, če merjenec vsakič ponovno postavimo v merilnik. S tem bolj kot merilnik preverjamo, ali je mogoče ponovljivo meriti z optičnim merilnikom. Merjenec smo 100-krat postavili na ravno podlago na isto mesto v snop svetlobe. Tako kot prej smo pri vsaki od stotih meritev zajeli po 10 signalov s frekvenco vzorčenja 1kHz, pri čemer je vsak signal trajal po 0,1 s. Shranili smo srednjo vrednost 107 zajetih meritev in pripadajočo standardno deviacijo



Slika 4. Umeritvena krivulja



signala. Histogram porazdelitve izmerkov lahko vidimo na *sliki 5*.

#### ■ 4 Razprava

Ponavljajoče se ročno postavljanje merjenca prosto v svetlobno polje je pokazalo, da pazljiv merilec lahko znotraj uporabnega intervala, katerega meje bo potrebno še natančneje določiti, doseže raztros meritev znotraj 2 % dimenzije merjenca. Ko smo postavljali merjenec ob dobro pozicioniran prislon, smo dobili pri 100 ponovitvah meritve raztros 0,5 % dimenzije merjenca. Izmerjena napaka pri 100-kratni ponovitvi je celo primerljiva s kvantizacijsko napako 12-bitnega analogno-digitalnega pretvornika merjenega signala.

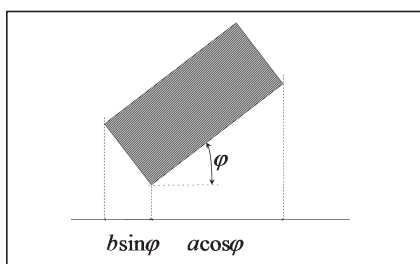
V industrijskem okolju zaradi nerazpoložnosti merilca ali naključnega pozicioniranja, npr. na tekočem traku, rezultati ne bi bili tako zanesljivi, kot smo jih dobili v laboratorijskem okolju. Zanimalo nas je, kolikšno bi bilo sipanje meritev, če bi merjenec namenoma izmaknili iz prave lege v svetlobnem polju merilnika, zato smo simulirali meritev pri napačni postavitvi merjenca.

#### ■ 5 Simulacija meritve

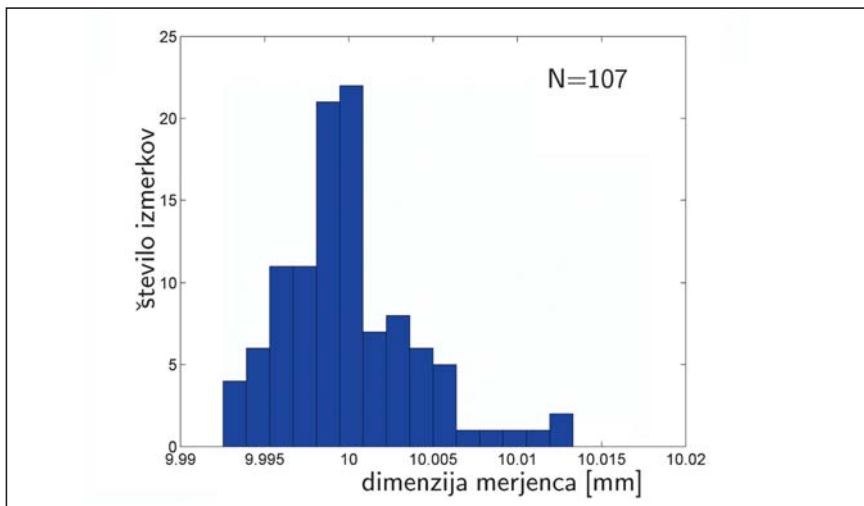
Če postavimo predmet, ki ni osno simetričen, v snop svetlobe, bo širina sence odvisna od zasuka merjenca okoli njegove osi, tako kot prikazuje *slika 6*.

Oglejmo si geometrijske razmere natančneje na *sliki 7*. Pri zasuku merjenca za kot  $\phi$  merilnik izmeri velikost senčnega polja:

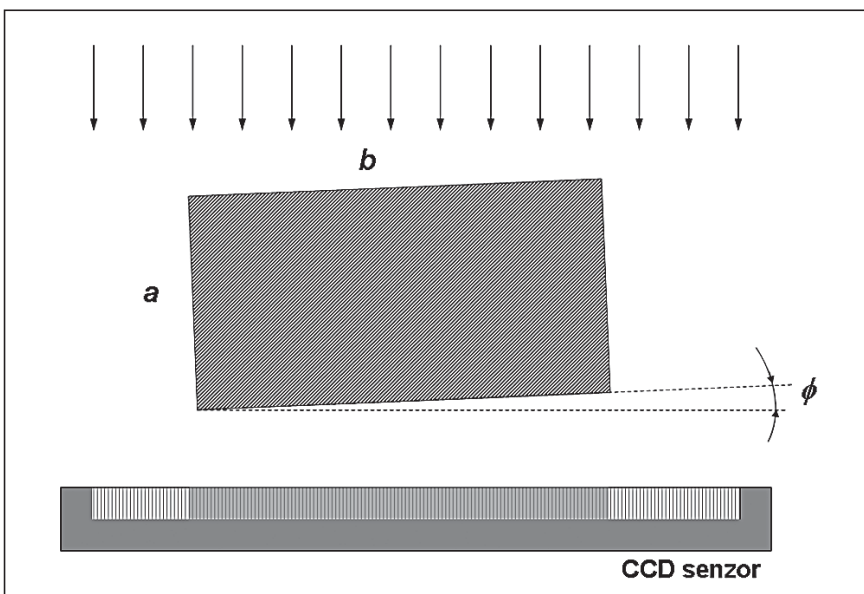
$$y = |a \sin \phi| + |b \cos \phi| \quad (1)$$



**Slika 7.** Komponenti senčnega polja na senzorju v odvisnosti od kota orientacije kladice



**Slika 5.** Histogram stotih meritev merjenca z dimenzijo 10,00 mm

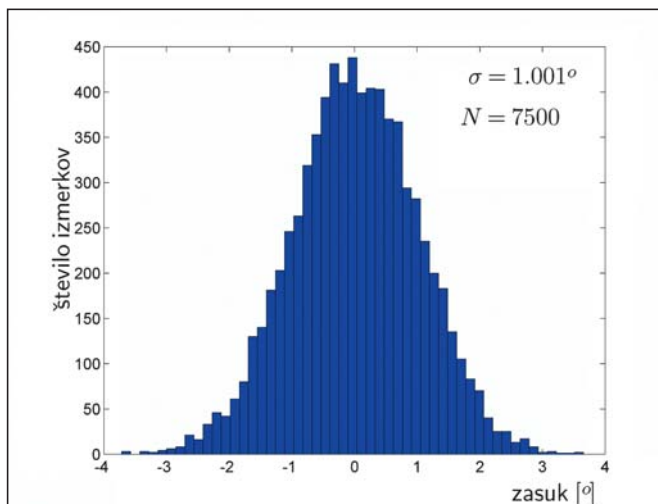


**Slika 6.** Širina senčnega polja na senzorju je odvisna od zasuka merjenca

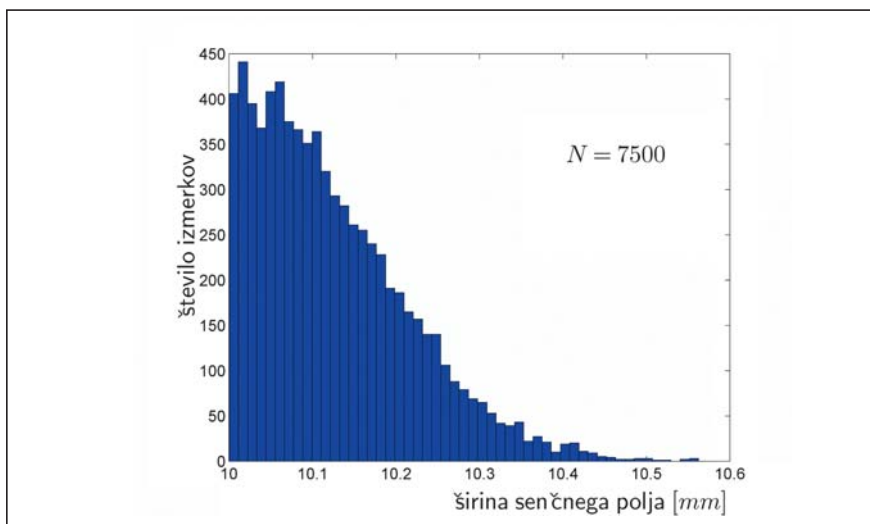
Če narišemo odvisnost senčnega polja od zasuka merjenca s stranica  $a = 5$  mm in  $b = 9$  mm, dobimo odvisnost, kot jo prikazuje modra krivulja  $y_I$  na *sliki 10*. Vidimo, da je graf pri sukanju merjenca za 360° simetričen glede na izhodišče, v katerem je stranica  $a$  pravokotna na svetlobni snop.

Poglejmo, kako se obnaša raztros simuliranih meritev, če pozicioniramo merjenec

v simulaciji tako, da je povprečna vrednost kota  $\bar{\phi} = 0$  in standardna deviacija zamika kota  $\sigma = 1^\circ$ . Na *sliki 8*



**Slika 8.** Histogram zamika pozicionirnega kota



Slika 9. Histogram širine senčnega polja

vidimo histogram generirane zaloge vrednosti kotov in na *sliki 9* histogram izračunanih vrednosti širine senčnega polja za simulirani merjenec z merama  $a = 10$  in  $b = 9$  mm.

Vidimo, da bi se točnost merjenja znatno poslabšala glede na razmere, pri katerih smo merjenec prislonili ob fiksno oporo (*slika 5*).

## 6 Rotacija merjenca

Da bi se izognili napaki zaradi slabega pozicioniranja, smo postavili merjenec na vrtljivo mizico, ki smo jo obračali s koračnim motorjem. Pri vsaki meritvi smo zavrteli merjenec za  $360^\circ$ . Uporabljeni koračni motor ima korak  $7,5^\circ$ , tako da smo dobili 49 meritev. Vzorčili smo na enak način, kot je opisano v razdelku 2. Z vrtenjem merjenca dobimo vrsto izmerkov širine senčnega polja, še vedno pa ne poznamo začetnega zamika.

Zapišimo enačbi za širino senčnega senčnega polja pri nezamaknjem merjencu  $y_1$  (en. 2) in za primer, da je merjenec na začetku zasukan za  $\varphi_0$ ,  $y_2$  (en 3):

$$y_1 = |a \sin \varphi| + |b \cos \varphi|, \quad (2)$$

$$y_2 = |a \sin(\varphi + \varphi_0)| + |b \cos(\varphi + \varphi_0)|. \quad (3)$$

Če postavimo merjenec v začetnem položaju za kot  $\varphi_0 = 15^\circ$ , izmaknjen

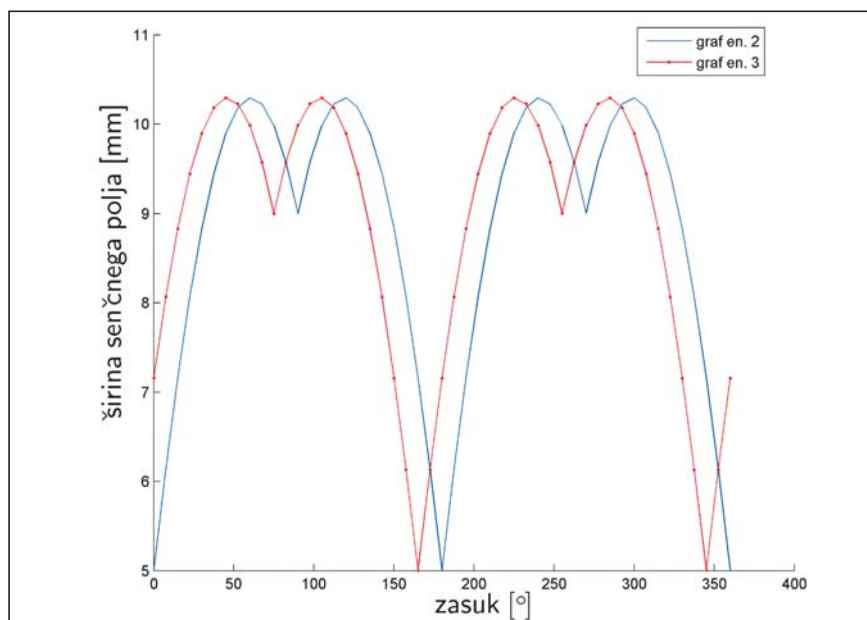
iz prave lege, bo krivulja premaknjena, tako kot kaže rdeča krivulja na *sliki 10*.

Neznani začetni zasuk  $\varphi_0$  je mogoče dobiti iz križne korelacije med  $y_1$  in  $y_2$ , ki jo v primeru diskretnih signalov zapišemo kot:

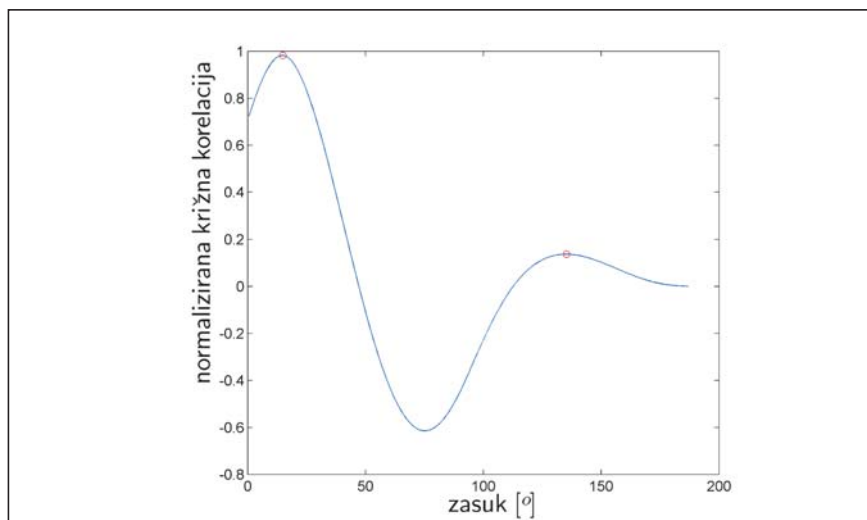
$$Y_{y_1, y_2}(n) = \sum y_{1,k} y_{2,k+n}. \quad (4)$$

Maksimume poiščemo z računalniškim programom in jih označimo z rdečim krožcem. Prvi je pri  $15^\circ$ , kolikor znaša vneseni zamik na *sliki 10*.

Izkaže se, da je preprosteje izraziti vsoto vseh razlik med modelno in fazno premaknjeno krivuljo kot funkcijo



Slika 10. Modra krivulja predstavlja odvisnost  $y_1(\varphi)$  (en. 2) in rdeča  $y_2(\varphi + \varphi_0)$  (en. 3). Simulirani merjenec ima stranici  $a = 5$  in  $b = 9$  mm, začetni zasuk  $\varphi_0$  je  $15^\circ$



Slika 11. Križna korelacija modelnega in zamaknjene signala s *slike 10*



(Rs) zamika med krivuljama in to funkcijo minimizirati. Ključne vrstice izvedbe tega pristopa v programskem okolju Matlab so na *sliki 12*.

Metodo iskanja smo preverili tudi na podatkih, pridobljenih z meritvami. Na *slikah 13* in *14* vidimo zelo dobro ujemanje med meritvami (rdeča krivulja) in modelno funkcijo (modra krivulja). V prvem primeru (sl. 13) je standardni odstopok med točkami modelne funkcije in izmerki 0,21 mm oz. 0,15 mm v drugem primeru (slika 14).

```
% yy: vektor podatkov
% s2: modelna funkcija
% rez_fi: iskani neznani zamik
% Rs: vsota odstopanj
% fminbnd: poišče minimum nelinearne f. na intervalu
s2 = @(fi_x) abs(a*cos(fi+fi_x))+abs(b*sin(fi+fi_x));
Rs = @(fio_rx) sum((s2(fi_x)-yy).^2);
rez_fi = fminbnd(Rs,-pi,pi);
```

**Slika 12.** Izsek iz računalniškega programa v jeziku Matlab, ki poišče zamik med krivuljama

## 7 Zaključek

Preprosti laserski merilniki prisotnosti lahko v nekaterih izvedbah služijo

tudi kot ekonomska alternativa mnogo dražjim optičnim mikrometrom. Tako pri prvih kot pri drugih se moramo zavedati, kako pomembno je pravilno pozicioniranje merjenja. Pokazali

smo, kako drastično naraste napaka, če niso izpolnjeni vsi pogoji pravilne meritve. Nakazali smo možnost, da rotiramo merjenec v svetlobnem snopu in s prilagajanjem parametrov modelne funkcije izboljšamo meritev.

## Literatura

- [1] Doebelin, Ernest O. 2004. Measurement systems application and design; 5th ed., McGraw-Hill series in mechanical engineering.
- [2] <http://www.keyence.co.uk/>.
- [3] <http://www.mathworks.com/>.

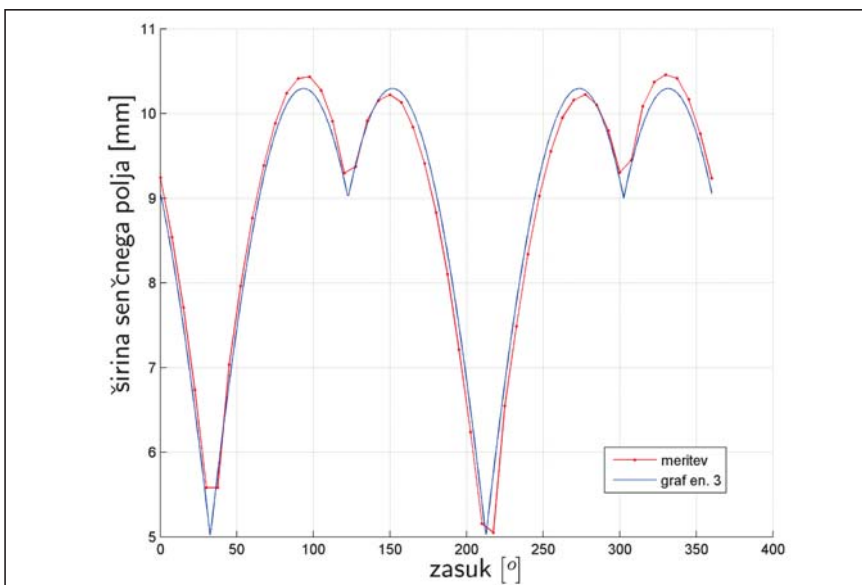
## Accuracy of an attributive laser through-beam sensor

**Abstract:** Universal laser through-beam sensors are important pieces of equipment in production automation. Some of the configurations can also be used for the measurement of dimensions. In this research we were interested in how precise these measurements are and how can the error due to the misalignment of the measured piece be avoided. We have shown how the dark-field width can be simulated and how the parameters of the model function can be fitted to measurement results performed with a rotating measured object.

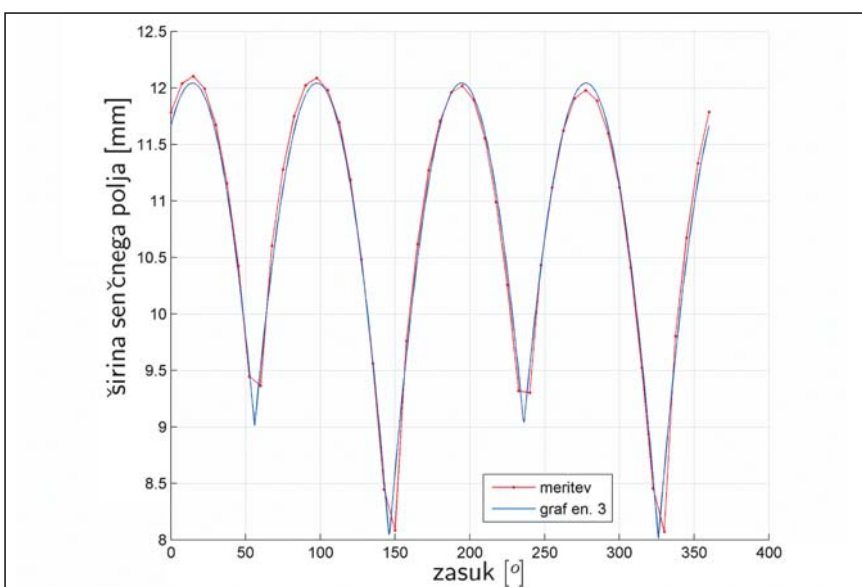
**Keywords:** through-beam laser sensor, alignment error, measurement simulation,

## Zahvala

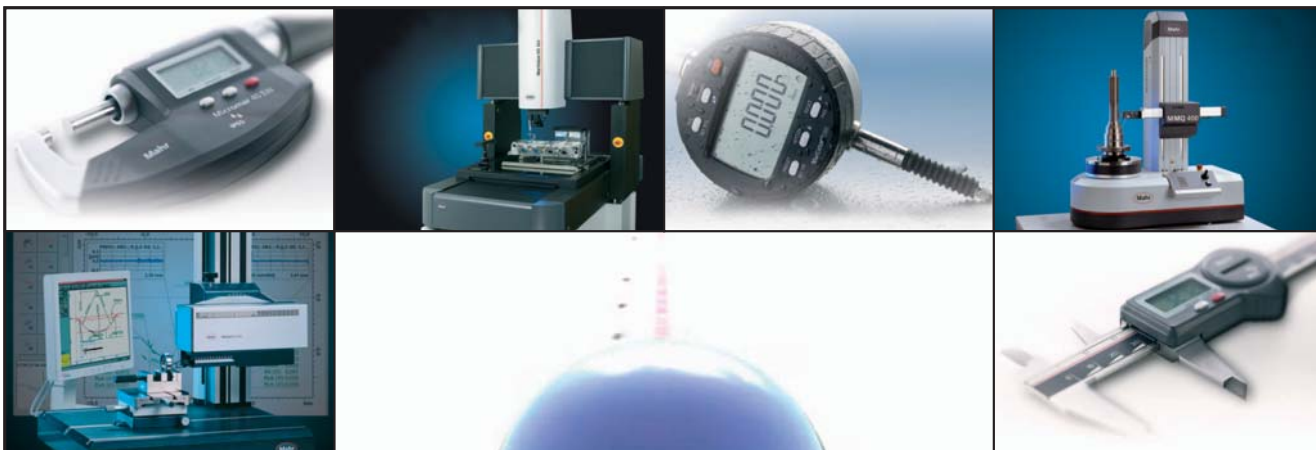
Zahvaljujemo se podjetju Gazela, d. o. o., ki je odstopilo opremo, uporabljeno v tem prispevku.



**Slika 13.** Odvisnost, dobljena z merjenjem, in modelna funkcija potem, ko smo poiskali začetni zamik. Merjenec je imel stranici  $a = 5$  in  $b = 9$  mm



**Slika 14.** Odvisnost, dobljena z merjenjem, in modelna funkcija potem, ko smo poiskali začetni zamik. Merjenec je imel stranici  $a = 8$  in  $b = 9$  mm



Merilna oprema **Mahr**

 **GAZELA**

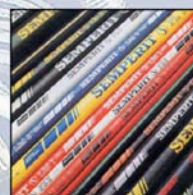
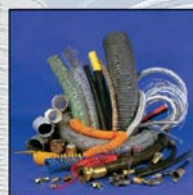
Gazela d.o.o. Krško  
 Kajuhova 12, 8270 Krško  
 tel.: +386 (0)7 488 0 488  
 fax: +386 (0)7 488 0 489  
 e-mail: info@gazela.si  
 www.gazela.si

# **HIB**, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321  
<http://www.hib.si>, E-mail: info@hib.si

## PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermeni
- Tehnična guma



Zastopamo: **SEMPERIT** (Avstrija), **HABASIT** (Švica)  
**SALAMI** (Italija), **DNP** (Italija), **ZEC** (Italija), **MERLETT** (Italija)  
**AEROQUIP** (Nemčija), **NORRES** (Nemčija), **LUDECKE** (Nemčija)

## Poslovne enote:

**LJUBLJANA**, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,  
 tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

**CELJE**, Lava 7a, 3000 Celje,  
 tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

**PTUJ**, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,  
 tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

**MARIBOR**, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,  
 2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

**SLOVENJ GRADEC**, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,  
 2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

**BREŽICE**, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,  
 tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

**KOČEVJE**, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,  
 tel./fax: 01/895 49 12

**SEMIČ**, Kovinostugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,  
 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20



# Zagotavljanje kakovosti v procesu izdelave hermetičnega kompresorja

Zmago KOZINA, Petar JANČAN, Marijan MARŠIĆ, Matija ABSEC

**Povzetek:** Hermetični kompresor za vgradnjo v zamrzovalne aparate je plod velikoserijske proizvodnje. V podjetju Danfoss Compressors, d. o. o., Črnomelj, letno izdelamo 5 mio. kompresorjev in s tem pokrivamo 5 % svetovnih potreb. Povpraševanje na trgu teži k energetske optimiranim proizvodom, katerih uporaba strmo narašča. Trg narekuje tudi zahteve glede kakovosti, ki je postala samoumeven pojem. Danfoss je zaradi specifične proizvodnje korakoma razvil lasten model zagotavljanja kakovosti. Ta sistem se je izkazal kot učinkovit in zaokrožuje kakovost od nastanka proizvoda preko vseh faz proizvodnje do uporabe pri končnem kupcu. Predstavljamo ga na primeru procesa montaže hermetičnega kompresorja.

**Ključne besede:** hermetični kompresor, energetske optimiranje, model zagotavljanja kakovosti, krogi kakovosti, proces montaže kompresorja,

## ■ 1 Uvod

Hermetični kompresor, ki se vgrajuje v gospodinjne hladilnike in zamrzovalnike, mora brezhibno opravljati svojo funkcijo do izteka predvidene življenjske dobe, ki je med 10 in 15 let (slika 1). Dejansko to pomeni 4 do 5 let neprekinjenega obratovanja ali v povprečju 10-krat več delovnih ur, kot jih opravi motor osebnega avtomobila. Proizvajalci hladilnih in zamrzovalnih aparatov pa po drugi strani zahtevajo ustrezno visok nivo kakovosti ob vgradnji. Meja 200–300 ppm (število defektnih kompresorjev na milijon vgrajenih) se hitro spušča proti 100 ppm, kar je tudi naš interni cilj.

Zahtevano kakovost lahko doseže le izdelek, ki je skrbno sestavljen iz komponent vrhunske kakovosti in s procesom montaže, ki je skrbno načrtovan, izvajan in nadzorovan. Za doseganje ustrezne kakovosti je podjetje Danfoss



Slika 1. Hermetični kompresor za vgradnjo

HC (ang. Household Compressors) razvilo lasten model zagotavljanja kakovosti v proizvodnem procesu, ki ima osnovo v tako imenovanih petih krogih kakovosti (angl. Quality Control Circle - QCC) [1].

## ■ 2 Model zagotavljanja kakovosti

Model zagotavljanja kakovosti, ki bazira na tako imenovanih petih krogih kakovosti (slika 2), je bil razvit v prika-

zani obliki v podjetju Danfoss HC, opt je tudi na načela ISO 9000, poudarja ključne vloge sodelujočih v procesu zagotavljanja kakovosti in se izvaja:

- v osnovni proizvodni celici, ki jo imenujemo temeljna enota dela – TED,
- v strokovnih oddelkih, ki so dolžni zagotoviti tehnično-

tehnološke rešitve (postopki dela, oprema, material) za kakovostno delo, in

- v vodstvu posameznih enot, ki naj zagotovijo ustrezne organizacijsko-kadrovske pogoje.

V proces zagotavljanja kakovosti je vključen širok krog ljudi. Ključni del so prvi trije krogi, ki so neposredno vezani na proizvodni proces. Celoten sistem je strokovno voden preko 4. in 5. kroga. V tem modelu ni zajeto

Zmago Kozina, dipl. inž., Petar Jančan, inž., Marijan Maršić, dipl. inž., Matija Absec, dipl. inž.; vsi Danfoss Compressors, d. o. o., Črnomelj

področje zagotavljanja kakovosti kupljenih izdelkov in razvoja dobaviteljev, saj je to organizirano vzporedno in prav tako koordinirano s 4. in 5. ravno. Pristop je v skladu z dejstvom, da imamo znotraj kompresorske skupine skupni prodajni in nabavni trg.

V Danfossu velja načelo, da je dolžnost vsakega posameznika, ne glede na vsebino njegovega dela, da znotraj svojega področja opravlja delo kakovostno in tudi preverja njegove rezultate. Glede na to, da se vloge in naloge po različnih nivojih med seboj prepletajo, je vsakdo v podjetju kakor koli vključen v posamezne kroge kakovosti.

parametri in karakteristike izdelka, ki se izvajajo v celoti – 100-odstotno. Pri svojem delu ima stalno podporo s strani vodje TED-a, tako s tehnične kakor tudi organizacijske plati.

Ker noben sistem ni brezhiben, je potrebno tudi v tem modelu zagotoviti nadzorni mehanizem. V Danfossovem modelu je to izvedeno s pomočjo **2. kroga – nadzornika kakovosti**. Njegova glavna naloga je skrbništvo za pravilnost funkcioniranja 1. kroga in ukrepanje v primeru, ko neskladni proizvodi zaobidejo nadzor s strani **1. QCC-ja**, ne glede na nastali vzrok. Iz tega sledi, da so področje nadzora: osebje, postopki, oprema, material in status kakovosti.

ladnost z ustreznimi specifikacijami. Tu se pokaže nuja po vzpostavitvi učinkovitega sistema zagotavljanja kakovosti ter skrbništva za njegovo nenehno izboljševanje.

Zavedajoč se dejstva, da je proces, katerega stabilnost je v veliki meri odvisna od usposobljenosti sodelujočih, se zaradi nenehnega preverjanja nivoja kakovosti zbirajo podatki v različnih oblikah, tako zvezni kot atributivni. Te obravnavamo na dnevni bazi na tako imenovanih Q24 (Q-Quality; 24 ur) sestankih.

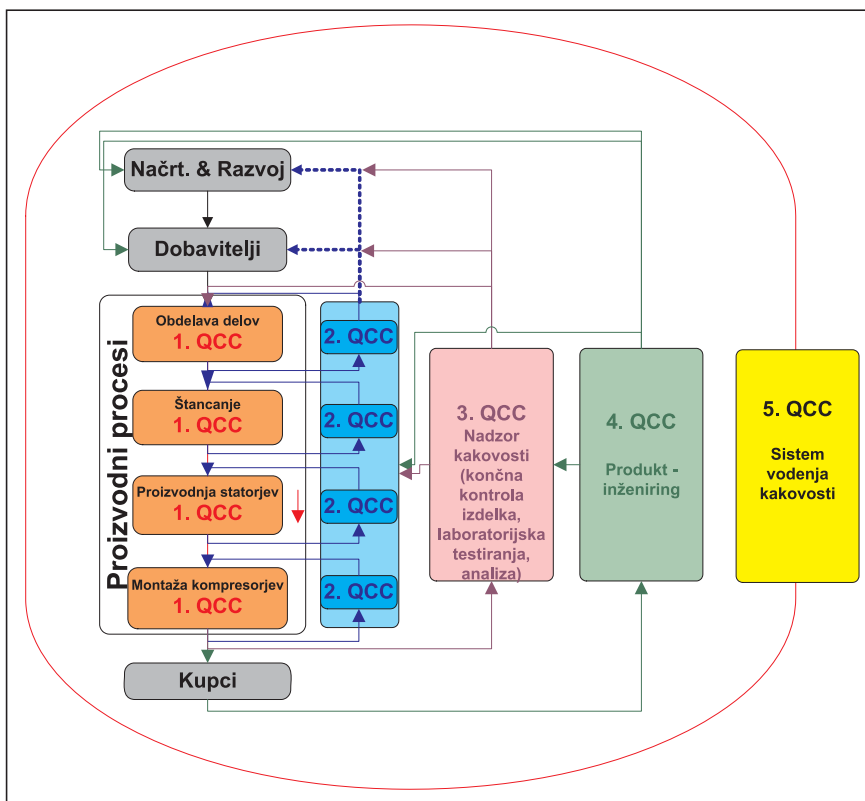
### ■ 3 Montažni sistem in vključitev zagotavljanja kakovosti

Proizvodnja kompresorjev je razdeljena na izdelavo oziroma obdelavo sestavnih delov (skupno jih je več kot 80) in na montažo končnega izdelka – kompresorja. Montaža kompresorja vključuje različne proizvodno-kontrolne korake in tehnološke postopke. Ker izdelujemo med 150 in 200 različnih izvedenk končnega izdelka, je oprema koncipirana tako, da je možen hiter prehod na nov tip izdelka, kar nam povečuje fleksibilnost. Izdelke sestavljamo na treh montažnih linijah.

Proizvodne serije so velike od nekaj tisoč do nekaj deset tisoč kosov. Z vidika kakovosti je to tako prednost kot pomanjkljivost. Prednost se kaže v lažjem vzdrževanju predpisanih procesnih parametrov. Slaba stran pa je večje tveganje za nastanek sistemskih napak, posebno pri hitrih spremembah izdelkov zaradi uvajanja novih konstrukcijskih rešitev, tehnoloških postopkov in materialov.

Značilnost obstoječega načina proizvodnje je tudi to, da je delovno intenzivna. Ob nekaterih avtomatiziranih in robotiziranih postopkih obstajajo še proizvodno-kontrolne operacije, ki jih opravlja izključno človek. To narekuje ustrezen pristop pri zagotavljanju kakovosti, katerega osnova sta samokontrola in nadzorni sistem, poimenovan »pet kontrolnih krogov«.

Montažni sistem vključuje pred-



Slika 2. Shematski prikaz modela kakovosti

V proizvodnem procesu izdelave hermetičnega kompresorja je vsekakor odločilna vloga **1. QCC-ja**, katerega najpomembnejši člen oziroma nosilec je **operater avtokontrolor**. Ta »vgrajuje kakovost v izdelek« ob upoštevanju delovnih in kontrolnih postopkov. Njegova osnovna naloga in odgovornost je izdelava izdelka skladno z njegovimi specifikacijami. Pri tem je dolžan upoštevati načrte, navodila in splošno veljavne standarde. Predmet nadzora so procesni

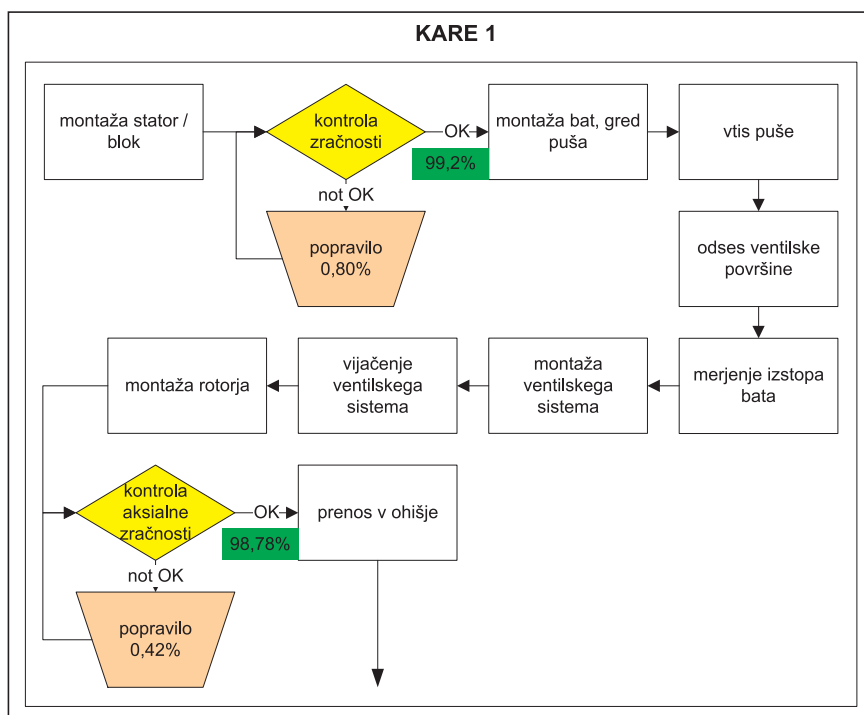
Vloga tretjega kroga kakovosti je dodeljena vodji nadzora kakovosti v proizvodnji. Medtem ko sta prva dva kroga kakovosti vezana le na proizvodni proces, pa **3. QCC** »komunicira« tudi izven proizvodnega procesa, tako z razvojem kakor tudi posredno preko 4. kroga s kupcem in dobaviteljem. Poglavitna smernica je zaščita kupca pred neskladnimi proizvodi. Področje nadzora so končni izdelek in njegove karakteristike ter proizvodni procesi in njihova sk-



montažo, ki je razdeljena v dva dela: *KARE 1* in *KARE 2*, in končno montažo, razdeljeno v: *EMO1* in *EMO 2*. Za vsak del montažnega sistema je bil izdelan potek zagotavljanja kakovosti.

### 3.1 Predmontaža

V prvem delu predmontaže (*Kare 1*) se na krožnem avtomatu sestavijo stator, blok in nosilci vzmeti (*slika 3* in *4*). Sestav se premesti z montažnega mesta na krožnem avtomatu na paletu na paletnem prenosnem sistemu, kjer se sestavljajo še drugi sestavni deli rotorja. Montažno gnezdo, ki je na paleti, nosi tudi podatke o opravljeni montaži (*slika 5*). V tem delu predmontaže sta dve kontrolni mesti s 100-odstotno kontrolo. Na prvem je kontrola zračnosti v statorju in na drugem kontrola aksialne zračnosti v sklopu. Nepravilni sestavi gredo v popravilo.



Slika 3. Shematski prikaz procesa sestavljanja črpalne enote – *KARE 1*



Slika 4. Krožni avtomat za sestavljanje statorja

merilnikom izmeri premer cilindra ter na osnovi te meritve izbere ustrezen premer bata, ki se vgradi v obstoječi sklop. Bati so razvrščeni po premerih v štiri razrede, z odstopki v premeru po 1,5 µm. Podatek o razredu bata je odtisnjen na njegovem vrhu in mora pri vgradnji sovpadati z meritvijo premera cilindra. Izbira bata je ročna. Pred vgradnjo bata in kolenaste gredi se vse drsne površine naoljijo z esterskim oljem. Sledi vtiskovanje puše. Sila vtiskovanja je krmiljena, da se prepreči poškodba ojnice.

Pred montažo ventilskega sistema se samodejno izvede meritve izstopa bata. Rezultat meritve je določitev in izbira tesnila v drugem delu

Po prenosu sestava na paletu se z valjastim kontrolnim trnom preveri zračnost med statorjem in rotorjem.

Paleta z nepravilnim sestavom potuje brez vmesnega ustavljanja na mesto za popravilo, kjer se informacija o napaki prikaže na kontrolni plošči. Operater na osnovi informacije o napaki to odpravi oziroma razdre sklop.

Paleta z dobrim sestavom potuje na naslednjo operacijo, kjer se na naslednji postaji s posebnim pnevmatskim



Slika 5. Kompresorska enota na paleti



Slika 6. Paleta na montažnem mestu – bati, gredi in puše

predmontaže (KARE 2), kar zagotavlja optimalni škodljivi prostor med vrhom bata in ventilsko ploščico. Sklop ventilskega sistema se zaradi kompleksnosti operacije ročno prednastavi na ventilsko površino bloka. Vijačenje se izvede z avtomatskimi vijačniki v treh stopnjah, kar onemogoči deformacije. Pri vijačenju se v posameznih stopnjah avtomatično kontrolirata moment in kot zasuka. Montaži ventilskega sistema sledita nakrčevanje rotorja in natis oljne črpalke v spodnji del rotorja. Po izvedbi vtiskovanja črpalke se opravi 100-odstotna kontrola aksialne zračnosti med rotorjem in kolenasto gredjo ter kontrola globine vtisa oljne črpalke.

V drugem delu predmontaže – KARE 2 – se vgradijo še tesnila, cevke, tlačni pokrovi, sklop se označi in pošlje na sušenje (slika 7).

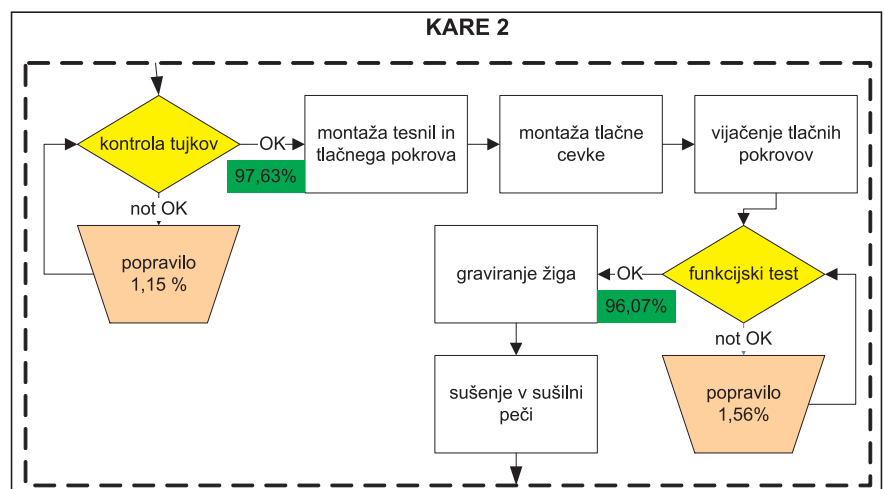
Ta del predmontaže je povezan z varilno linijo, ki oskrbuje predmontažo z okrovi. Pred vstavljanjem sestava v ohišje se na njem predhodno zakrivijo priključki in vanj vstavijo tlačne vzmeti. Naloga vzmeti je dušenje vibracij, ki nastajajo pri zagonu, delovanju in ustavljanju kompresorja. Sledi avtomatična kontrola prisotnosti tujkov in tipa vzmeti.

Tesnila so razporejena v 14 razredov in so shranjena v namenskih zalogovnikih. Razlika debeline posameznih razredov tesnil je 23  $\mu\text{m}$ . Pri montaži tesnil se nad izbranim tesnilom zasveti lučka in odpre zapora. Na ta način je zagotovljena vgradnja le izbranega tesnila.

Z montažo in lotanjem tlačne cevke se vzpostavi povezava med črpalno enoto in tlačnim priključkom na zunanjem delu ohišja. Tej operaciji sledi funkcijski test, kjer se preverijo karakteristike, pomembne za delovanje sklopa. To so praba

temperatura je pogoj za uparitev vlage, saj prevelika vsebnost škodno vpliva na delovanje hladilnika. Operacija sušenja predstavlja zaključek predmontaže kompresorja.

Kontrola vsebnosti vlage na kompresorjih se meri pred odpremo. Sam postopek merjenja vlage zahteva stabilno stanje kompresorja, ki se doseže po štiriindvajsetih urah, ko se temperatura kompresorja izenači s temperaturo okolice. Vlaga v kompresorju ne sme presegati vrednosti 125 ppm.



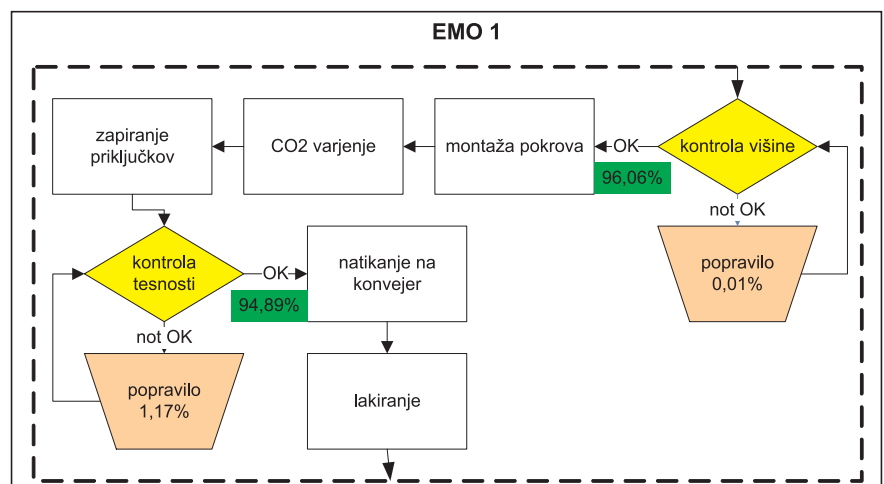
Slika 7. Potek sestavljanja črpalne enote – KARE 2

moči, volumski pretok, tlačni padec in prevodnost navitja motorja.

Po uspešni izvedbi funkcionalnega preizkusa potuje sklop v tunnelsko sušilno peč. Ta je ogrevana s pomočjo električnih grelcev, ki vzdržujejo temperaturo 165 °C. Ta

### 3.2. Končna montaža

Končna montaža je razdeljena v dva dela. V prvem delu – EMO 1 – potekajo montaža pokrova, varjenje, zapiranje priključkov, natikanje konvejerjev in lakiranje. V tem delu sta dve kontrolni mesti – kontrola višine



Slika 8. Diagram poteka končne montaže – EMO 1





Slika 9. Preskus tesnosti

(več tipov pokrovov) in kontrola tesnosti (slika 8).

Varjenju sledi zapiranje tlačnega in sesalnega priključka z aluminijastimi kapicami (kapsoluti), v katerih je nameščena tesnilna guma. Tesnost zvara med ohišjem in pokrovom in zvarnih spojev se kontrolira s posebno napravo (helij). Naprava kontrolira uhajanje medija iz kompresorja (slika 9). Zgornja dovoljena meja predstavlja puščanje 1 g hladiva v obdobju enega leta. Na testu izločene kompresorje operater ročno popravi. Vsi popravljeni kompresorji morajo iti v ponovno testiranje.

Po uspešno opravljenem testu kompresor napolnimo s suhim zrakom (2 bar). Naloga suhega zraka je preprečiti vdor vode in laka med postopkom lakiranja v notranjost kompresorja.

Prva operacija po lakiranju na drugem delu končne montaže – EMO-2 – je iztikanje sklopov iz konvejerja lakirnice in prelaganje na trak končne montaže (slika 10). Sledi kontrola nadtlaka, s katero se prepričamo, da v postopku lakiranja v ohišje ni prišla vlaga.

Naslednja operacija je visokonapetostni preskus. Pri tem se izločijo vsi sestavi, ki nimajo povezave z elektromotorjem, ter vsi sklopi s prebojem

napetosti na ohišje.

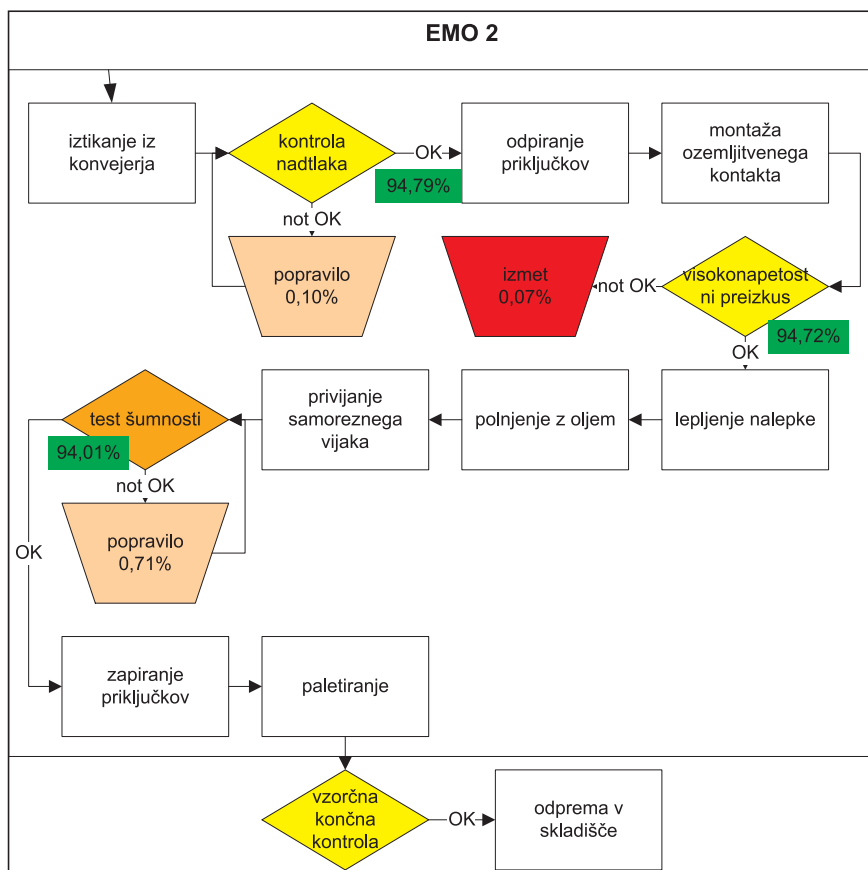
Polnjenje olja je povezano s podatkovno bazo, kjer so shranjeni podatki o tipu in količini olja, ki je predpisana za posamezen tip kompresorja. Identifikacija sklopa je s črtno kodo. Polnitev je nadzorovana z merilniki pretoka. Olje se mora pred uporabo

razpliniti, saj v nasprotnem primeru vlaga preide v kompresor in kasneje v hladilno tekočino in s tem onemogoči pravilno delovanje hladilnega sistema. Vsebnost vlage v olju se izmeri po vsaki menjavi tipa in vsaj enkrat dnevno na vsaki montažni liniji.

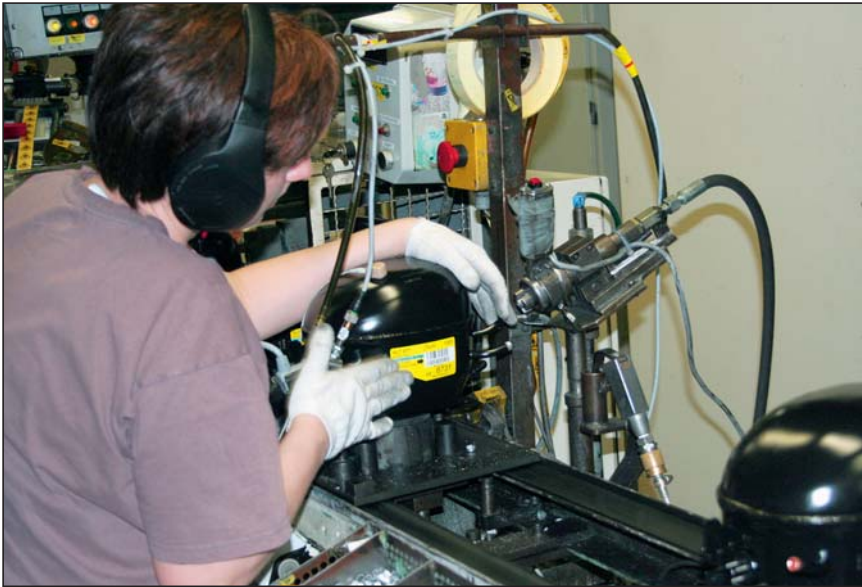
Končni test uporabnosti kompresorja predstavlja test šumnosti (slika 11). Osnova testa šumnosti je v primerjavi zvoka delovanja kompresorja na liniji z etalonskimi kompresorji z znano napako. Test šumnosti še vedno temelji na slušnih sposobnostih operaterjev na liniji. Operaterji so posebej izurjeni in testirani. Operater na testu šumnosti se menja vsaki dve uri. S tem se izognemo preutrujenosti in napačnemu zaznavanju napak.

Kompresorji brez napak se zložijo na palete in odpremo v skladišče.

Ustreznost izdelkov in s tem proces montaže nadzorujemo z vzorčnimi meritvami kompresorjev na končni kontroli. Vsakemu 80. kompresorju preverimo funkcionalne karakteristike.



Slika 10. Potek končne montaže – EMO 2



Slika 11. Test šumnosti

#### ■ 4 Zaključek

V podjetju Danfoss temelji proces montaže kompresorja na 100-odstotni kontroli vsake izvedene operacije.

#### Quality assurance in the compressor-assembly process

**Abstract:** Producing hermetical compressors for household appliances involves large-scale production. Danfoss Compressors d.o.o. produces 5 million compressors per year and covers 5% of the needs of the global market. Customer demands results in highly energy-optimised products, where the number of orders is rapidly increasing. Global players are setting the rules for quality - it has become a synonym without the need to say anything. Danfoss has developed his own Quality Assurance Module, which is rounding up all the production processes, including the final customer. The efficiency of such a module is represented by the assembly process for the hermetic compressor.

**Key words:** Hermetical Compressor, Energy optimisation, Quality Assurance Module, Quality Circles, Assembly process,

Žal ni mogoča avtomatizacija vseh montažnih operacij in je kakovost še vedno odvisna od sposobnosti operaterjev. Danfossov model zagotavljanja kakovosti skuša najti optimalno pot

med avtomatiziranimi procesi in samokontrolo. V tem primeru predstavljajo zaposleni ključ do uspeha. Pri analizi pretočnosti montažne linije opazimo, da je tukaj še precej neizkoriščenega potenciala. Za dosegto začrtanih ciljev se moramo osredotočiti na izboljšanje kakovosti vhodnih komponent, sposobnosti in stabilnosti dela proizvodne opreme ter postopoma zamenjati tiste kontrole, ki so izključno odvisne od sposobnosti in zbranosti operaterja, kot je to na primer test šumnosti.

Glede na tehnične karakteristike in zanesljivost je Danfoss dosegel in ohranja status svojih izdelkov v srednjem oziroma zgornjem kakovostnem razredu.

#### Literatura

- [1] Quality Control Circles, Danfoss HC Standard 502G011, 2007.

**Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki**

---

**Kreiranje shem:**

- avtomatska povezava in oštevilčevanje komponent
- knjižnice simbolov za pnevmatiko, hidravliko....
- knjižnice vodilnih proizvajalcev: FESTO, REXROTH, VOGEL,...
- medpovezave za strani in komponente
- medpovezave med fluidnim in električnim delom projekta

**Samodejna evaluacija in generiranje dokumentacije**

- sezname povezav, kosovnice, vsebina, lista revizij...
- preliminarne kosovnice

**Integracija FESTO kataloga**

- direktna povezava s FESTO katalogom
- detaljni opis in izbira komponent s pripadajočimi simboli
- skupna baza simbolov v skladu s standardom ISO 1219
- fluidPLAN CPX makroji

**Integrirano delo z projekti**

- administracija projektov
- inteligentno arhiviranje
- samodejno prevajanje v tuje jezike
- implementacija zunanjih dokumentov

**Vmesniki:**

- grafični uvoz in izvoz: DXF/DWG, BMP, JPG, XLS, TXT, PDF...
- "X-parts" za izvoz elementov v MS Excel
- FESTO in ePLAN P8 vmesnik
- certificiran SAP in Navision vmesnik

v sodelovanju

licence, vzdrževanje, tehnična podpora, šolanje, svetovanje

Stegne 7, SI-1000 Ljubljana • tel.: 01/511 10 95 • fax: 01/511 30 79

GSM: 031/368 783 • info@exor-eti.si

www.exor-eti.si

inženiring za energetiko, transport in industrijo d.o.o.



# Gibanja na tržišču fluidne tehnike

Darko LOVREC

Kakšno je stanje na področju strojegradnje v Evropi? Kakšna je klima v podjetjih? Kakšne so tendence in gibanja na področju strojegradnje in fluidne tehnike? Ali imajo strokovna združenja kakšen vpliv na dogajanje?... Takšna in podobna vprašanja si zastavljamo vsi, ki smo na kakršen koli način vpeti v dogajanje na področju strojegradnje, še posebej fluidne tehnike. Na ta in na podobna vprašanja je poskušal odgovoriti gospod Christian H. Kienzle, predsedujoči Strokovnega združenja za fluidno tehniko, ki deluje pod okriljem VDMA – Združenja nemške strojegradnje. Gospod Kienzle, sicer tehnični vodja podjetja ARGO-HYTOS GmbH, je omenjena razmišljanja in dejstva podal v okviru svojega otvoritvenega govora na mednarodni strokovni konferenci 6. IFK 2008 aprila v Dresdnu v Nemčiji. Razmišljanja se sicer navezujejo na nemško strojegradnjo in področje fluidne tehnike, ki je s slabimi 5 milijardami evrov prometa, ki jih ustvari 27.000 zaposlenih, svetovni prvak na tem področju. Zaradi tega so te informacije glede dogajanj v Nemčiji zanimive tudi za celotno Evropo in tudi za našo branžo.

Svojo prvo misel v nagovoru je gospod Kienzle namenil prisotnim študentom z različnih evropskih univerz, ki so se lahko brezplačno udeležili letošnje konference, kajti ravno v strokovnem podmladku, kot se je izrazil, je prihodnost branže, prihodnost podjetij in stroke nasploh. Ali vidijo mladi ljudje kot člani nekega podjetja možnost svojega strokovnega razvoja in svojo prihodnost? Če je odgovor pritrdilen, potem bo svojo prihodnost imelo tudi podjetje. Pri tem pa je posebej pomembna klima, ki vlada v podjetju, če je ta ugodna, predstavlja osnovo tehnološke prednosti in njegovega nadaljnega razvoja. Zato bo marsikje potrebna sprememba miselnosti, ker je po mnenju g. Kienzla sožitju delavcev v podjetju treba dati prednost pred domnevno uporabo vrhunskih tehnologij.

Veliko težje pa je vzpostaviti mreženje podjetij in se uspešno prilagajati družbenopolitični situaciji. Ravno na teh področjih pa so še skriti veliki potenciali, ki jih Nemčija kot ena vodilnih in uspešnih evropskih gospodarstev že uspešno izrablja – ljudje in tehnika : tehnika in ljudje.

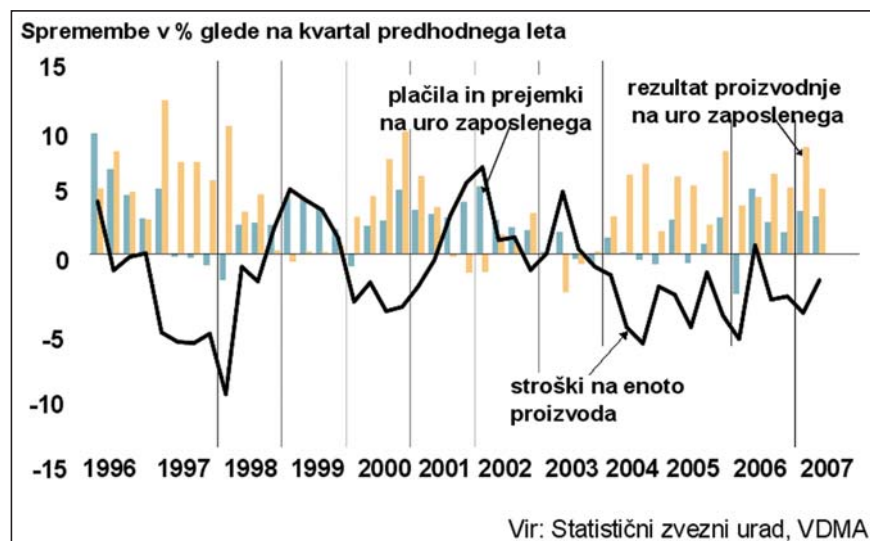
Doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Pri tem se je navezal na prispevek, pred kratkim objavljen v reviji Financial Times, vezan na stanje gospodarstva v Nemčiji in Evropi. Avtor prispevka, vodilni ekonomist Bank of America, gospod Gilles Moëc je tam zapisal, da v Ameriki vse več proizvodnih delovnih mest izginja. Podobno, vendar v veliko manjši meri, je to opazno povsod v Evropi, razen v Nemčiji, ki se ji je uspelo s tehnološko visoko razvitimi proizvodi upreti tem trendom. Vzrok je v doseganju nižjih stroškov na enoto proizvodov v zadnjih letih, kar je povečalo konkurenčnost – *slika 1*.

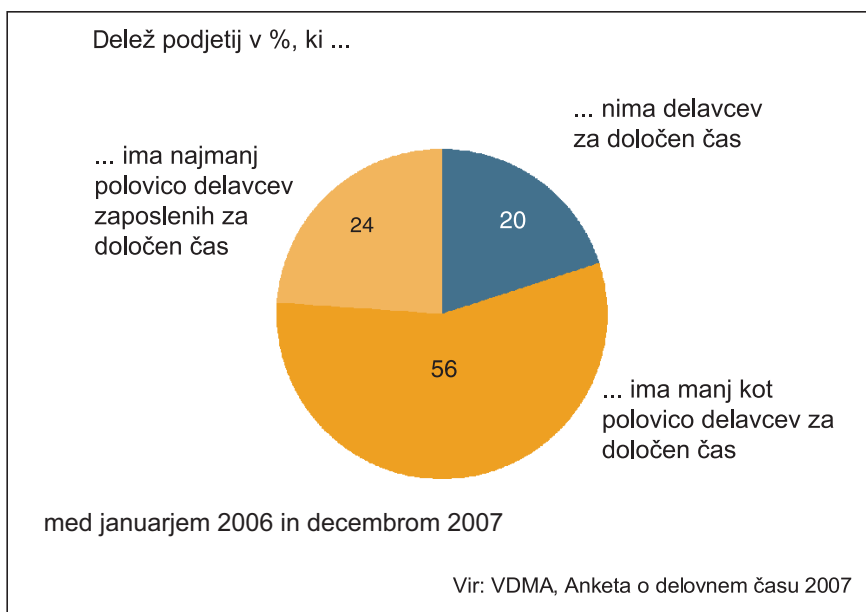
K pozitivnim gibanjem in rasti so pripomogli boljša politika nagraje-

vanja, povečana neto kupna moč ter ok. 100.000 novih ustvarjenih delovnih mest, vključno z delavci, ki so zaposleni za določen čas – tako rekoč najeti.

Po napovedih VDMA bo tudi v letošnjem letu v strojegradnji ustvarjenih novih 10.000 delovnih mest, seveda če bo ustrezna kvalificirana delovna sila sploh na razpolago. Delo za določen čas ne predstavlja samo pomembnega »ventila« v gospodarstvu, temveč je uspešen ukrep in priložnost, da se jo kasneje pritegne na kvalitetna delovna mesta v strojegradnji oz. industriji nasploh, pri tem pa ti najeti delavci države ne stanejo niti evra. Dejansko jih je zato



Slika 1. Gibanja stroškov na enoto proizvoda v Nemčiji



Slika 2. Razmerje med stalno zaposlenimi in zaposlenimi za določen čas

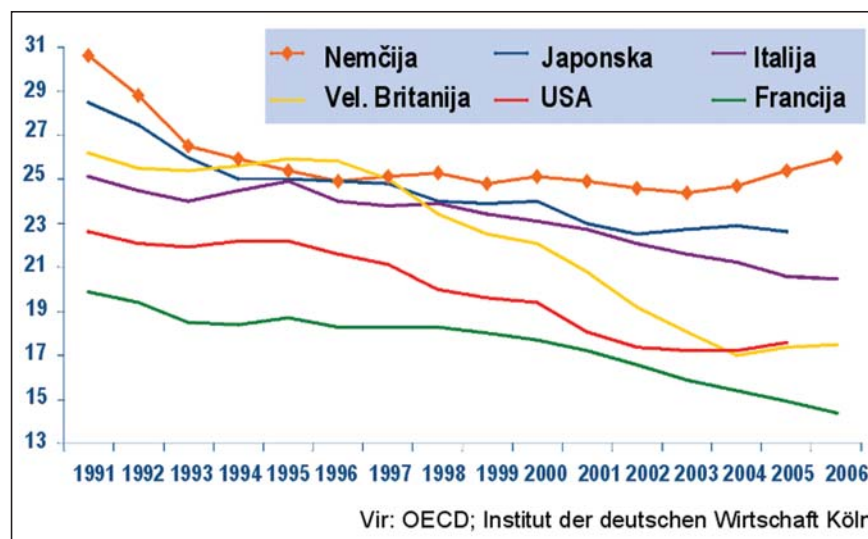
potrebno obravnavati »kot božji dar in ne kot prekletstvo«.

V nemški strojegradnji je najmanj polovica delavcev, ki so bili zaposlenih za določen čas oz. so najeti, kasneje v vsakem četrtem podjetju sklenilo delovno razmerje za nedoločen čas (glede na anketo VDMA). Iskalcev zaposlitve, ki bi bili že kvalificirani za določeno delo in bili takoj na razpolago, je namreč vedno manj.

Bodočnost Evrope – naša bodočnost – je vsekakor v »inteligentni« proizvodnji. Četrtnina vse ustvarjene vrednosti se nanaša na predelovalno industrijo. Vzrok temu je vesplošen kliše oz. mnenje, da izdelovalna industrija nima več nobene prihodnosti. Ravno nasprotno. Nemška strojegradnja je dokazala, da ima ta branža velik potencial in je sposobna ustvariti donosna delovna mesta.

Rezultati raziskave, ki jo je opravila OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj), prikazani na sliki 3, potrjujejo besede gospoda Moëca. V zadnjih letih izkazuje pozitivno rast samo Nemčija. Vzroki so v visoki tehnični ravni strokovnih delavcev in inženirjev, v številu inovacij ter zelo samozavestni družbenopolitični klimi. Ekspertiza, izdelana na osnovi raziskav, ki jih je v marcu opravila

ekspertna komisija za razvoj in inovacije zvezne vlade, sicer pritrjuje, da Nemčija dosega dobro pozicijo predvsem zaradi svoje uspešne »Old Economy« – v katero spadajo strojegradnja, avtomobilska in kemijska industrija ter elektrotehnika, vendar poudarja, da je konkurenčnost potrebno graditi na potencialnih trgih.



Slika 3. Deleži na mednarodnem trgu gospodarstva (vključno z energijo) v brutodružbenem proizvodu v %

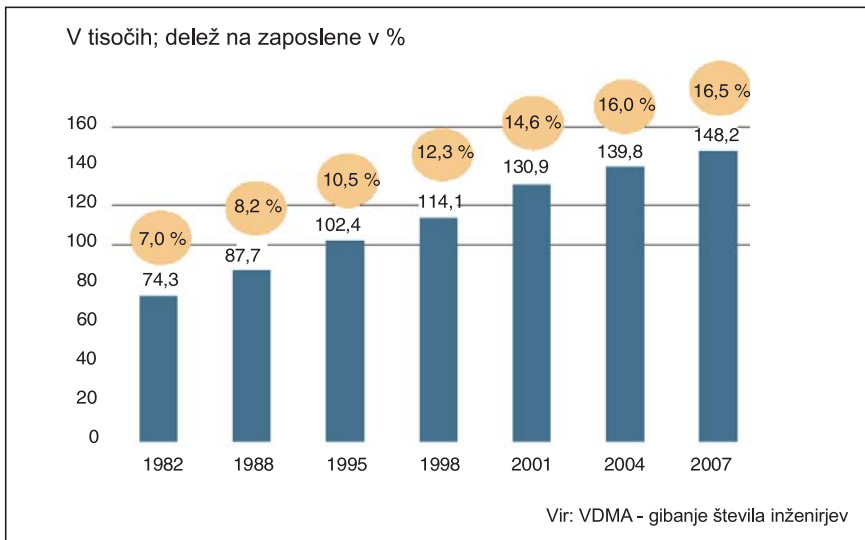
Pri tem pa gre za vlaganje ogromnih vsot denarja v bazične raziskave in t. i. vrhunske tehnologije (predvsem v razvoj komunikacijske tehnike, letalsko in vesoljsko industrijo, farmacevtsko in biotehniko itd.). Ob tem se je postavilo vprašanje, ali ne bi bilo namesto teh ogromnih vla-

ganj drugam smotrnejše pospeševati in jačati moč lastne industrije kot pa odpravljati določene slabosti, npr. že pred leti zaigrane možnosti na področju teh t. i. visokih tehnologij, pri čemer se »dober« denar razmetava za »slabega«. Kot primer je bilo izpostavljeno podjetje Nokia Bochum (kot tuje podjetje), ki je samo dobilo 10 milijonov evrov zveznih sredstev za razvoj, medtem ko je preostalih 6.000 nemških podjetij dobilo skupaj vsega 40 milijonov evrov! Od tod očitek vladi, da razmetava z denarjem branže, ki ga je uspešno ustvarila s svojim delom.

Branže kot strojegradnja so bile potisnjene v predalček z domnevno manjšim potencialom razvoja zaradi svoje razvojnoraziskovalne dejavnosti oz. zaradi strahu konkurenčnosti s strani Kitajske in Indije. Vendar prevladuje mnenje, da je strojegradnja v resnici veliko bolj inovativna, kot kažejo študije kvot čiste razvojnoraziskovalne dejavnosti velikih raziskovalnih inštitucij. Dejanska inovativnost branže in industrije pa v Nemčiji ne temelji na osnovi bazič-

nih raziskovalnih projektov, saj je v Nemčiji kar 90 % podjetij, ki imajo manj kot 250 zaposlenih. Ta podjetja pogosto nimajo razvojnih oddelkov, so pa tam zaposleni razvojni inženirji in konstruktorji zelo aktivni v stalnem procesu izboljšav, ki predstavlja integracijo znanj z različnih področij





Slika 4. Delež inženirjev v strojogradnji v 2007: stalen trend rasti

stroke – senzorike, elektronike, informatike, ki jih uporabljajo za moderne in boljše proizvode. Od tod tudi zahteva, ki jo naslavlja na svoje politike: »Namesto smešno nizke podpore naj vlada vrača prisluženi denar nazaj v branžo, tja, kjer je tudi nastal, in naj se preneha igrati igrice, imenovane Nano in Bio!«

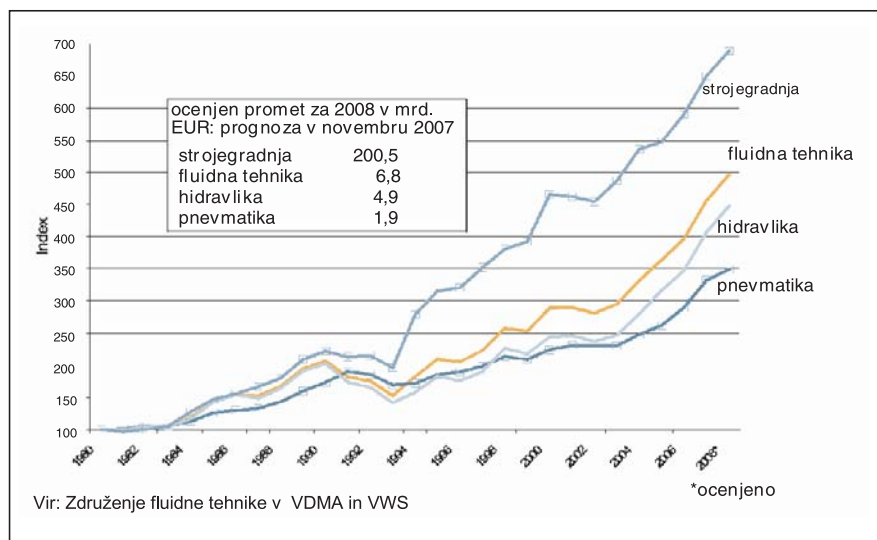
Inovacijsko moč Nemčije je mogoče prepoznati po tem, da njena strojogradnja zaposluje daleč največ inženirjev, pri čemer je opazen nenehen trend rasti – slika 4. Samo na področju raziskav in razvoja v strojogradnji je aktivnih 70.000 ljudi, skupaj še v ostalih vejah industrije pa kar 300.000 razvojnih inženirjev.

Tako je strojogradnja pravi nemški motor inovacij, pri čemer področje fluidne tehnike zavzema prav poseben položaj. Zato se ne gre čuditi dejstvu, da so še posebej dobavitelji strojogradnje zmagovalci globalizacije, ki že leta dvigujejo zaposlenost. To še posebej velja za področje fluidne tehnike, ki je v zadnjih dveh letih dosegla porast zaposlenih od 27.600 na skoraj 32.000, kar predstavlja plus več kot 4.400 zaposlenih.

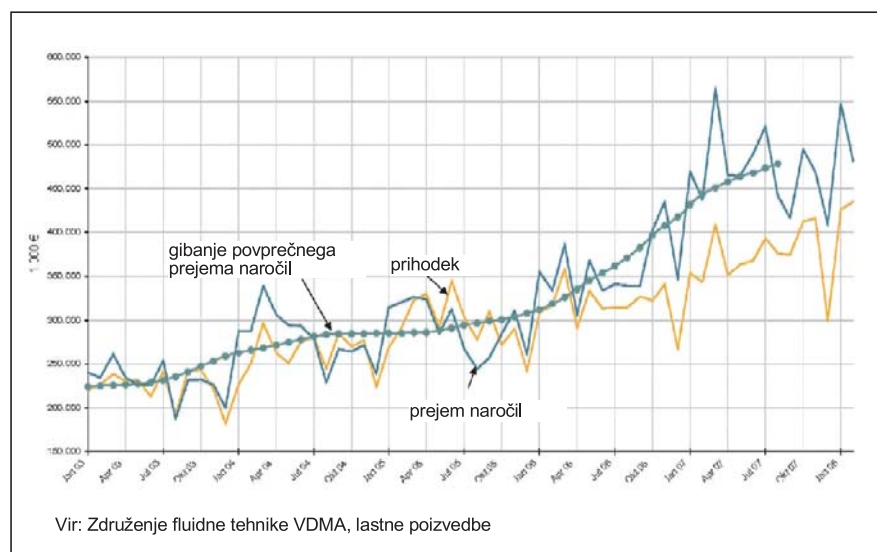
K temu je veliko prispevalo tudi Stokovno združenje za fluidno tehniko, ki je bilo v zadnjih dveh letih zelo aktivno, saj je inovacijsko in tehnološko kompetentnost dolgoročno postavilo na stabilna tla. Združenje je izvedlo in analiziralo obsežno in hkrati po-

globlino strateško raziskavo svojega položaja in branže, tudi npr. kakšne so dejanske kapacitete fluidne tehnike tako doma kot tudi njihovih podjetij v tujini. Celotna vsota denarja, ki je bila namenjena raziskavam na področju fluidne tehnike, je znašala 6 mio. evrov, pri čemer se je 1 mio. sredstev obrnil preko raziskovalnega sklada Združenja fluidne tehnike Nemčije.

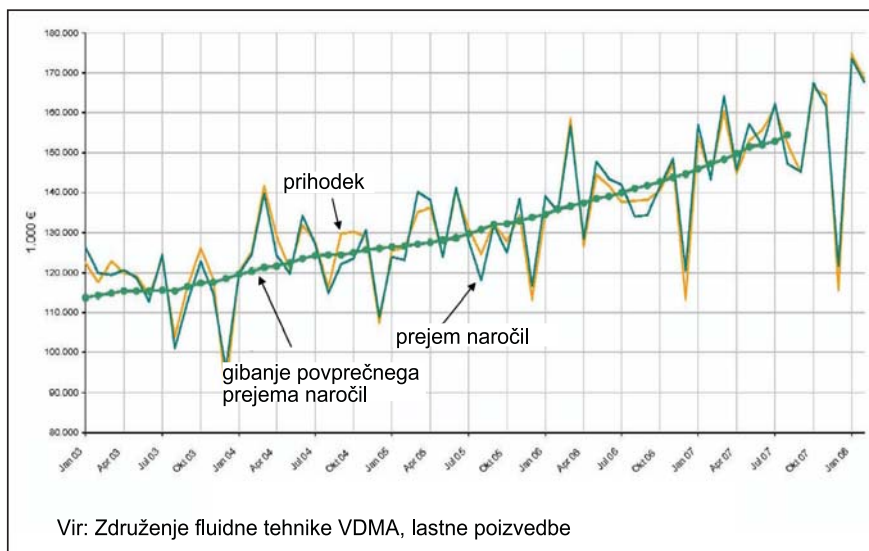
Združenje je še slabo leto nazaj imelo 40 članic. Pred dvema letoma so pričeli z načrtno akcijo jačanja svoje pozicije, še posebej močnejšega angažiranja v okviru raziskovalnega fonda. V predsedstvu združenja so skupaj s predsedujočim in predstavnikom raziskovalnega fonda



Slika 5. Gibanje prihodka v obdobju 1980–2008: strojogradnja, fluidna tehnika, hidravlika, pnevmatika



Slika 6. Gibanje prihodka in naročil za hidravliko v obdobju januar 2003 do februar 2008 v 1.000 evrih



**Slika 7.** Prihodek in naročila za pnevmatiko v obdobju januar 2003 do februar 2008 v 1.000 evrih

prof. dr. Feuserjem in dr. Postom razvili strategijo rasti fonda združenja. Odločili so se, da bodo povečali prispevek za, reci in piši, 50 % in v naslednjih petih letih vsako leto še za dodatnih 10 %! Na ta način so svoje raziskovalne aktivnosti prenesli na veliko višji finančni nivo. Tako so se približali svojemu cilju 3 mio. evrov, kar predstavlja najmanj dvojno vrednost sredstev, ki jih dobivajo univerze za konkurenčne raziskave.

Hkrati so pričeli tudi reklamno ofenzivo v okviru svoje branže, ki je že pokazala uspeh – združenju se je pridružilo še štirinajst aktivnih novih članov – podjetij. Poleg tega je v zvezi s tem potrebno omeniti, da so okrepili sodelovanje z Združenjem za mobilne delovne stroje, predvsem na področju raziskovalne mreže, saj je ta branža pomemben odjemalec in uporabnik proizvodov fluidne tehnike. Rezultat sodelovanja je tudi strokovna revija za mobilne stroje in naprave, ki je začela izhajati letos – Mobile Maschinen, v sodelovanju z univerzo v Karlsruheju pa so izdali vodnik po področju mobilnih delovnih strojev: Mobima-Roadmap (Roadmap Mobile Arbeitsmaschinen).

V pripravi je podoben vodnik tudi za področje industrijske hidravlike in pnevmatike. VDMA skrbi tudi za visoke šole in fakultete, sodeluje v smislu snovanja kvalitetnih študijskih procesov, pa naj gre za učne vsebi-

oblikovanje in izvedbo promocije inženirstva. Nadaljnja skrb sta tudi rast in ureditev področja dodatnega strokovnega izobraževanja. Tako za naslednje leto načrtujejo izdajo t. i. Šolskega atlasa fluidne tehnike, ki bo omogočil bolj transparenten pregled najrazličnejših ponudb vsebin in oblik izobraževanja s področja fluidne tehnike. Na ta način z zaupanjem zrejo v prihodnost in so prepričani v občutno rast in večanje svojega potenciala na tem strokovnem področju.

### Kakšna pa so dejanska gibanja na področju fluidne tehnike?

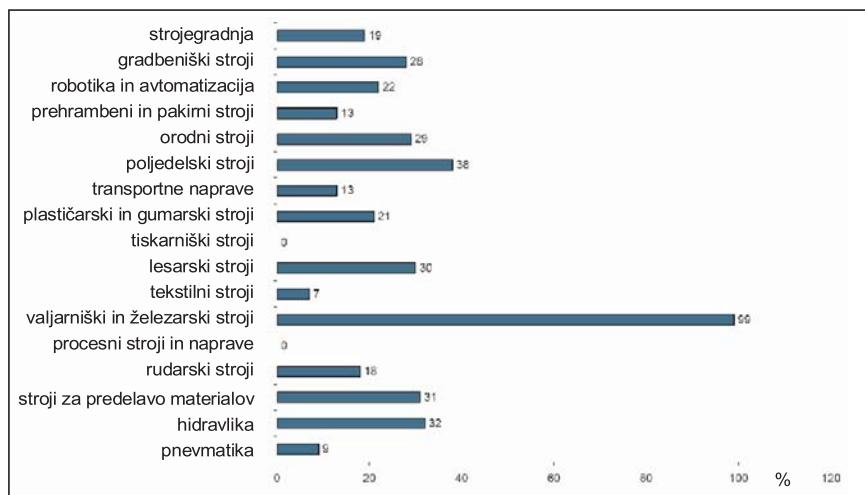
Branža je v letu 2007 v Nemčiji dosegla novo rekordno vrednost

januar-december 2007 glede na januar-december 2006 v %, trenutno*)						
	domači promet	izvoz	skupni promet	domača naročila	naročila iz tujine	skupna naročila
hidravlika	14 %	20 %	17 %	25 %	37 %	32 %
pnevmatika	9 %	10 %	10 %	9 %	9 %	9 %
januar-februar 2008 glede na januar-februar 2007 v %, trenutno*)						
	domači promet	izvoz	skupni promet	domača naročila	naročila iz tujine	skupna naročila
hidravlika	23 %	24 %	24 %	14 %	13 %	14 %
pnevmatika	17 %	13 %	15 %	16 %	11 %	14 %
Prognoza za 2008 (stanje: november 2007)						
	skupni prihodek					
hidravlika	10 %					
pnevmatika	6 %					

Vir: Združenje fluidne tehnike v VDMA, lastne raziskave

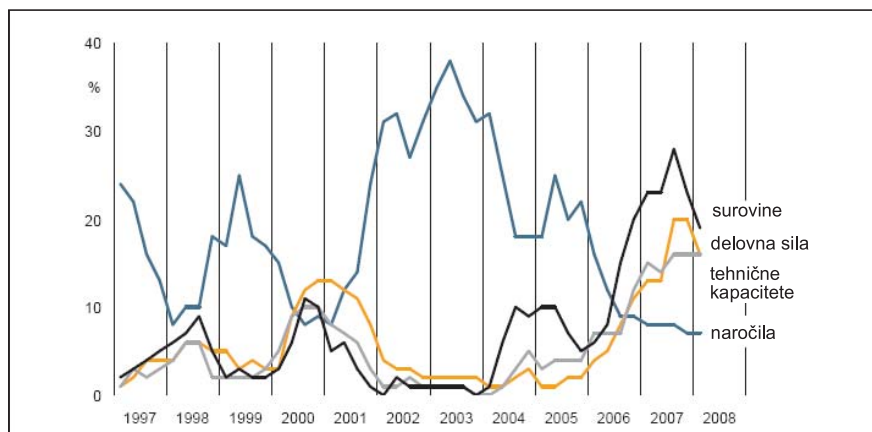
**Slika 8.** Promet na področju hidravlike in pnevmatike v številkah

ne bachelor ali master bolonjskega študijskega programa ali pa samo za prometa – 6,3 mrd. evrov – slika 5. V primerjavi s preteklim obdobjem,



**Slika 9.** Gibanje naročil po posameznih odjemalcih panoge za obdobje januar-december 2007/06 v procentih



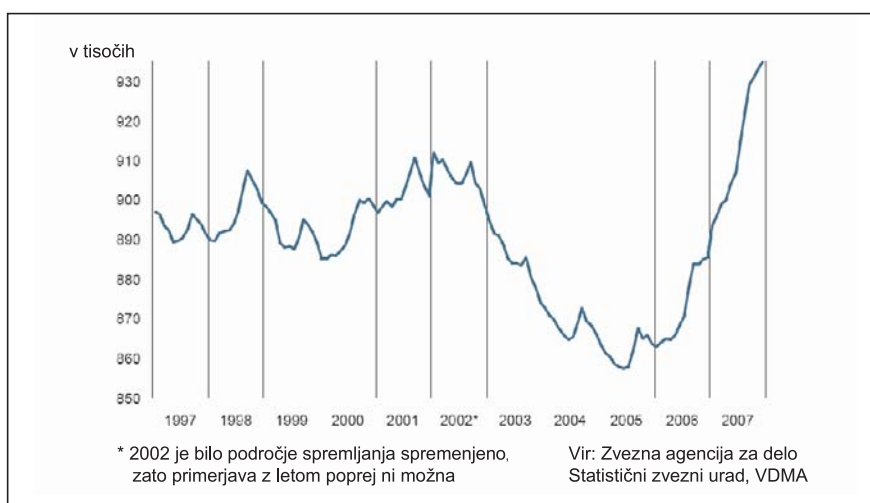


Slika 10. Vpliv posameznih ovir pri proizvodnji, izražen v %

v katerem je bila pnevmatika v prednosti pred hidravliko, se je to stanje sedaj obrnilo. Vzrok je v veliko večji rasti na področju strojegradnje, ki se ukvarja z energijo in surovinami – Heavy-Duty-aplikacije, podobno kot jo je imela pnevmatika na primarnem področju avtomatizacije.

Na podlagi gibanja naročil za hidravliko, prikazanih na *sliki 6*, je razvidno, da se branža giblje naproti svoji novi absolutni vrednosti, kar dokazuje tudi trend v zadnjih mesecih letošnjega leta. V februarju je bil zaradi manjšega števila delovnih dni sicer manjši upad, vendar je bila že v naslednjem mesecu, v marcu 2008, dosežena nova rekordna vrednost. Podoben trend lahko zasledimo tudi na področju pnevmatike. Zanj je značilna vseskozi solidna, skoraj enakomerna rast – *slika 7*.

Poglejmo ta gibanja podrobneje še v številkah – *slika 8*. V preteklem letu



Slika 11. Gibanje števila zaposlenih v zadnjih desetih letih

je promet na področju hidravlike porasel za 17 %, pri pnevmatiki pa za 10 %. Gibanje naročil pri hidravliki beleži povečanje v višini 32 % in pri pnevmatiki (le) 9 %, vendar pa ta svoja vhodna naročila praviloma

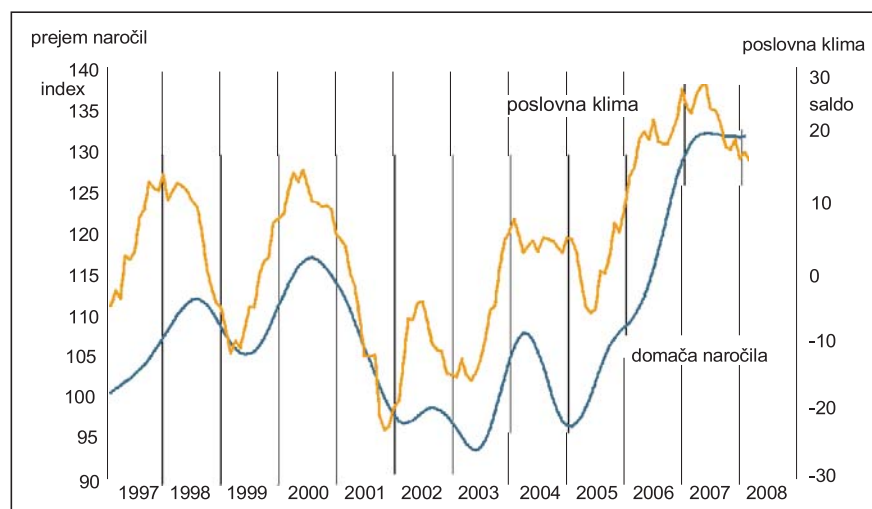
prenaša neposredno v prihodek. Tudi projekcija za leto 2008 predvideva povečanje prihodka: za 10 % v hidravliki in 6 % v pnevmatiki.

In kateri so največji odjemalci proizvodov in uslug s področja fluidne tehnike? Kot je razvidno na podlagi gibanja naročil, prikazanih na *sliki 9*, je strojegradnja s svojimi 19 % porasta v zadnjem letu zelo uspešna. Kot kažejo številke, so za branžo sedaj rožnati časi. Podobni obeti veljajo tudi (vsaj) za prihodnje leto.

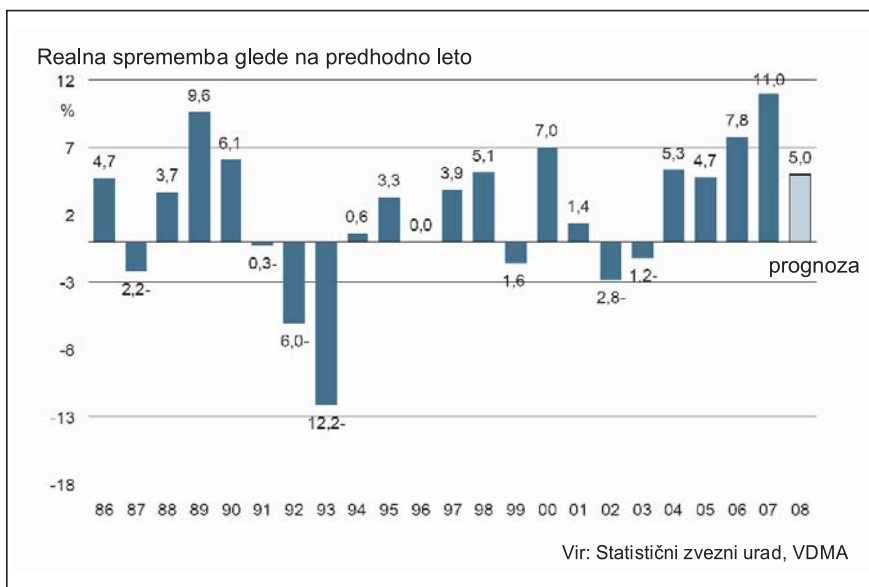
Takšna gibanja seveda povzročajo zelo veliko izkoriščenost vseh razpoložljivih kapacitet. To se že čuti v vsakdanu podjetij. Izkoriščenost se je v zadnjem letu približala 95 % maksimalne izkoriščenosti, kar je za 10 % več kot pred desetimi leti. Ovine, ki se pojavljajo pri proizvodnji, so predvsem razpoložljive kapacitete podjetij – gre za razpoložljivost materiala, delovne sile in strojev, nikakor pa ne naročil (*slika 10*).

Kot je bilo omenjeno na začetku, je situacija pri zaposlovanju na področju strojegradnje v Nemčiji zelo pozitivna, saj je skupaj z zaposlenimi za določen čas prvič preseгла mejo milijon zaposlenih – *slika 11*. Strojegradnja je tako eden največjih delodajalcev v Nemčiji.

Poglejmo še poslovno klimo predelovalne industrije. Poslovna klima



Slika 12. Gibanje domačih naročil in poslovna klima v predelovalni industriji



Slika 13. Gibanja na področju proizvodnje strojev

in indeks pričakovanih vlagateljev in analitikov so se v Nemčiji proti pričakovanjem in napovedim izboljšali. Ekonomisti so sicer v povprečju pričakovali padec na vrednost -45, vendar teh napovedi analitikov na podlagi predhodno prikazanih kazalcev gibanja na področju strojegradnje ni čutiti – slika 12.

In še prognoza. Nemška strojegradnja je podala za leto 2008 optimistično prognozo: +5-odstotno rast v letu 2008. Kot je razvidno s *slike 13*, je od leta 2004 dalje moč zabeležiti nenehno dinamično rast, kakršne je bila industrija nazadnje deležna ob koncu 60. let.

Tako bi lahko zaključili: strojegradnji in z njo ozko povezani fluidni tehniki se obetajo dobri časi. Zaradi vpetosti v evropski prostor in povezanosti z nemško strojegradnjo lahko trdimo, da bomo te pozitivne trende, poslovno klimo in učinke občutili oz. jih že občutimo tudi v Sloveniji. Vsaj v prihodnjem obdobju. To se kaže in potrjuje v tem trenutku v popolni zasedenosti kapacitet nekaterih naših podjetij, ki delujejo na področju fluidne tehnike. Zaostanek je v Sloveniji moč zaznati le na področju delovanja in aktivnosti strokovnega združenja na tem področju.

## Viri

- [1] <http://www.vdma.org/wps/portal/Home/en>
- [2] [www.fluid.vdma.org/](http://www.fluid.vdma.org/)
- [3] <http://www.ifo.de/portal/page/portal/ifoHome>
- [4] <http://www.mobima.uni-karlsruhe.de/288.php>
- [5] <http://fachmedien.net/branche/news--berichte---objekte/vereinigte-fachverlage-launchen-mobile-maschinen.html>

**www.smc.si**

SMC Industrijska avtomatika d.o.o.  
 Mirnska cesta 7, 8210 TREBNJE  
 Tel.: 07 3885 412, Faks: 07 3885 435  
 E-pošta: office@smc.si



# Projektiranje kompaktnih hidravličnih sistemov\*

Denis BOŽIČ, Aleš BIZJAK, Robert JURCA

**Izveček:** Hidravlični sistemi omogočajo prenos velikih moči ob uporabi relativno majhnih sestavin. Ravno ta zgoščenost pa predstavlja eno bistvenih prednosti hidravlike, ki se izkaže v različnih aplikacijah tako na področju mobilne kot tudi industrijske hidravlike.

V prispevku so prikazane metode projektiranja kompaktnih hidravličnih sistemov, ki pa se ne omejujejo le na serijske ali ponavljajoče se proizvode, kjer se nekoliko večji vložek v zasnovo posebnega proizvoda lažje povrne, temveč se izvajajo tudi na posamičnih projektih, ki so zasnovani po posebnih zahtevah. Proces projektiranja je zato podprt s sodobnimi programskimi orodji, ki v precejšnji meri avtomatizirajo tako snovanje hidravličnega sistema kot tudi pripravo dokumentacije in programov za njegovo izdelavo. Tipičen primer je zasnova posebnega hidravličnega krmilnega bloka in njegova izdelava na CNC-obdelovalnem centru.

V nadaljevanju je predstavljenih nekaj konkretnih primerov s področja industrijske in mobilne hidravlike, kjer je bila kompaktna gradnja še posebej zaželena.

**Ključne besede:** hidravlični sistemi, kompaktna gradnja, 3D-modelirniki,

## ■ 1 Uvod

Kontroliran prenos energije na relativno majhnem prostoru je ena bistvenih prednosti hidravličnih sistemov, ki je tudi pripomogla k prodoru hidravlike na najrazličnejša področja njene uporabe. Brez večjega truda lahko poiščemo primere v mobilni tehniki, kot so gradbeni stroji, kmetijska mehanizacija, plovila, cestna in komunalna vozila, kjer hidravlični pogoni omogočajo široko funkcionalnost ob zelo omejenih prostorskih možnostih.

Podobno je na področju stacionarne tehnike, kamor uvrščamo industrijske stroje in razne druge nepremične naprave. Kompaktna zasnova hidravličnih sistemov se izpostavlja tako pri manjših strojih in napravah kot tudi pri večjih strojih in postrojenjih. Željo po

čim boljši izrabi prostora zasledimo praktično v vsakem primeru, poleg tega pa dobra konstrukcijska zasnova hidravličnega sistema ugodno vpliva še na zanesljivost delovanja in enostavnost vzdrževanja.

Mobilni stroji se načeloma izdelujejo v bistveno večjih serijah kot stacionarni, kar vpliva tudi na konstrukcijske pristope pri snovanju hidravličnega sistema. Pri prvih zato večinoma zasledimo posebne sestavine, ki so posebej zasnovane za dano aplikacijo in v večini primerov združujejo več funkcij (*slika 1*).

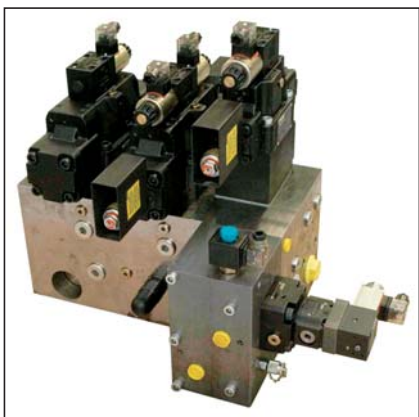


**Slika 1.** Primer posebnega ventila s področja mobilne hidravlike

Hidravlični sistemi s področja industrijske (stacionarne) hidravlike so v največji meri prilagojeni zahtevam točno določenega stroja in se izdelujejo kot individualni projekti, ki se le redko v celoti ponavljajo. Zato se tu večinoma uporabljajo sestavine, ki so na razpolago na tržišču. Izdelati kompakten hidravlični sistem s splošno razpoložljivimi sestavinami pa pomeni izbrati takšne sestavine, ki so za dano aplikacijo z vidika prostorskih zahtev čim bolj optimalne, in jih seveda v tem smislu tudi vgraditi.

V nadaljevanju bo prikazan proces dela podjetja Kladivar pri snovanju hidravličnih sistemov, sestavljenih iz splošno razpoložljivih sestavin, in zagotavljanju kompaktne zasnove tudi pri projektih, kjer se izdeluje manjše število ali celo le en sam proizvod. Izpostavljena bo predvsem kompaktna zasnova krmilnega dela (*slika 2*), torej izbor ventilov in njihove povezave, medtem ko se ostalih sestavin ne bomo lotevali, saj bi posegli v

Denis Božič, inž., mag. Aleš Bizjak, univ. dipl. inž., Robert Jurca, inž., Kladivar Žiri, d. d., Žiri



Slika 2. Primer posebnega krmilnega bloka

metode splošnega konstruiranja (npr. rezervoarjev) ali na področja, ki jih v Kladivarju ne obvladujemo (npr. konstrukcijske spremembe batnih črpalk).

## ■ 2 Projektiranje in izdelava hidravličnega sistema

Pri izdelavi hidravličnih sistemov je znotraj Kladivarja vključenih več procesov (slika 3). Hidravlični sistem



Slika 3. Procesi, vključeni pri izdelavi hidravličnih sistemov

se zasnuje v procesu projektiranja, kjer se projekt oblikuje v tesnem sodelovanju z odjemalcem oziroma z njegovimi zahtevami. Ob naročilu se projekt pripravi za izvedbo oziroma za izpolnitev naročila. Projekt mora upoštevati zmožnosti dobave naba-

vljenih proizvodov ter tehnološke zmožnosti in proizvodnje.

Zmožnost izdelave proizvodov po posebnih zahtevah kupcev je ena pomembnih konkurenčnih prednosti, ki ima zelo velik vpliv tudi pri zagota-



Slika 4. Izdelava na CNC-obdelovalnem centru

vljanju kompaktno zasnovanih hidravličnih sistemov in posebnih krmilnih blokov. Vsak krmilni blok, ne glede na to, ali se izdeluje večja serija ali le posamični kos, je izdelan na CNC-obdelovalnem centru (slika 4), ki zagotavlja ustrezno kakovost izdelave. To pa tudi

pomeni, da mora biti za proizvodnjo pripravljena vsa ustrezna dokumentacija, od tehnične risbe do CNC-programa, ter zagotovljena ustrezna sledljivost. Tovrstna priprava proizvodnje pa zahteva precejšnje angažiranje strokovnega osebja in pri maloserijskih in posamičnih proizvodih predstavlja tudi velik delež stroškov. Zato je v nadaljevanju opisana uporaba ekspertnih programskih sistemov ključnega pomena pri odzivnem in konkurenčnem zagotavljanju kakovostnih kompaktnih hidravličnih sistemov ter krmilnih blokov.

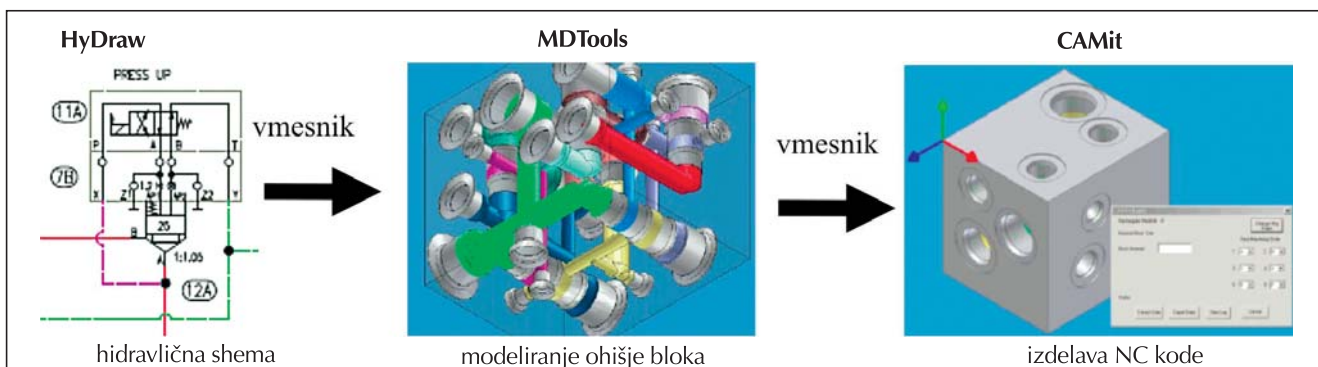
## ■ 3 Programska orodja

V nadaljevanju bodo predstavljena sodobna programska orodja, ki se v Kladivarju uporabljajo za izdelavo kompaktnih hidravličnih sistemov. Od zamisli in zasnove sistema, preko hidravlične sheme in vse do končnega izdelka:

- *Hydraw 410*: je integriran kot dodatek v Microsoft Visio, uporablja se za izdelavo hidravličnih shem sistema,
- *MDTools 910*: je integriran kot dodatek v 3D-modelirnik SolidWorks, uporablja se za modeliranje ohišij blokov hidravličnega sistema,
- *Camit 2.0*: je samostojen program za popolno tehnološko rešitev modeliranega hidravličnega bloka. Skupaj z MasterCAM-om se uporablja za izdelavo NC-kode ohišij blokov.

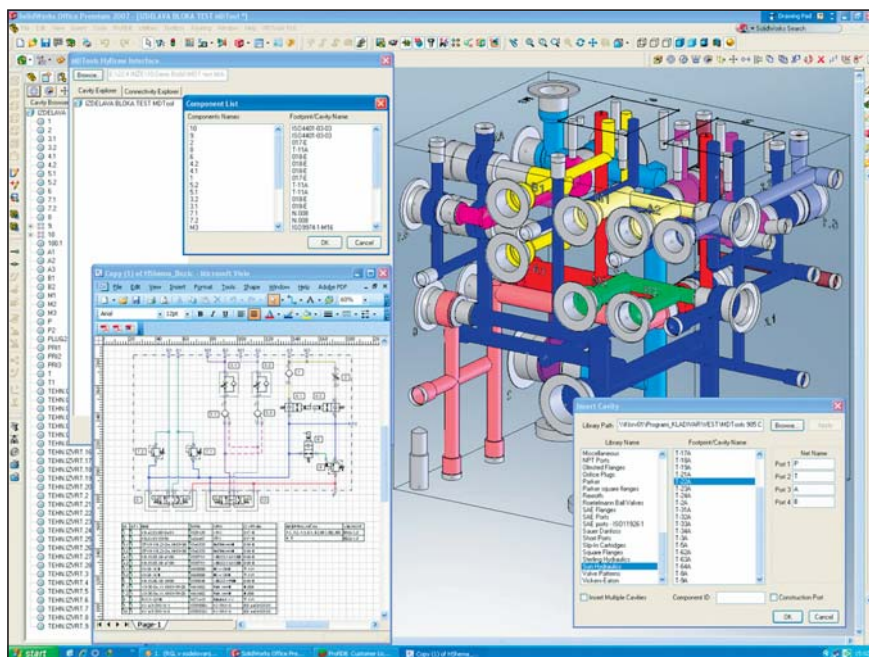
### 3.1 HyDraw 410

Programski paket Hydraw 410 je dodatek (plug in), integriran v Microsoft Visio, ki se uporablja za izdelavo tudi



Slika 5. Potek izdelave kompaktnega hidravličnega sistema (bloka)





Slika 6. Modeliranje bloka z uporabo programa HyDraw 410

najzahtevnejših hidravličnih shem. Zagotavlja nam enostavno izdelavo sheme po sistemu "Pick & Place" in vsebuje obsežno knjižnico t. i. pametnih simbolov za industrijsko in mobilno hidravliko. Povezovanje simbolov je enostavno: preprosto povežemo zahtevano začetno in končno točko na simbolu.

Simboli v knjižnici so izdelani po ISO-standardu. Knjižnica vsebuje že veliko standardnih simbolov in omogoča dodajanje in shranjevanje novih samostojnih in sestavljenih simbolov. Posamezen simbol lahko nosi informacijo za eno ali več sestavin istega tipa (varnostni ventil, priključna plošča, ...) iz informacijskega sistema podjetja. Želena sestavino v shemi tako enostavno izberemo iz ustreznega menija in s tem hkrati vnesemo tudi podatke za kosovnico. Za vsako sestavino posebej: vsebuje njen simbol, tudi podatke o vgrajni oz. tipu izvrtine za hidravlični blok, različne karakteristike (velikost ventila, priključna napetost, ...), priprimo pa lahko tudi kataloški list in vpišemo morebitne ostale interne podatke.

Hydraw omogoča tudi avtomatsko oštevilčenje dodanih sestavin, ročno označevanje vhodnih in izhodnih priključkov bloka, vse to pa se lahko prenese na model bloka in avtomatsko

obnavlja v primeru spremembe, tako da nimamo skrbi glede identičnosti oznak v hidravlični shemi in bloku. Glavne izhodne informacije HyDrawa, ki jih bomo potrebovali v MDTools-u za modeliranje bloka za hidravlični sistem, so torej:

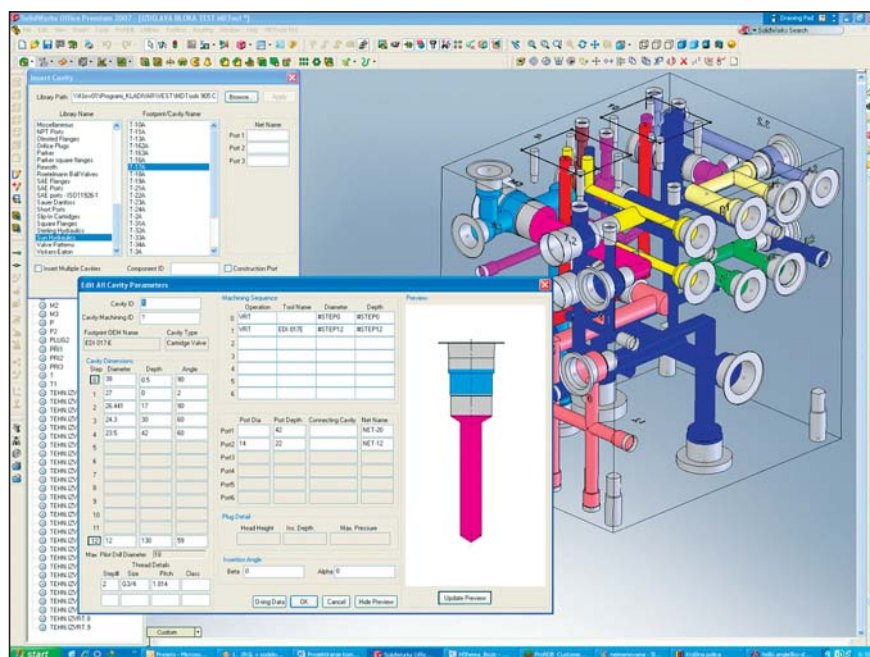
- informacija o vstavljeni sestavini oz. sestavinah v bloku,
- oznake vhodnih, izhodnih in merskih priključkov na bloku,
- avtomatsko procesirane mreže povezav med sestavinami in priključki na bloku, ki se različno obarvajo.

Na sliki 6 je prikazan primer hidravličnega bloka, modeliranega z uporabo hidravlične sheme, izdelane v programu HyDraw.

### 3.2 MDTools 910

MDTools 910 se uporablja za 3D-parametrično modeliranje ohišij blokov. Je »Plug-in« dodatek v okolju 3D-modelirnika SolidWorks. Omogoča hitro in enostavno modeliranje hidravličnega bloka z uporabo vseh informacij o sestavinah in mreži povezav med posameznimi sestavinami v hidravlični shemi iz prej navedenega programa Hydraw 410.

V fazi modeliranja lahko med glavne informacije o sestavinah štejemo logično, hidravlično in tehnološko knjižnico vgrajnih izvrtin (slika 7), tako da dodane izvrtine na bloku dejansko niso samo skupek geometrije, ampak med sabo povezana celota, nadzorovana vsak trenutek modeliranja. Velika knjižnica izvrtin, ki je razdeljena po posameznih proizvajalcih, je že dodana v osnovni program, lahko pa izvrtine sami izdelamo s posebnim samostojno delujočim modulom in dodajamo v svoje knjižnice. Dodatna informacija v fazi modeliranja je definicija hidravličnih mrež, procesirana v hidravlični shemi v programu HyDraw. Obarvane hidravlične mreže so lepo



Slika 7. Prikaz informacij vgradne izvrtine sestavine

vidne na slikah. Ta informacija je ključnega pomena pri povezavah med sestavinami v hidravličnem bloku.

Vsaka povezava med sestavinami, pa naj si bo narejena neposredno med sestavinami ali pa z dodatnimi tehnološkimi izvrtinami, se takoj avtomatsko obarva v vnaprej definirano barvo posamezne mreže. Barvno označene izvrtine in barvno označene povezave in mreže med njimi omogočajo boljšo preglednost. Tako sledimo pravi povezavi in imamo takojšnjo vizualno kontrolo. S tem precej zmanjšamo možnost napak oziroma nepravilnih povezav med sestavinami.

Izvrtine na hidravličnem bloku enostavno dodajamo na želena ploskev bloka. Dodane izvrtine je mogoče enostavno premikati, kopirati ali menjati med seboj po ploskvah bloka. Izvrtine, tudi tehnološke, lahko dodajamo na blok tudi pod kotom. Dimenzije in material bloka določamo ročno ali pa ga izberemo iz domače knjižnice glede na standardno zalogo. Blok je v fazi modeliranja mogoče kadarkoli povečati ali zmanjšati na poljubni koordinatni strani (slika 8).

Program MDTools nam omogoča zelo hitro izdelavo 2D-tehnične do-

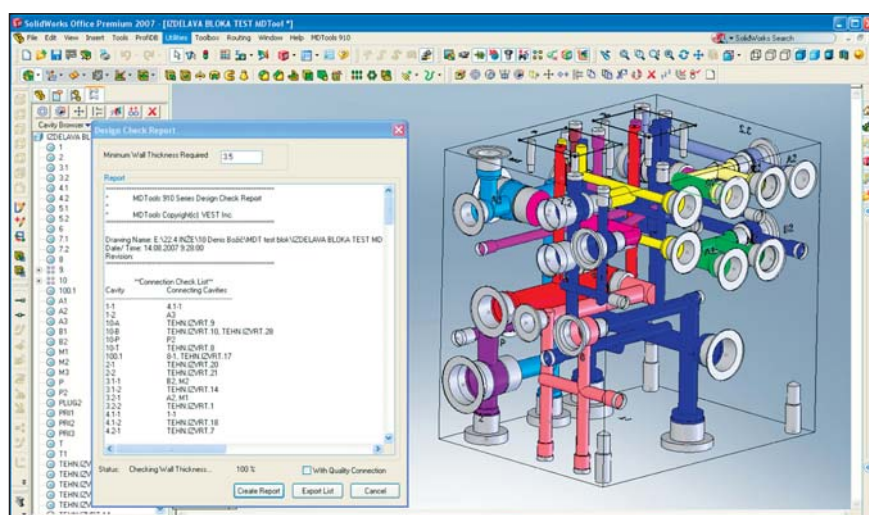
kumentacije. Ko določimo merilo in velikost papirja, vnesemo blok v risbo. Izvedemo lahko samodejno kotiranje bloka, začnemo s procesiranjem tabele izvrtin z vsemi potrebnimi podatki in parametri. Ko risbo opremimo še s potrebnimi internimi navodili in opombami, je tehnična dokumentacija končana.

Med procesom modeliranja hidravličnega bloka lahko z uporabo različnih poročil modeliranje kontroliramo, najbolj obsežen je t. i. Design Report [2]. V tem poročilu so podana odstopanja in informacije o:

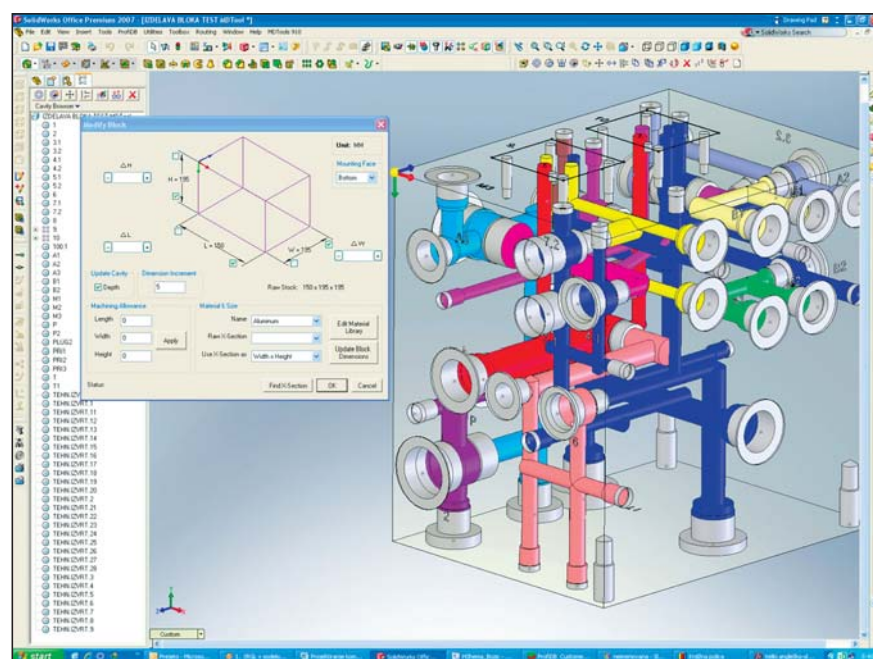
– stanju povezav v hidravlični mreži

- izpiše križanja napačnih izvrtin oz. hidravličnih mrež v bloku;
- celotni mreži povezav med sestavinami in priključki;
- debelini materiala – izpiše vsa kritična mesta, kjer je debelina materiala med izvrtinami ali med izvrtinami in zunanji ploskvami pod želeno mejo;
- nepovezani mreži v bloku – izpiše slepe, nepovezane povezave mrež v hidravličnem bloku.

Zelo močno dodatno orodje v MDTools-u, ki nam prihrani veliko časa pri risanju sestava hidravličnega sistema, je možnost avtomatične izdelave sestava hidravličnega blo-



Slika 9. Prikaz poročila "Design Report"

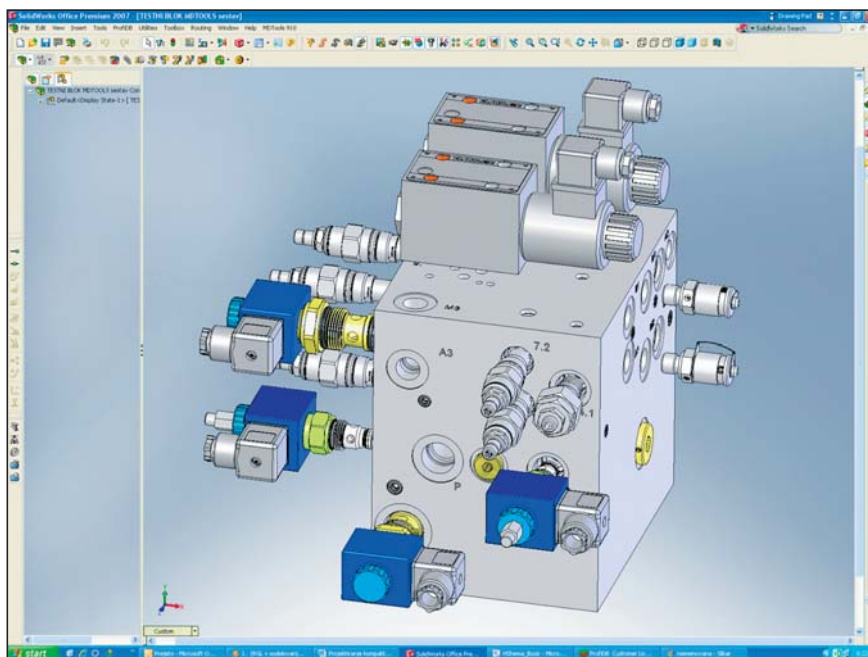


Slika 8. Spreminjanje dimenzij hidravličnega bloka

ka s samo nekaj kliki na miško, to je t. i. vmesnik »Assembly interface« [2] (slika 10). Z njim v opciji modeliranja sestava izvrtinam na bloku določimo ustrezne 3D-sestavine (ventile) iz domače knjižnice. Glede na definirane geometrijske relacije na izvrtini in sestavini se samodejno opravi poravnavanje med njima po vseh treh prostorskih oseh.

Ob zaključku procesa modeliranja zmodelirani blok prenesemo v ustrezno obliko datotečnega zapisa .xml, ki jo lahko sprejme program za tehnološko obdelavo Camit. Tako smo z enim klikom miške opravili prenos informacij v Camit in zagotovili ustrezno obdelavo hidravličnega bloka še s tehnološke strani.



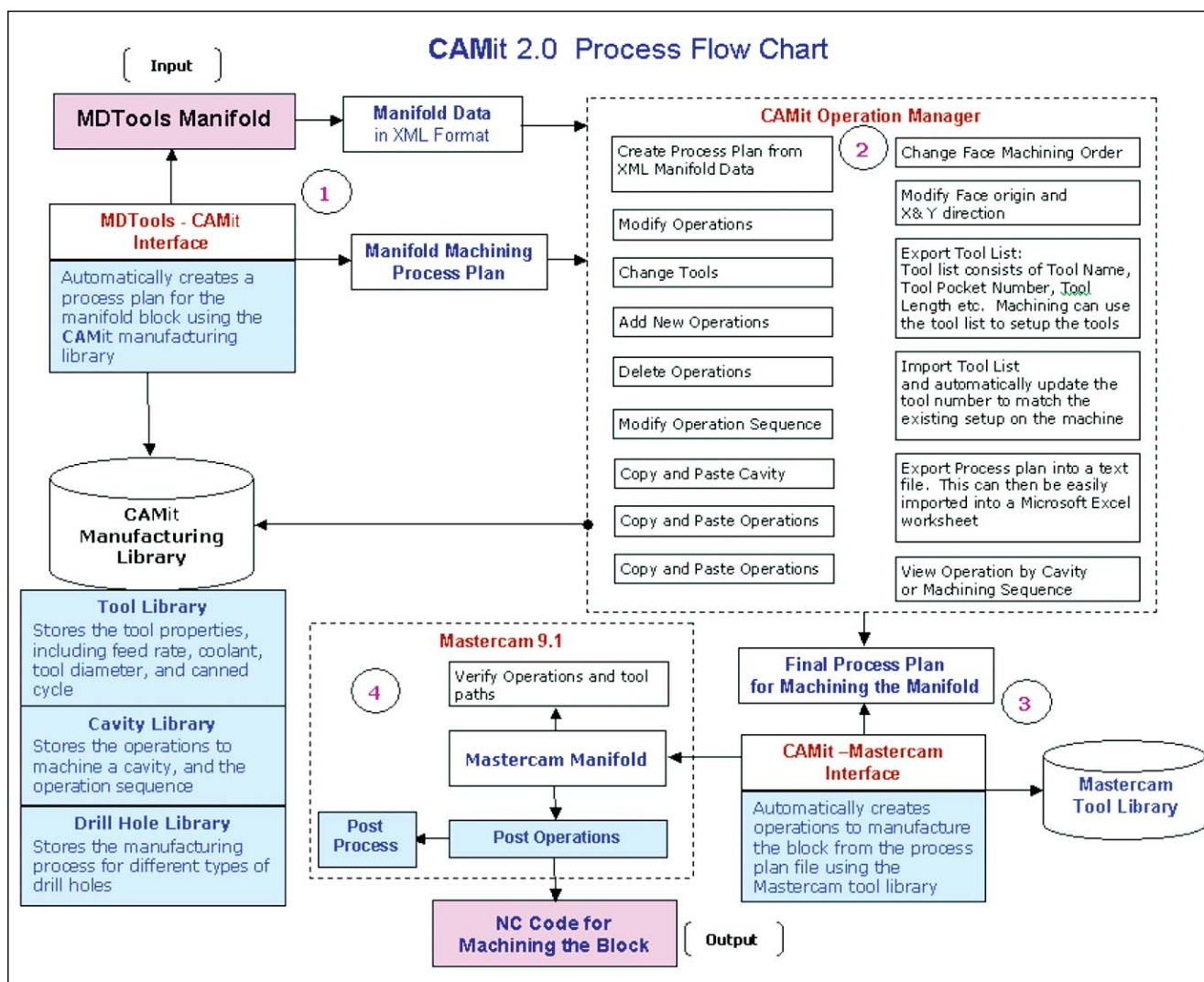


Slika 10. Primer izdelave sestava hidravličnega bloka v »Assembly interface«

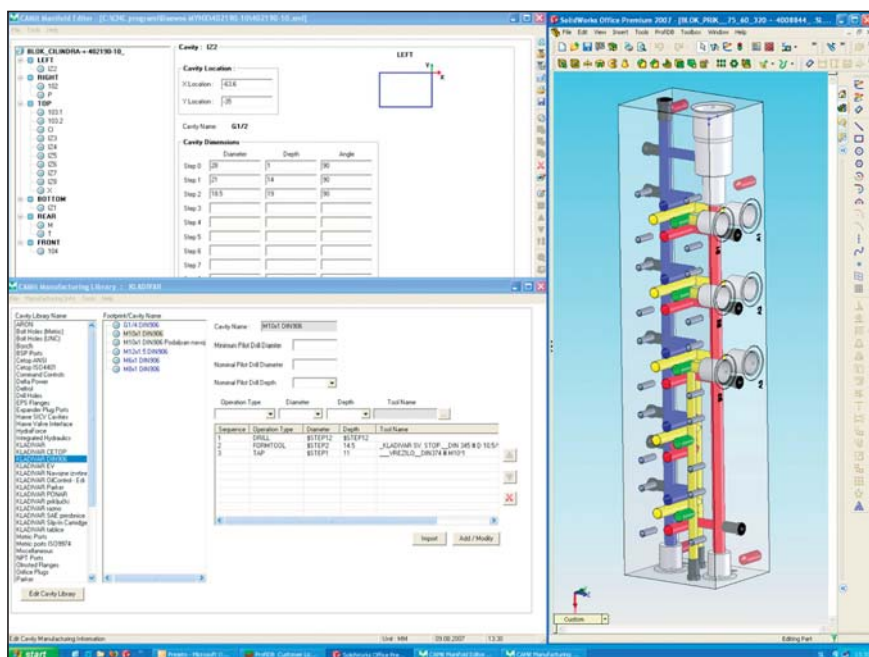
### 3.2 Camit 2.0

Camit 2.0 je programsko orodje za tehnološko obdelavo hidravličnega bloka, v povezavi s programom MasterCam pa lahko avtomatsko izdelamo NC-kodo (slika 11).

Camit pridobi vse potrebne informacije iz ene same datoteke, zapisa .xml, ki smo ga ustvarili v programu MDTools. V Camitu tehnolog ustvari vrstni red tehnološke obdelave posameznih ploskev bloka in določi koordinatna izhodišča za ploskve bloka. Pregleda oz. dopolni ali spremeni posamezne tehnološke operacije na izvrtinah posameznih sestavin. Tako si tehnolog lahko sproti ustvari tehnološko bazo z vsemi potrebnimi podatki orodja (premer, dolžina, obrati, podajanje, ...) za posamezno izvrtino.



Slika 11. CAMit procesni diagram [3]

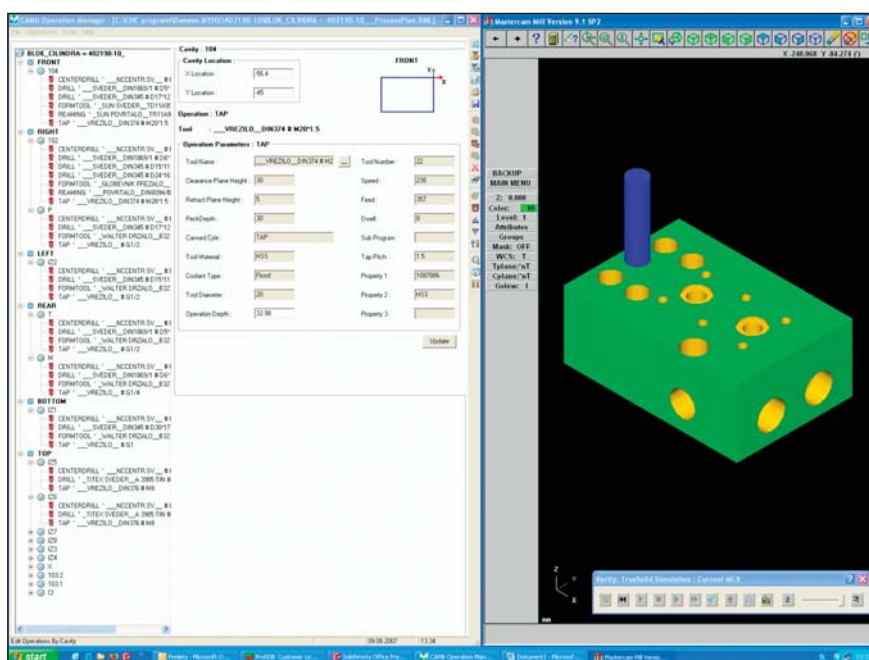


Slika 12. Tehnološka obdelava hidravličnega bloka v Camitu

Po obdelavi tehnolog izdelava procesni načrt, ravno tako v obliki datoteke tipa .xml, ki se izvozi v program Master-Cam. V MasterCamu se opravi kontrola oz. simulacija vseh tehnoloških operacij na hidravličnem bloku in po uspešnem pregledu postprocesira NC-koda za konkretne CNC-obdelovalne stroje. Ravno tako se lahko, po izbiri v meniju, postprocesirajo podatki v obliki datoteke tipa .csv, v katerem so zajeti podatki o časih izdelave posameznih tehnoloških operacij, potrebnih za kalkulacijo cene, in podatki orodne liste za hidravlični blok.

### 4 Primeri izdelav hidravličnih sistemov

Na slikah 14 in 15 so prikazani primeri tako zasnovanih kompaktnih hidravličnih sistemov.



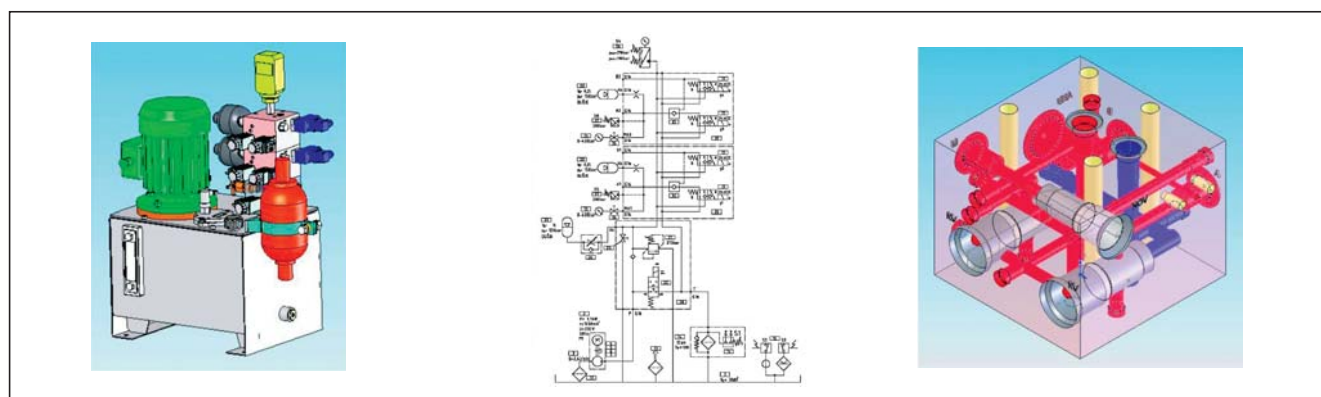
Slika 13. Simulacija strojne obdelave v MasterCamu

Na sliki 14 je prikazan kompaktni hidravlični sistem, njegova hidravlična shema, izdelana v HyDrawu, in pripadajoč hidravlični blok, izdelan v MDToolsu. Blok vsebuje vse povezave in omogoča vgradnjo različnih sestavin na majhnem prostoru. Tu so uporabljeni patronski ventili.

Na sliki 15 so prikazani trije primeri kompaktnih hidravličnih blokov, ki delujejo kot podsestav različnih hidravličnih sistemov.

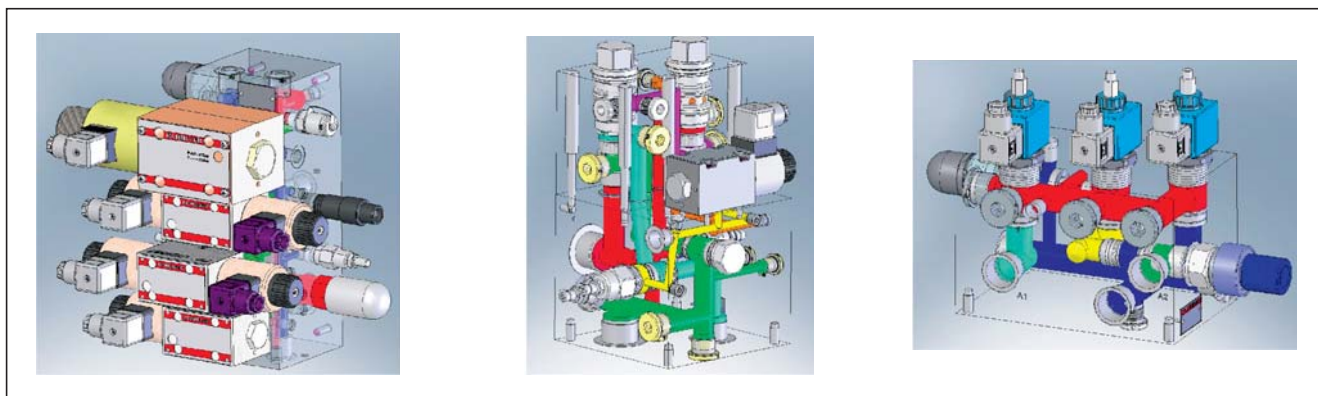
### 5 Zaključek

Z uporabo opisanih programskih orodij smo vsekakor povečali konkurenčnost našega podjetja. Čas modeliranja hidravličnega bloka je sedaj precej krajši, s tem pa smo tudi povečali produktivnost tako proizvo-



Slika 14. Primer kompaktnega hidravličnega sistema





Slika 15. Primeri kompaktnih hidravličnih blokov

dnje kot tudi strokovnega osebja, ki sodeluje v pripravi dokumentacije. S povezavo omenjenih orodij je že v fazi predkalkulacije možno enostavno izračunati predvideni čas izdelave bloka in s tem zagotoviti hitre in točne podatke za stroškovno ovrednotenje obravnavanega hidravličnega sistema. Zmanjšali smo možnosti napak tako znotraj procesa projektiranja kot tudi znotraj procesov poteka in izpolnjevanja naročila. Tu smo predvsem zmanjšali vpliv človeškega

faktorja. Pričakujemo tudi, da bodo tu opisani sodobni pristopi pri snovanju proizvodov bistveno pripomogli k nadaljnjemu zagotavljanju zadovoljstva naših odjemalcev.

### Literatura

- [1] Vest, Inc. 2004–2005: Hydraw V410 User manual: R2-051101.
- [2] Vest, Inc. 2006: MDTools 910 User manual.
- [3] Vest, Inc. 2006: Camit 2.0 User

manual: R1-060902.

- [4] Mastercam 2003: Mastercam Version 9 Mill/Design Tutorial
- [5] P. Drexler, H. Faatz 1988: Projektovanje i konstrukcija hidravličkih postrojenja – Mannesmann Rexroth GmbH
- [6] W. Gotz 1997: Hydraulik in Theorie und Praxis – Bosch

\* Prispevek je bil objavljen na konferenci Fluidna tehnika 2007 v Mariboru

## Designing compact hydraulic systems

**Abstract:** A hydraulic system can produce large power transfers by using relatively small hydraulic components and parts. This is one of the major reasons for using hydraulic systems and leads to a wide range of different applications, for example, in mobile hydraulics and in industrial hydraulics. In this article we will present modern methods for designing compact hydraulic systems, not only for serial manufacture, where you can expect lower design costs, but also for hydraulic systems with special customer specifications and unique projects. The whole process of designing and constructing these compact hydraulic systems is supported by modern 3D software tools, which provides the designer with more help in the sense of more automation in the design cycle, from the planning, through the technical documentations, and on to the tool list for the finished CNC machine. At the end of article there are some concrete examples from industrial hydraulics and mobile hydraulics, where a compact structure is required.

**Keywords:** hydraulic system, compact hydraulic block, hydraulic scheme, compact design, 3D software

nadaljevanje s strani 236

### ■ ISGATEC Dichten - Kleben - Elastomer - Messe & Kongress 2008 (Sejem in kongres o tesnjenju, lepljenju in elastomerih)

21.–23. 10. 2008  
Nürnberg, ZRN

Organizator:  
– Mesago Messe Frankfurt GmbH

Tematika:  
– Izdelovalni in predelovalni stroji  
– Dozirne in mešalne naprave  
– Dinamično tesnjenje  
– Elastomerni deli in profili

nadaljevanje na strani 283



01.-03.10.2008  
CELJE, SLOVENIJA

Mednarodni  
strokovni sejem  
za profesionalno  
elektroniko

International  
Trade Fair  
for professional  
electronic

**iCm**

PASSION FOR PERFECTION

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

e-mail: [intronika@icm.si](mailto:intronika@icm.si)



# MOTOMAN robotec d.o.o.

Podjetje za trženje, projektiranje ter gradnjo industrijskih robotskih in fleksibilnih sistemov



## VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

MOTOMAN ROBOTEC s proizvodnjo 18.000 robotov letno nudi široko paleto implementacij robotov v različna tehnološka okolja

- .varjenja (MIG/MAG, uporovno, TIG)
- .rezanja (laser, plazma, vodni curek)
- .brušenja oz. površinske obdelave
- .strege (CNC obdelovalnih strojev, stružnic)
- .tlačni liv
- .čiščenja odlitkov oz. pobiranja srha
- .montaže
- .paletiranja

Naša strokovna ekipa vam nudi celovito rešitev od idejne izvedbe projekta do zagona, usposabljanja in servisiranja.



Naslov: Lepovče 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA  
Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350  
Telefax: + 386 (0)1 83 61 243 / [www.motomanrobotec.si](http://www.motomanrobotec.si)  
E-mail: [info@motomanrobotec.si](mailto:info@motomanrobotec.si)



## Protikorozijska zaščita hidravličnih vodov

Hidravlični kovinski vodi se pogosto uporabljajo v korozivnih okoljih, ki lahko odločujoče vplivajo na njihovo trdnost. Brez ustrezne protikorozijske zaščite zato njihove popolne funkcionalnosti ni mogoče zagotoviti. Največkrat se, tako pri hidravličnih kot pri pnevmatičnih napravah, uporabljajo hladno vlečene jeklene cevi po standardu DIN EN 10 305-4.

Takšne cevi se uporabljajo tudi pri gradbenih in kmetijskih strojih, v rudarstvu in kemijski procesni industriji, kjer so izpostavljene zelo grobim delovnim okoljem. Brez posebne površinske zaščite jeklo takoj reagira z okoljem in je izpostavljeno galvanski koroziji.

Navadna zaščita takšnih cevi je površinska prevleka s cinkom. Zaščita se lahko izvede npr. z galvaniziranjem, navadno s prevleko debeline 8 do 12  $\mu\text{m}$ , včasih tudi do 15  $\mu\text{m}$ . Cinkova prevleka dejansko opravlja dve nalogi: preprečuje neposreden stik jeklene površine z okoljem, sočasno pa deluje tudi kot žrtvovana anoda, ki korodira, preden agresivna sredstva iz okolja prodrejo do jekla. Seveda lahko korodira do osnovnega materiala. Zato se plast cinka navadno dodatno zaščiti. Na voljo sta dve vrsti takšne zaščite: ali s kovinsko plastjo, ki vsebuje krom Cr(VI), ta način imenujemo tudi kromatiranje in daje rumeno ali olivnozeleno površino, ali s kovinsko plastjo brez kroma Cr(VI), način, ki ga imenujemo pasiviziranje, z značilno srebrno, modro ali črno površino. Debelina te plasti je okoli 0,5  $\mu\text{m}$  in zagotavlja odlično dodatno

zaščito. Včasih se aplicira še tretja tesnilna plast površine.

Seveda te zaščitne plasti nimajo neomejenega trajanja. Mehanske obremenitve, posebno krivljenje cevi, lahko poškodujejo zunanjo kromatirano oziroma pasivizirano plast. Mestoma tako lahko pride do korozije cinka, ki se pojavlja v obliki bele rje ali bele praškaste obloge. Čeprav je bela korozija indikacija, da je zaščita načeta, to

*Protikorozijska odpornost tlačnih cevi do pojava bele rje pri uveljavljenih postopkih zaščite*

Način zaščite	Vsebnost Cr(VI) [ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ]	Odpornost do bele rje
rumeno kromatiranje	5–20	> 120 h
olivnozeleno kromatiranje	10–40	> 140 h
modro pasiviziranje	< 0,02	> 24 h
visokokakovostno pasiviziranje	< 0,02	> 200 h

še ne pomeni, da je cev poškodovana. Pri dodatnem širjenju korozije, tudi na najmanjših delih površine, pa potem lahko pride do reakcije z okoliškim kisikom ali vodo in do pojava rje na osnovnem materialu. Popolna funkcionalnost cevi je s tem ogrožena.

Preverjanje ustreznosti površinske zaščite se opravlja s slano kopeljo po standardu DIN EN ISO 9227. Preskušanece se izpostavi standardni slani kopeli in ob segrevanju se meri čas do prvega pojava bele oz. rdeče rje. Rezultati takšnih preskusov ne omogočajo točne ocene časa zdržljivosti zaščite, vseeno pa zagotavljajo zanesljiv način za primerjalno preskušanje različnih vrst zaščite.

### Dve vrsti kroma

Obstaja pomembna razlika med zaščito s kromatiranjem in pasiviziranjem. Kromatirana plast zaščite vsebuje strupeni heksavalentni krom Cr(VI), pasivizirana plast pa le trivalentni krom Cr(III), ki ni strupen. Po evropski direktivi iz julija 2007 je na vozilih prepovedana uporaba strupenih substanc, kot so heksavalentni krom Cr(VI), svinec, živo srebro in

kadmij. Pomembni izdelovalci takšnih cevi, med njimi tudi poznani nemški *Mannesmann Präzisionsrohr*, zato izdelujejo le še pasivizirane cevi brez nevarnega kroma Cr(VI).

Opravljeni so bili primerjalni preskusi v slani kopeli (glej preglednico), ki so pokazali, da je visoko kvaliteten pasiviziranje lahko tudi najbolj uspešna sodobna protikorozijska zaščita, čeprav zaenkrat še ni standardizirana.

Več informacij na spletni strani:  
[www.mhptubes.de](http://www.mhptubes.de)

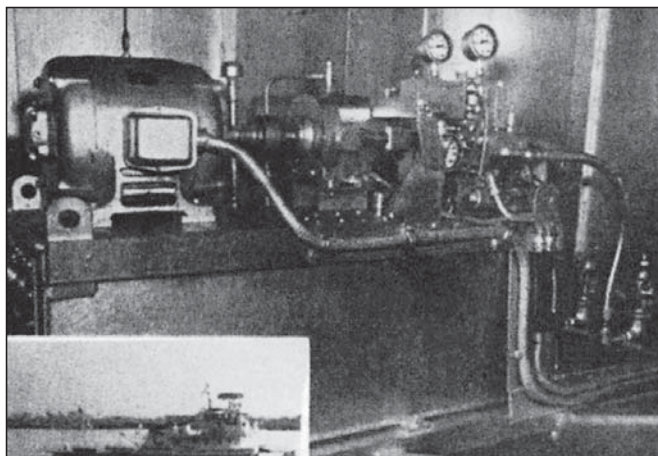
*Po H & P 61(2008)2 – str. 17  
pripravil A. Stušek*



## Hidravlično krmiljenje že 50 let uveljavljeno tudi na rečnih ladjah

Elektrohidravlično krmiljenje rečnega vlačilca *Cypress* je že pred petdesetimi leti omogočalo veliko možnosti manevriranja. Tako je takrat poročala revija *Hydraulics & Pneumatics* v rubriki Uporaba hidravlike. Krmilni stroj je zagotavljal odklon krmila iz ene v drugo skrajno lego s skupnim kotom 80° v dobrih 10 sekundah. Tudi pri vzratni plovi s hitrostjo 9 vozlov so bila krmila lahko prekrmljena v enakem imenskem času.

Elektrohidravlična sistema za glavno in bočno krmilo sta neodvisna. Vsakega od sistemov napaja elektromotorna črpalka z močjo 11 kW. Krmila poganjajo dvosmerni hidravlični valji. Vsako krmilo ima vgrajen indikator odklona s ponavljalnikom na poveljniškem mostu. Bočna krmila imajo neodvisni krmilni sistem, ki ni povezan z glavnim avtomatskim



*Hidravlični agregat elektrohidravličnega krmilnega sistema rečnega vlačilca Cypress*

krmilnim sistemom. Pri vzratni plovi omogočajo izrabo propelerskega toka za izboljšanje sposobnosti manevriranja.

Vgrajene so črpalke s spreminjanjem iztisnine – variabilnim tokom dobave – in takrat nova izvedba elektrohidravličnih servovenilov. Hidravlični agregat za bočna krmila pa se lahko uporabi tudi kot pomožni agregat za glavna krmila. S pomočjo elektromagnetno vkrmljenih ventilov se prekrmljenje lahko opravlja s poveljniškega mostu.

*Po H & P 61(2008)4 – str. 18  
A. Stušek*



# DOMEL®

*Ustvarjamo gibanje*

DOMEL d.d. Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija  
T: +386 (0)4 51 17 358; F: +386 (0)4 51 17 357;  
E: info@domel.com; I: www.domel.com

## Rexroth Bosch Group

Zastopamo in prodajamo proizvode podjetja **Bosch Rexroth** s področja servo pogonov in krmilne tehnike.

Nudimo:

- servo pogone
- krmilnike
- SPS IndraLogic sisteme
- avtomatizirane sisteme
- varnostno tehniko
- servis in pomoč pri zagonu





# Pozicioniranje s servoregulatorjem IndraDrive

Matjaž ŠOLAR

V industrijskih primerih uporabe, kjer se zahtevata natančno pozicioniranje servomotorjev in visoka dinamika, je mogoče uspešno uporabiti servoregulator IndraDrive in krmilnik Simatic S7. Pri tem pa poteka komunikacija med servoregulatorjem in krmilnikom po vodilu ProfiBusDP.

V nadaljevanju je podan potek programiranja za izbran primer.

## Konfiguracija krmilnika Simatic S7

Da bo omogočena komunikacija med servoregulatorjem in krmilnikom, je potrebno nastaviti število podatkov, ki se bodo prenašali preko vodila ProfiBusDP. Kateri parametri

Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address
1	0	ParamCh not used 1		
2	0	F-Modul not used		
3	214	Input 7 Words 3,6	282...295	
4	228	Output 5 Words 4,7		258...267
5				

Slika 1. Konfiguracija krmilnika

```

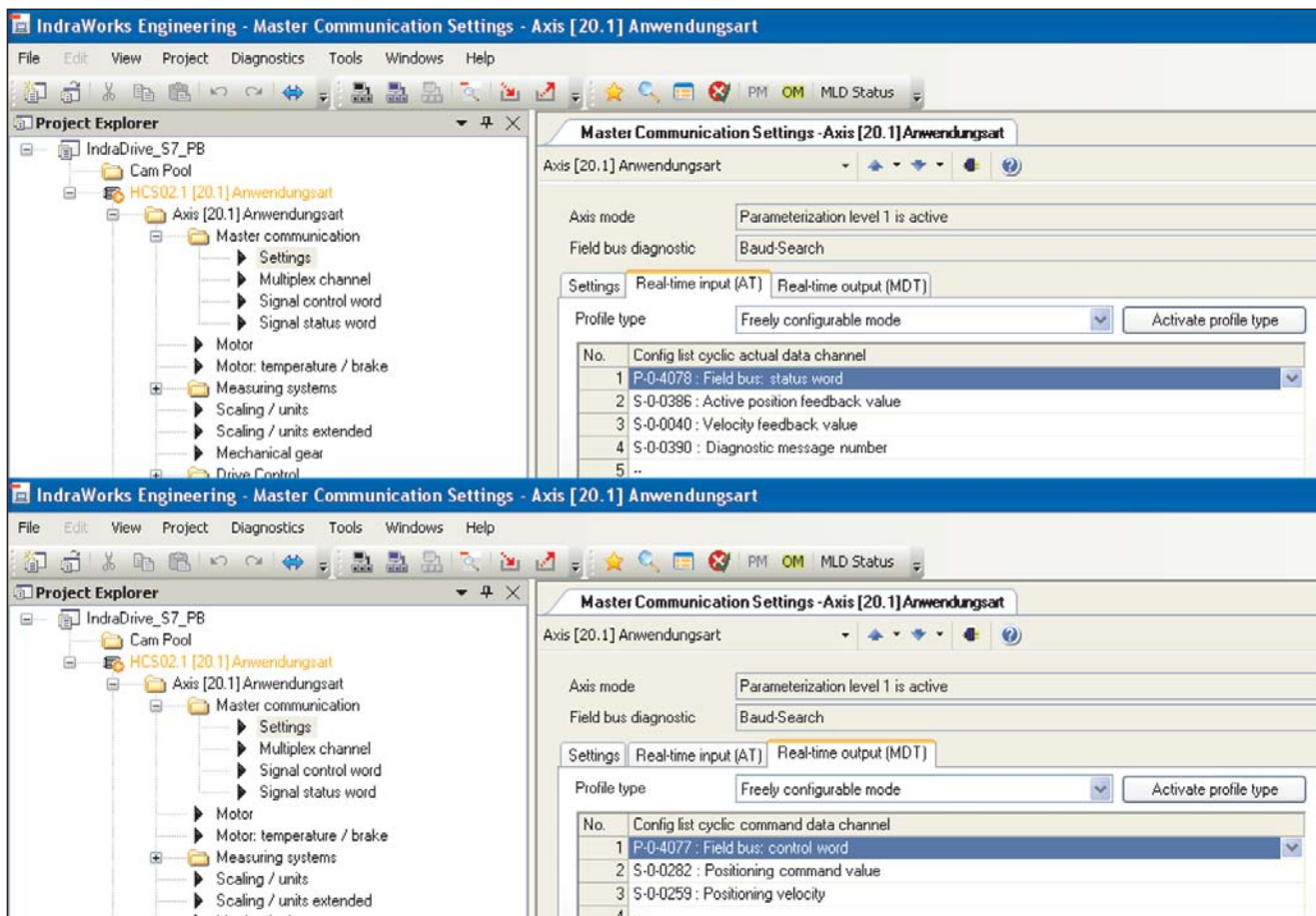
Network 1: Title:
Comment:

CALL "DPRD_DAT"           //Klicanje bloka SFC14 za sprejemanje
LADDR :=W#16#14           //Profibus naslov hex
RET_VAL:=MW100            //Startna lokacija v hex
RECORD :=P#M 100.0 BYTE 14 //Število bytov

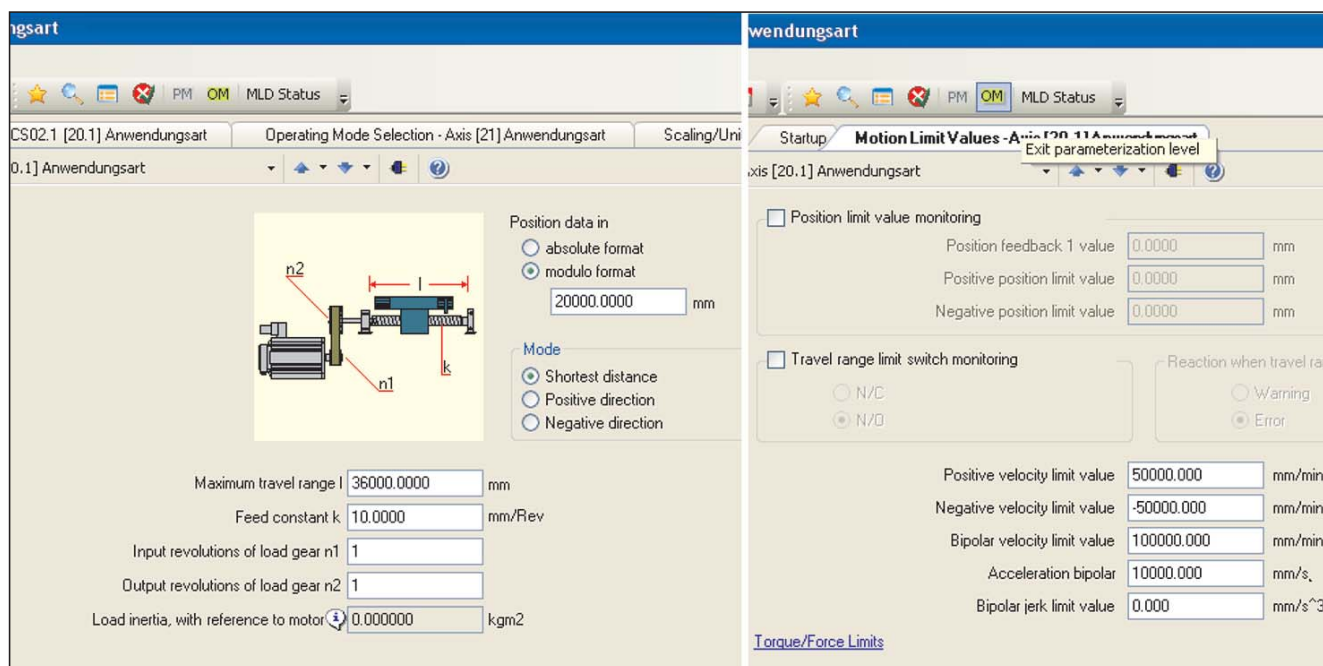
CALL "DPWR_DAT"           //Klicanje bloka SFC15 za pošiljanje
LADDR :=W#16#14           //Profibus naslov hex
RECORD :=P#M 100.0 BYTE 10 //Število bytov
RET_VAL:=MW100            //Startna lokacija v hex

```

Slika 2. Simatic ST program



Slika 3. Nastavitev komunikacije



Slika 4. Nastavitev mehanskih parametrov in omejitev

se bodo prenašali med krmilnikom in servoregulatorjem, pa je odvisno od primera uporabe.

Za osvetlitev poteka nastavitve so izbrani naslednji krmilni parametri za servoregulator.

Izbrani parametri stanja:

- P-0-4078 Fieldbus: status word (vodilo, statusna beseda),
- S-0-0386 Active position feedback value (aktivna povratna vrednost pozicije),
- S-0-0040 Velocity feedback value (povratna vrednost hitrosti),
- S-0-0390 Diagnostic message number (številka sporočila).

Skupna dolžina statusnih parametrov je 7 besed (word), zato izberemo iz knjižnice »Input 7 words«:

- P-0-4077 Fieldbus: control word (vodilo, krmilna beseda),
- S-0-0282 Positioning command value (ukazne vrednosti za gibanje),

- S-0-0259 Positioning velocity (vrednosti za hitrosti gibanja).

Skupna dolžina krmilnih parametrov je 5 besed (word), zato izberemo iz knjižnice »Output 5 words«.

Servoregulator zahteva, da mora biti konfiguracija narejena v določeni strukturi, kar je razvidno s *slike 1*. To strukturo sestavimo iz knjižnice, ki je v GSD-datoteki RX010107.GSD.

S tem je strojna konfiguracija narejena. Da pa bo krmilnik komuniciral s servoregulatorjem, je potreben še naslednji program s *slike 2*, ki ga je potrebno ciklično klicati.

#### Konfiguracija servoregulatorja IndraDrive

Najprej je potrebno nastaviti, katere parametre bo regulator sprejemal in katere oddajal. To nastavimo v

programu IndraWorks Engineering v oknu, ki ga prikazuje *slika 3*.

Komunikacija bi sedaj morala delovati. Nastaviti je potrebno le še način delovanja in hitrostne omejitve. V tej aplikaciji je način delovanja linearen v modulu formatu 20.000 mm, kar pomeni da se motor lahko giblje v poziciji od 0 mm do 20.000 mm. Hitrostna omejitev pa je 50.000 mm/min., kar prikazuje *slika 4*.

To je kratek opis nastavitve, ki so potrebne za delovanje komunikacije med servoregulatorjem IndraDrive in Simatic S7. Če bi želeli preko vodila ProfiBus prenašati dodatne parametre, je potrebno prilagoditi dolžino besed v konfiguraciji krmilnika (*slika1*) in te parametre tudi vpisati v regulator (*slika 3*).

Matjaž Šolar, Domel, d. d., Železniki

Odprti dnevi  
07.07.-11.07.  
04.08.-08.08

VABLJENI!!

svet  
ELEKTRONIKE  
prijava in informacije  
stik@svet-el.si / 01 549 14 00

Tečaj  
programiranja  
mikrokontrolerjev



## Predstavitev laserske merilne opreme KTEK

Predstavitev programa laserske merilne opreme ameriškega proizvajalca merilnikov nivoja in pretoka **KTEK**, katerega zastopnik za Slovenijo je podjetje HPE, d. o. o., je potekala v sejni sobi v okviru sejma *Energetika, Terotech – vzdrževanje ter Varjenje in rezanje* v Celju 16. 5. 2008. Merilno opremo je predstavil *Stefan Backeljauw*, vodja izobraževanja KTEK za Evropo.

Predstavljeni so bili izdelki za merjenje nivoja materialov, masnega in volumskega pretoka na transportnih trakovih in merilnik volumna materiala v silosih ali odprtih deponijah.

### Klasični laserski merilnik

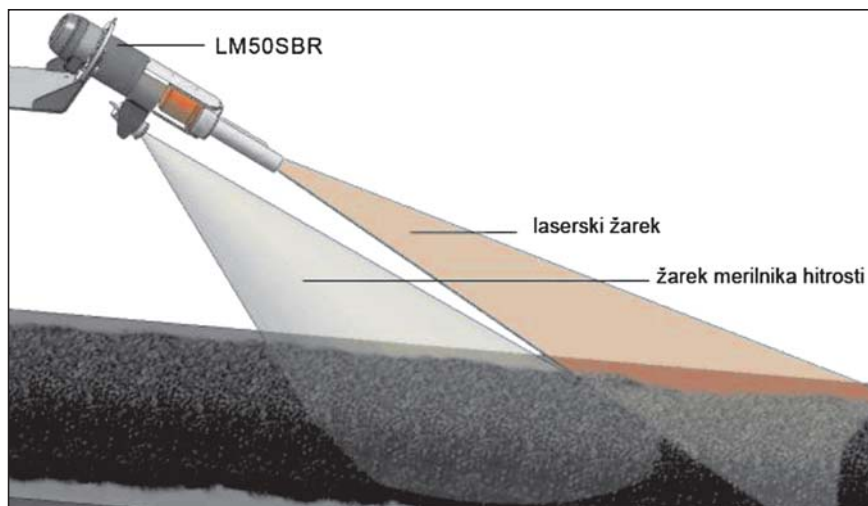
V uvodnem delu je bil predstavljen klasični merilnik nivoja oziroma merilnik oddaljenosti odbojnega elementa. V navpični montaži ga je mogoče uporabljati za običajno merjenje nivoja v silosih, bazenih, jaških in ostalih aplikacijah, kjer je nivo pomemben. V vodoravni montaži pa je lahko uporaben kot merilnik razdalje.



Klasični laserski merilnik

### 2D-laserski merilnik

Kot prva revolucionarna novost na trgu laserskih merilnih naprav je



Merjenje volumskega pretoka na tekočem traku

bil predstavljen 2D-laserski merilnik volumskega pretoka na tekočih trakovih.

Naprava je sestavljena iz laserskega merilnika profila materiala na tekočem traku in radarskega merilnika hitrosti premikanja traku.

Kombiniranje obeh meritev omogoča kontinuirano merjenje volumskega pretoka materiala. Njegova glavna prednost pred masnimi tehtnicami je predvsem nedovzetnost za tresljaje. Njegov pogrešek je  $\pm 1,5\%$ , vendar se v praksi izkaže za boljši instrument prav zaradi zgoraj omenjene prednosti.

### 3D-laserski merilnik

Merilnik je namenjen uporabi v silosih, bunkerjih ali odprtih deponijah materiala.

Princip delovanja temelji na določanju razdalje od izhodišča, kjer je montiran merilnik, do sten oziroma vnaprej določenih mej prostora skladiščenja. To mu omogoča vrtljiva glava, ki se lahko premika pod kotom  $360^\circ$  v horizontalni in  $90^\circ$  v vertikalni smeri.

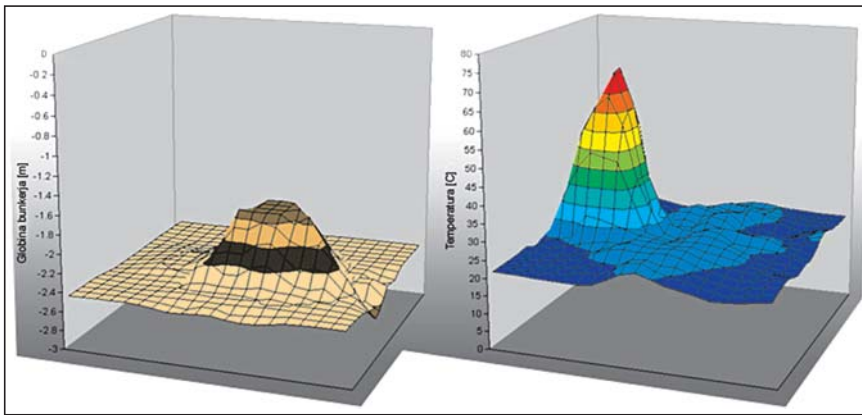
V prvi fazi merilnik določi 3D-obliko prostora pod njim in jo shrani kot referenco. Pri morebitnem kopičenju

materiala merilnik še enkrat premeri prostor in primerja prvotno sliko z novo nastalo.

Tako lahko zelo natančno določi povečanje prostornine materiala oziroma zmanjšanje prostornine skladiščenega prostora.



3D-laserski merilnik



Rezultat merjenja 3D-oblike skladiščnega prostora

## 4D-merilnik

Za konec je bil predstavljen tudi 4D-merilnik. Ta je 3D-izvedba laserskega merilnika z dodano možnostjo merjenja temperature skladiščnega materiala.

Vir: HPE, d. o. o., Dolenjska cesta 83, 1000 Ljubljana, tel.: 01 563 13 52, faks: 01 563 13 51, info@hpe.si, www.hpe.si, g. Sebastjan Teržan

**HPE**  
HPE d.o.o., Ljubljana

T: 01-5631-352  
E: info@hpe.si  
I: www.HPE.si

Certified ISO 9001 - 2000 by **BVQI**

**K-TEK**  
The Direction Level Detector

**IR Ingersoll Rand**

**Gemini**  
Gemini Data Loggers (UK) Ltd.

**FCL FLUID COMPONENTS INTL.**

- Strokovna pomoč pri iskanju celovite rešitve komprimiranega zraka z meritvami in analizo obstoječega stanja.
- Ugotavljanje prihranka energije in izdelava simulacij.
- HPE je servisno orientirano podjetje, ki izvaja servis na vseh tipih kompresorskih postaj.
- Ultrazvočni in SPM pregled vijaknih blokov za zagotavljanje nemotene proizvodnje in preventivnega vzdrževanja.
- Lastni razvoj krmilnih in nadzornih sistemov PLC kompresorskih postaj zaprihranek energije.
- Izvedba kompresorske postaje na ključ, z izdelavo PZI in PID dokumentacije.
- Uradni zastopnik za prodajo in servis kvalitetne opreme za komprimiran zrak svetovno največjega proizvajalca INGERSOLL-RAND, ter merilne opreme FCI, GEMINI, KTEK.

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704  
telefaks: + (0) 1 4771-761  
http://www.fs.uni-lj.si/ventil/  
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

**SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE**

# MOOG

**Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?**

- preverjena kvaliteta še nedavno pod "BOSCH-evo" prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk,
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, polioli, ter seveda za mineralna, transmisijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumski izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.

**Moogovi servo ventili, proporcionalni ventili in radialno-batne črpalke so sestavni deli najboljših hidravličnih sistemov.**  
**Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železnah in lesni industriji, v letalnih in napravah za simulacijo vožnje.**

**ZASTOPA IN PRODAJA**  
**PPT commerce** d.o.o.  
Pavšičeva 4  
1000 Ljubljana  
Slovenija  
tel.: +386 1 514-23-54  
faks: +386 1 514-23-55  
e-pošta: ppt\_commerce@siol.net

**Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili**

**Servo krmilni sistemi za vozila- viličarje, traktorje, gradbene stroje ...**

**M+S HYDRAULIC**



## Izredni dosežek pri razvoju pnevmohidravličnih črpalk

Pri *Enerpac-u* so s povsem novo zamisljivo pnevmohidravličnih črpalk serije XA s tržno zaščiteno tehnologijo krmiljenja XVARI® napravili pravi preboj na trgu hidravličnih črpalk in pri ergonomiji ravnanja z njimi.

Povsem na novo razvite pnevmohidravlične črpalke z uporabo tehnologije XVARI® imajo tri nove značilne lastnosti:

- visoko zmogljivost,
- odlično krmilnost in
- dobro ergonomijo.

Nobena od do sedaj znanih izvedb takšnih črpalk ne združuje teh treh pomembnih lastnosti. Enerpac s tem povsem spreminja 50 let staro tehnologijo in izvedbo pnevmohidravličnih črpalk, ki temelji na uporabi komercialnega premočrtnega pnevmohidravličnega valja z uveljavljenim standardnim pnevmatičnim krmilnim vezjem in ergonomsko ne posebno domiselnim ročnim vkrmiljenjem.

Nova črpalka s tehnologijo XVARI® ima sicer enako funkcionalnost kot dosedanje izvedbe podobnih črpalk, uporabnikom pa nudi nekaj pomembnih prednosti. Z novo zasnovano ergonomsko domišljenega vkrmiljenja tako oblikovno kot funkcionalno ni več primerljiva s starimi izvedbami. Poleg tega ta tehnologija omogoča optimalno krmiljenje hidravličnega toka tako, da je mogoče natančno nastavljanje hitrosti gibanja delovnega valja, tako pri njegovem premikanju naprej (navzgor) kot pri premikanju nazaj (navzdol). Zmogljivost črpalke je večja in njen izkoristek boljši kot pri dosedanjih izvedbah. Vkrmiljenje se z uporabo izvedbe XVARI® opravlja nožno in ne več ročno, tako da so roke proste za druga opravila ob uporabi črpalke.



Nova Enerpac-ova pnevmohidravlična črpalka serije XA z XVARI® tehnologijo krmiljenja

Na koncu lahko še enkrat poudarimo, da bo uporaba nove zasnove pnevmohidravličnih črpalk s tehnologijo XVARI® pomenila konec petdesetletne dominacije črpalk s pogonom s pomočjo premočrtnega pnevmatičnega motorja.

Vir: Enerpac BV, PO Box 8097, 6710 AB Ede, The Netherlands, Tel: +31 318 535911, Fax: +31 ?? 525613, Info@enerpac.com, www.enerpac.com

## Operaterski paneli Mitsubishi E1000

Nova modela E1012 in E1022 Mitsubishi dopolnjujeta uspešno serijo operaterskih panelov E1000.

Izdelovalci pakirnih linij, strojev za živilsko industrijo in industrijo pijač bodo v novih produktih prepoznali mnoge prednosti. Oba modela imata tipkovnico in monokromatski FSTN-zaslon z resolucijo 160 x 32 ali 240 x 64 znakov. Še vedno obstaja velika potreba po omenjenih operaterskih panelih v aplikacijah, kjer je omejitve prostora velika in ni potrebe po zaslonih, občutljivih na dotik.

Nova operaterska panela E1000 sta odlična za aplikacije, kjer morata biti zagotovljeni vizualizacija in možnost spreminjanja procesnih in strojnih parametrov. Nastavitev parametrov poteka preko vgrajene nu-



Po vzoru večjih modelov iz serije E1000 sta ohišje in sprednja plošča iz aluminija. Modela se ponašata z zaščito IP66. Vgrajena je podpora za upravljanje z alarmi, podpora za večjezičnost in obvladovanje receptov ter komunikacijski vmesniki RS232/422/485.

Uporabniki starejših modelov lahko s pomočjo programskega orodja E-Designer 7.4 enostavno pretvorijo obstoječo aplikacijo in jo prenesejo v novejšo serijo E1000 operaterskih panelov.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 513 81 30, 513 81 00, faks: 01 513 81 70, e-mail: anton.acetto@inea.si, http://www.inea.si, www.mitsubishi-automation.com/index.html, g. Tone Accetto

merične tipkovnice. Na voljo je tudi šest funkcijskih tipk, ki se lahko programirajo za največkrat uporabljene ukaze in tako omogočajo neposredno izvrševanje ukazov, ter šest indikacijskih LED za določitev statusa.



## Intelligentni variator hitrosti – MOTO<sup>INVERTER</sup> ISV

MOTO<sup>INVERTER</sup> ISV (Intelligent Speed Variator) združuje sposobnosti mehansko nastavljive sklopke in zanesljivost elektronskega krmilja. Z MOTO<sup>INVERTER</sup> ISV nastavljamo vrtilno frekvenco sistema.

Vstavljanje parametrov je preko tipk na čelni strani ISV-ja.

Lastnosti:

- Naprava omogoča znižanje stroškov tako zaradi skrajšanja časa za kalibriranje kot zaradi zmanjšanja volumna v elektroinštalaciji.
- Dodatni filtri so nepotrebni.
- Naprava ustreza smernicam EU in elektromagnetni kompatibilnosti EMC, saj ni nobenih dodatnih ka-



blov med motorjem in frekvenčnim pretvornikom, vgrajene pa so tudi dušilke.

- Frekvenčna pretvorba od 0,37 kW do 1,5 kW.
- Nazivna moč od 0,8 kVA do 2,9kVA.
- Moč motorja od 0,37 kW do 1,5 kW.
- Vhodna napetost 380/440 V  $\pm 15\%$ .
- Tip zaščite IP65.
- Dimenzije 155\*210\*160.
- Izhodna frekvenca 0–99 Hz.
- Krmiljenje: 4 digitalni vhodi, 0–10 VDC, potenciometer 4K7, RS485.

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: (0)2 665 11 31, fax: (0)2 665 20 81, ik@inoteh.si, www.inoteh.si

## Ionizacijska šoba IZN10

Ionizacijska šoba IZN10 je nov dodatek k programu izdelkov **za odstranjevanje prašnih delcev** in odpravo statične elektrike. Odlikujejo ga majhne dimenzije in kompaktna izvedba ter več različnih možnosti pritrditve.

Šoba točkovno usmerja snop komprimiranega zraka na površino predmeta, na katerem je statični naboj. Snop z ioni uspešno nevtralizira statični naboj in odstrani prašne delce s površine (npr. pri mikročipih, brizganih plastičnih izdelkih ...).



Za delovanje potrebuje šoba IZN10 električni tok 24 V DC in komprimirani zrak. Nadzor stanja in delovanja elektrode, ki ustvarja nevtralizacijske ione, je z indikacijo na okrovu.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, fax: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, internet: www.smc.si



nadaljevanje s strani 274

- Gumijasto-kovinski tesnilni sistemi
- Strežna tehnika
- Lepilna tehnika
- Merilne in preskusne naprave
- Membrane
- Izdelava prototipov
- Statično tesnjenje
- Materiali
- Orodja in forme

Informacije:

- naslov: Mesago Messe Frankfurt GmbH, Rotebühlstraße 83–85, D-70178 Stuttgart
- tel.: + 49 711 61946-88
- faks: + 49 711 61946-93
- e-pošta: isgatec@mesago.messefrankfurt.com



# Megawatni pogon za vlek peči pri proizvodnji cementa

Andrej ZUPANČIČ

V začetku letošnjega leta je podjetje *PS, d. o. o.*, iz Logatca zaključilo projekt zamenjave motorja, ki poganja glavni ventilator za vlek peči pri proizvodnji cementa v podjetju *Lafarge Cement, d. d.*, Trbovlje. Družba *Lafarge Cement, d. d.*, se je v sklopu letnega vzdrževanja odločila za zamenjavo starega motorja (800 kW), ki je bil priključen neposredno na električno omrežje.

Celotni projekt je prevzelo podjetje *Hidroinženiring, d. d.*, iz Ljubljane, ki je poskrbelo za obnovo mehanskega sklopa, zamenjavo transformatorja in krmiljenje (SCADA) celotne peči. Podjetje *PS, d. o. o.*, Logatec je kot podizvajalec dobavilo 1 megawatni motor podjetja *Leroy Somer* in sestavilo ter instaliralo modularni frekvenčni pretvornik *Unidrive SPM*. Skupaj z inženirji iz podjetja *Hidroinženiring, d. d.*, ki so poskrbeli za SCADA nadzorni sistem, smo opravili tudi zagon celotnega sistema (frekvenčni pretvornik in motor).

Podjetje *Hidroinženiring, d. d.*, nas je izbralo za dobavitelja pogonskega sklopa, ker:

- nas poznajo in vedo, da lahko ponudimo popolno tehnično podporo pri omenjenem projektu,
- lahko dobavimo motor in regulator za potrebno moč,
- nudimo dodatno zanesljivost delovanja zaradi možnosti modularne izvedbe regulatorja in prednosti, ki jih modularnost nudi,
- smo prilagodljivi in smo znali prisluhniti njihovim zahtevam.
- Naša prednost pred konkurenco je bila predvsem v možnosti mod-



**Slika 1.** Omare, v katerih so moduli *Unidrive SPM*. Omare so zaprte, ker bi odpiranje vrat ustavilo proizvodnjo.



**Slika 2.** Primer videza notranjosti omare

ularne izdelave frekvenčnega regulatorja, ki je nudila dodatno varnost pri delovanju, saj je *Lafarge Trbovlje, d. d.*, zahteval 100-odstotno zanesljivost delovanja.

**Frekvenčni pretvornik Unidrive SPM 1 MW, 690 V**

Frekvenčni pretvorniki *Unidrive SPM* podjetja *Control Techniques* so modularni frekvenčni pretvorniki, kar pomeni, da s kombinacijo posameznih modulov dosega moč celotnega regulatorja. Močnostna stopnja je bila v tem primeru popolnoma ločena od krmilne stopnje, kar zmanjšuje možnost nastanka napake na krmilnem delu regulatorja. Prednost modularnega sistema je predvsem zmo-



**Slika 3.** Motor 1 MW, 690 V podjetja Leroy Somer (teža nad 6t)

žnost hitrega odpravljanja napak pri morebitni okvari z zamenjavo modulov, poleg tega pa lahko sistem obratuje z zmanjšano močjo tudi brez enega modula.

Pri omenjenem projektu smo sestavili regulator iz naslednjih komponent:

- 1 x Master Controler (krmilna enota za vse močnostne stopnje),
- 8 x močnostna stopnja SPMA 1622 Slave.

Vse komponente smo vgradili v omare (4 omare za močnostni del in 1 omara za glavno stikalo in krmilni del).

Omare s frekvenčnimi regulatorji Unidrive SPM so v klimatiziranem stikališču, kjer so zaščitene pred vlago in prahom. Operater krmili frekvenčni regulator preko nadzornega sistema

SCADA, ki je s frekvenčnim regulatorjem povezan preko komunikacije Profibus DP. Omogočeno je tudi ročno krmiljenje na samem frekvenčnem regulatorju ter iz komandne omarice ob samem motorju (v času testiranja, remontov, ...). Krmiljenje iz omarice ob motorju in na samem

regulatorju je mogoče le v primeru, da ima vzdrževalec dovoljenje za tak poseg.

### Elektromotor 1 MW, 690 V

Motor je izdelan po naročilu in ima dve izstopni gredi. Na eni gredi (glavni) je vpet ventilator, na drugi strani pa je z elektromehansko sklopko priključeno gonilo z dodatnim motorjem. Ta se v primeru zaustavitve glavnega motorja uporablja za počasno vrtenje ventilatorja. Ventilator je potrebno vrteti počasi zaradi vročih dimnih plinov, ki bi ga v nasprotnem primeru poškodovali. Glavni motor je prisilno hlajen s pomočjo pomožnega ventilatorja, ki skrbi za hlajenje motorja in odvajanje topllega zraka iz njega.

### Zanimivosti projekta

Celoten projekt karakterizirajo izjemne dimenzije vseh uporabljenih komponent. Da gre za tehnično zahteven projekt, je razvidno iz naslednjih zanimivih podatkov. Teža motorja je več kot 6 ton pri dimenzijah 2,3 m x 1,4 m x 1,1 m. Premer glavne gredi motorja je 140 mm. Priklop motorja na frekvenčni regulator je izveden s štirimi vodniki, ki imajo po tri žice preseka 240 mm<sup>2</sup>. Sistem obratuje pri napetosti 690 V, tok pa je večji kot 1000 A. Ustrezno napetost generira v ločenem prostoru nameščen transformator iz visokonapetostnega omrežja. Tudi regulator je izjemno velik. Montiran je v petih električnih omarah, katerih skupni volumen je več kot 11 m<sup>3</sup> (4,6 m x 1,2 m x 2,1 m).

### Zaključek

Uspešno zaključen projekt potrjuje možnost pridobivanja in realizacije tudi najbolj zahtevnih poslov na zgornji meji tehničnih karakteristik frekvenčnih pretvornikov proizvajalca Control Techniques, ki ga podjetje PS, d. o. o., Logatec zastopa na slovenskem tržišču. Uporabne povezave: [www.ps-log.si](http://www.ps-log.si), Unidrive SPM regulatorji: [http://www.ps-log.si/produkti.php?m\\_skupina=67](http://www.ps-log.si/produkti.php?m_skupina=67)

Andrej Zupančič,  
PS, d. o. o., Logatec

 <p><b>CONTROL TECHNIQUES</b> www.controltechniques.com</p>  <p>Frekvenčni regulator <b>Commander SK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Za moči od 0,25 kW do 132 kW</li> <li>- Vgrajen filter</li> <li>- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)</li> <li>- Smart Stick za kloniranje parametrov</li> <li>- Vgrajen PID regulator</li> <li>- Na zalogi</li> <li>- Ugodna cena</li> </ul>	 <p><b>PS</b> Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.</p> <p>Kalce 38b, 1370 Logatec Tel: 01/750-85-10 Fax: 01/750-85-29</p> <p>E-mail: <a href="mailto:ps-log@ps-log.si">ps-log@ps-log.si</a> <a href="http://www.ps-log.si">www.ps-log.si</a></p> <p><b>Izvajamo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev</li> <li>- predelava strojev</li> <li>- regulacija vrtenja motorjev</li> <li>- krmiljenje strojev</li> </ul> <p><b>Dobavljamo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- servo pogone</li> <li>- frekvenčne in vektorske regulatorje</li> <li>- merilne sisteme s prikazovalniki</li> <li>- pozicijske krmilnike</li> <li>- planetne reduktorje</li> </ul>	  <p><b>ELGO ELECTRIC</b></p> <p>Prikazovalnik pozicije <b>Z-58</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme</li> <li>- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm</li> <li>- Vmesnik RS232 in RS422</li> <li>- Dva relejna izhoda</li> <li>- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA</li> </ul>
--	---	--





**LE-TEHNIKA**<sup>®</sup>

**VSE ZA HIDRAVLIKO  
IN PNEVMATIKO**

**ODGONI ZA  
KAMIONE**

**LE-TEHNIKA d.o.o.**  
Suceva 27, KRANJ  
tel.: 04 20 20 200, 041 660 454  
faks: 04 204 21 22

**NOVO MESTO** tel.: 041 785 798  
**MARIBOR** tel.: 02 300 64 70  
041 774 688

<http://www.le-tehnika.si>  
e-mail: [hydraulic@le-tehnika.si](mailto:hydraulic@le-tehnika.si)

## Nove knjige

- [1] Bauer, W.: *Hydropneumatische Federungssysteme* – Priročnik o hidropnevmatičnih sistemih vzmetenja na vozilih, ki obravnava v prihodnost usmerjene razvojne rešitve; zanimive konstrukcijske primere in nove elemente; posebne funkcije in naloge takšnih sistemov ter pregled vprašanj in rešitev krmiljenja in regulacije položaja. – *Zal.*: Springer Verlag GmbH; 2008; *ISBN*: 978-3-540-73640-0, obseg: 218 strani, 136 slik; *cena*: 79,95 EUR (D), 82,19 EUR (A).
- [2] Berson, B. R., Benner, D. E.: *Career Success in Engineering: A Guide for Students and New Professionals* – Izhajajoč iz lastnih izkušenj in izkušenj drugih uspešnih inženirjev in tehničnih vodij, avtorja v knjigi poskušata pomagati in svetovati študentom tehnike in inženirjem začetnikom kako načrtovati uspešno kariero. Sodobni inženirji morajo poznati stanje tehnike na njihovem področju, biti učinkoviti in tehniško kompetentni. Naučiti se morajo kako delovati v multikulturnih mednarodnih okoljih, kako obvladati gospodarska, poslovna in druga vprašanja projektne organizacije dela ter sodobne kulturne in tehniške etike. Avtorja poudarjata pomen načrtovanja kariere in svetujeta kako reševati vprašanja osebnih dohodkov, ravnanja s finančnimi sredstvi, načrtovanja osebne urnika dela ipd. Knjiga bo dobrodošla tudi našim mladim tehniškim strokovnjakom, saj podobne domače literature skoraj nimamo. – *Zal.*: Kaplan Publishing, 30S Wacker Dr., Suite 2500, Chicago, Il. 60606-7481; 2007; *ISBN*: 1-4195-8439-1; obseg: 304 strani; *cena*: 22,95 USD (broširana izdaja).
- [3] Bronnmundt, E., Sachau, D.: *Schwingungslehre mit Maschinendynamik* – Učbenik za višje in visoke šole na temelju značilnih primerov obravnava osnovna vprašanja modeliranja in analize nihanja, vibracij in dinamike strojev. Podrobno so obdelani primeri vibracijskih strojev in 12 drugih značilnih primerov. – *Zal.*: Teubner Verlag, Wiesbaden, 2008; *ISBN*: 978-3-8351-0151-7.
- [4] Cheatle, K. R., *Fundamentals of Test Measurement Instrumentation* – Priročno delo pregledno obravnava posebnosti merilnih instrumentov in opreme za preskušanje v razvojnih in raziskovalnih laboratorijih, ustanovah za certificiranje in laboratorijih za tehnično diagnostiko v okviru vzdrževalnih organizacij. Poudarek je na praktični uporabi preskusne instrumentacije vključno z dodatno opremo, vgradnjo, medsebojnim povezovanjem in kalibriranjem. Prikazane so značilne merilne verige in vezja za merjenje – preskušanje tlaka, temperature, toka, sile, pomika, hitrosti vibracij, hrupa itd. Še posebno je poudarjen pomen kalibriranja, opisani so potrebna oprema za kalibriranje in postopki kalibriranja ter predloženi načini, oblike in obrazci zapisov preskušanja. – *Zal.*: ISA – Instrumentation, Systems and Automation Society, 67 Alexander Dr., P. O. Box 12277 Research Triangle Park, NC 27709, USA; 2006; *ISBN*: 1-55617-914-6; obseg: 332 strani; *cena*: 99,00 USD.
- [5] Kuttan, A.: *Introduction to Mechatronics* – Avtor, sodelavec Nacionalnega tehnološkega inštituta iz Karmatake v Indiji, je pripravil učbenik za dodiplomske in podiplomske študente mehatronike. Obravnava osnove krmilne tehnike, aktuatorje, servomotorje, senzorje, numerična krmilja in inteligentne sisteme. Naloge in zgledi so povzeti s področij avtomatike, avionike, bionike in industrijske robotike. – *Zal.*: Oxford University Press, 198 Madison Ave., New York, NY 10016-4308, USA; 2007; *ISBN*: 0-19-568781-7; obseg: 334 strani; *cena*: 39,50 USD.



## Novi standardi za ocene tveganja

Evropska direktiva Stroj jasno zahteva: »Stroji in naprave se v Evropi lahko snujejo in izdelujejo samo po temeljiti presoji tveganja.« Ocene tveganja se morajo opraviti sistematično ob upoštevanju vseh nevarnosti, ki lahko nastopijo v povezavi z obravnavanim strojem, napravo. Pri postopku ocenjevanja tveganja je potrebno upoštevati 3-stopenjsko metodo v soglasju s standardom DIN EN ISO 12 100-2, pač v odvisnosti od vrste nevarnosti, ki lahko nastopijo. Na temelju ocene tveganja je potem za zmanjšanje tveganja pri uporabi potrebno predvideti

ustrezne konstrukcijske spremembe, varnostne naprave in/ali varnostna opozorila.

Od 1. decembra 2007 zamenjuje dosednji standard DIN EN 1050 »Leitsätze zur Risikobeurteilung« (Navodila za ocene tveganja) standard DIN EN ISO 14121-1 »Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung« (Varnost strojev – ocene tveganja). Novi, še ne harmonizirani standard je vsebinsko in terminološko skladen z DIN EN ISO 12 100-1 in pomembno vpliva na praktična ocenjevanja tveganja. K prilagoditvi štejejo tudi nevarnosti, kot so: udari strele, potresi ipd., ki neposredno niso povezane z delovanjem strojev, morajo pa biti upoštevane pri

ocenah tveganja. Tudi obiskovalce in vodilno osebje v podjetjih je potrebno upoštevati v krogu osebja, ki je lahko izpostavljeno nevarnostim.

Praktično ocenjevanje tveganja tako postaja bolj zahtevno kot do sedaj. Ocena ni več usmerjena samo na eno preglednico nevarnosti, ki se sorazmerno enostavno obdela, ampak je potrebno podrobneje upoštevati vse posamezne nevarnosti, različne nevarnostne razmere in številne možne posledice. Za ustrezno oceno tveganja je zato treba upoštevati in kombinirati vsebine različnih preglednic tveganja.

Po O + P 52(2008)3 – str. 70  
pripravil A. Stušek



### FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

#### INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA

cilindri, enote za vodenje, prijemala, ventili, priprava zraka, fittingi, spojke, cevi in pribor



#### MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA

senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter induksijski senzorji



#### PROCESNA TEHNIKA

krogelni in loputasti ventili, ploščati zasuni, pnevmatski in električni pogoni, varnostni ventili



#### LINEARNA TEHNIKA

tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti



#### PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA

konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev



#### STORITVE

konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih



- TRADICIJA
- KVALITETA
- SVETOVANJE
- PARTNERSTVO
- FLEKSIBILNOST
- VELIKE ZALOGE
- POSEBNE IZVEDBE
- KONKURENČNE CENE
- KRATKI DOBAVNI ROKI

**Hypex, Lesce, d.o.o.**  
Alpska 43, 4248 Lesce

Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: [www.hypex.si](http://www.hypex.si)  
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: [info@hypex.si](mailto:info@hypex.si)



# Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev – 2. del

Jure MIKELN

**Povzetek:** Predstavili smo bite Fuse in Lock, kako v Bascom-AVR napišemo enostaven program za zaznavanje pritisnjenosti tipk, predstavili ukaz Debounce, na koncu članka pa smo spoznali še bipolarne in FET-tranzistorje ter se naučili, kako jih vežemo na mikrokontroler. Pokazali smo tudi primere programov za vklop oziroma izklop tranzistorjev.

**Ključne besede:** biti Fuse, biti Lock, Debounce, tipke, tranzistorji,

## ■ 1 Uvod

V 1. članku smo predstavili nekaj osnovnih pojmov, se spoznali z mikrokontrolerji, s programskim jezikom Bascom in na razvojnem orodju MiniPin vklopili LEDico tako, da je utripala. V tokratnem nadaljevanju bomo spoznali, kako vezati nekatere osnovne elemente, kot so tipka in dve vrsti tranzistorjev.

Preden gremo na samo programiranje in Bascom, se še malce ustavimo na t. i. Fuse in Lock bitih, ki znajo pri začetnikih povzročiti kar nekaj težav. Biti Fuse in Lock so posebni – recimo temu konfiguracijski biti, ki (na žalost) niso nastavljeni iz programske kode, pač pa jih nastavljamo ob postopku programiranja.

Lock biti so – kar že samo ime pove, biti, ki zaklenejo mikrokontroler. Zakleniti mikrokontroler pomeni, da njegove vsebine ne morete več prebrati, programirati in ne preverjati vsebine. V enem delu bitov Lock so tudi biti, s katerimi določamo t. i. Bootloader, ki ga bomo omenili proti koncu te serije člankov. Morda se boste vprašali, zakaj potrebujemo bite Lock, če pa kasneje ne moremo več prebrati ali celo – huje – niti sprogramirati mikrokontrolerja?

Jure Mikeln, dipl. inž.,  
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana

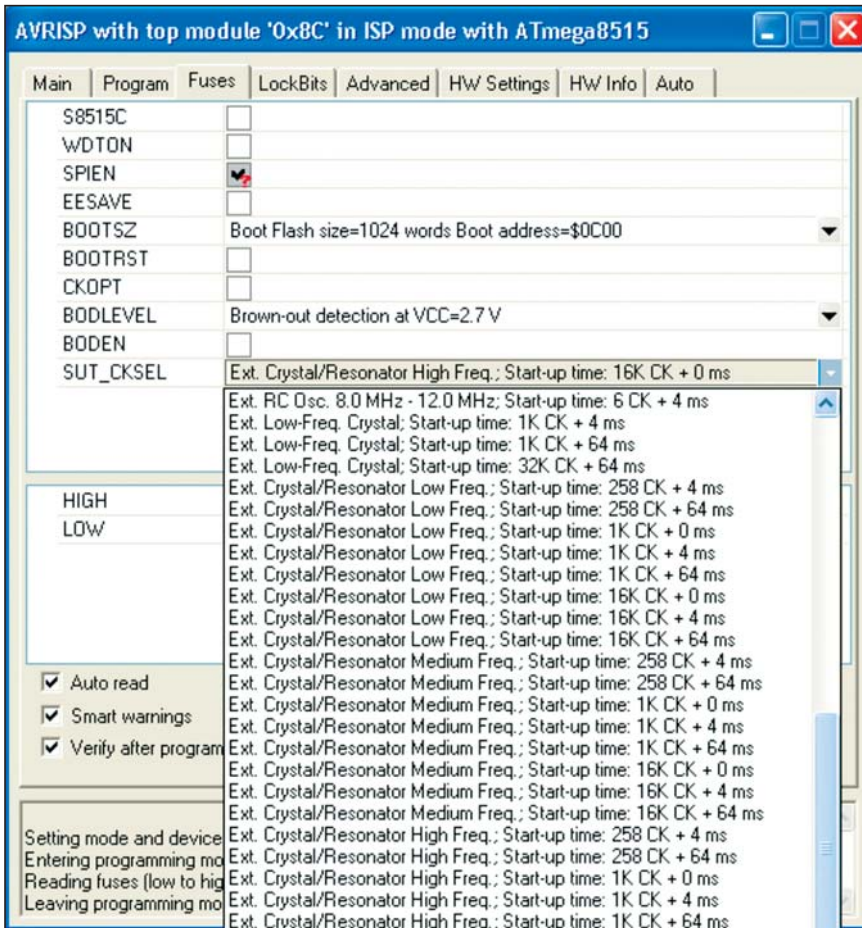
Namen teh bitov je zaščita vsebine mikrokontrolerja pred nepooblaščenim branjem in kopiranjem programske kode iz mikrokontrolerja.

Za razliko od bitov Lock pa biti Fuse nastavljajo sledeče: časovnik (timer) Watch Dog (WD) (vklop/izklop), prostor Bootloader Flash, detektor Brown out (vklop/izklop) ter izbor oscilatorja mikrokontrolerja, ki je lahko zunanji, notranji RC ali zunanji kvarčni z različnimi frekvencami. Malce se pomudimo pri omenjenih izrazih. Časovnik Watch Dog v slovenščini nima ustrezne besede, razen morda kužapazi, ki je praktično neposredni prevod in nam ne pove nič o delovanju, zato ponavadi uporabljamo kar kratico časovnik WD. Namen časovnika WD v mikrokontrolerju je, da v ponavljajočih se časovnih periodah resetira mikrokontroler. Časovne periode so ponavadi reda nekaj 100 milisekund do nekaj sekund. Človek bi se vprašal, zakaj neki bi nekdo želel, da se program v mikrokontrolerju tako pogosto resetira? Spet pridemo do področja zahtevnih aplikacij, kjer naj se ne bi zgodilo, da bi mikrokontroler (ponavadi zaradi programskega hrošča) „zmrznil“. Zato so si načrtovalci mikrokontrolerjev umislili časovnik WD kot pomoč. Predpostavimo, da moramo napraviti zahtevno napravo, kjer je izredno pomembno, da mikrokontroler deluje tako, kot je predvideno. V programsko kodo bo izkušen programer vgradil na veliko

mestih ukaz, ki resetira časovnik WD, kar bo pomenilo, da bo ta pričel šteti od nič. Če bo časovnik WD (ne glede na programsko kodo) preštel do vrednosti, ki smo jo programsko nastavili, bo avtomatično resetiral mikrokontroler. Ker pa je izkušen programer na več mestih v programski kodi postavil ukaz za reset časovnika WD, do reseta ne bo prišlo nikoli. Razen v primeru, ki ga ni predvidel. Takrat bo časovnik WD program resetiral in ga pognal od začetka oziroma od tam, kjer je program „zmrznil“.

Detektor (Brown out – BOD) je del vezja v mikrokontrolerju, ki spremlja napajalno napetost. Ko ta pade pod nastavljeno vrednost, BOD sproži reset signal mikrokontrolerja in ga drži toliko časa, dokler se napetost ne povrne na normalno vrednost. Tako prepreči morebitno nepravilno delovanje mikrokontrolerja pri nizkih napetostih.

Pri izboru oscilatorja se ponavadi omejimo na dva: notranji RC-oscilator in zunanji kvarčni kristal. RC-oscilator (ime se nanaša na upor (R) in kondenzator (C), ki sta v mikrokontrolerju vezana kot oscilator) je uporaben za nezahtevne primere, kjer točnost taktne ure ni bistvena za delovanje mikrokontrolerja. RC-oscilator na žalost nima dovolj dobre temperaturne stabilnosti in kaj hitro se bo frekvenca taktne ure spreme-



Slika 7. Biti Fuse, nastavitve oscilatorja

nila. Je pa RC-oscilator dovolj dober za krmilja in naprave, ki zahtevajo ponovljivost reda 100 milisekund. V redkih primerih boste takt ure generirali v drugih vezjih in ga boste vezali na ustrezeni priključek na mikrokontrolerju. V tem primeru boste tudi v bitih Fuse izbrali zunanji oscilator. Pri tem vas moram opozoriti! Če boste nastavili zunanji oscilator in ne boste dovedli taktnege signala na mikrokontroler, bo le-ta nedosegljiv s programatorjem in ga ne boste mogli preprogramirati. Običajno pa uporabljamo zunanji kvarčni kristal ali cenejši keramični resonator. Osebnost imam rajši keramični resonator, saj bistveno ne zaostaja za kvarčnim kristalom, kar se tiče frekvenčne stabilnosti. Celotno več: keramični resonator je v primerjavi s kvarčnim kristalom neobčutljiv na udarce in trke, za nameček pa keramični resonator ne potrebuje dveh zunanjih kondenzatorjev, ki sta neobhodno potrebna pri kvarčnem kristalu.

Videz okna, kjer nastavljamo bite Fuse in Lock v programu AVR Studio vidimo na *sliki 7 in 8*.

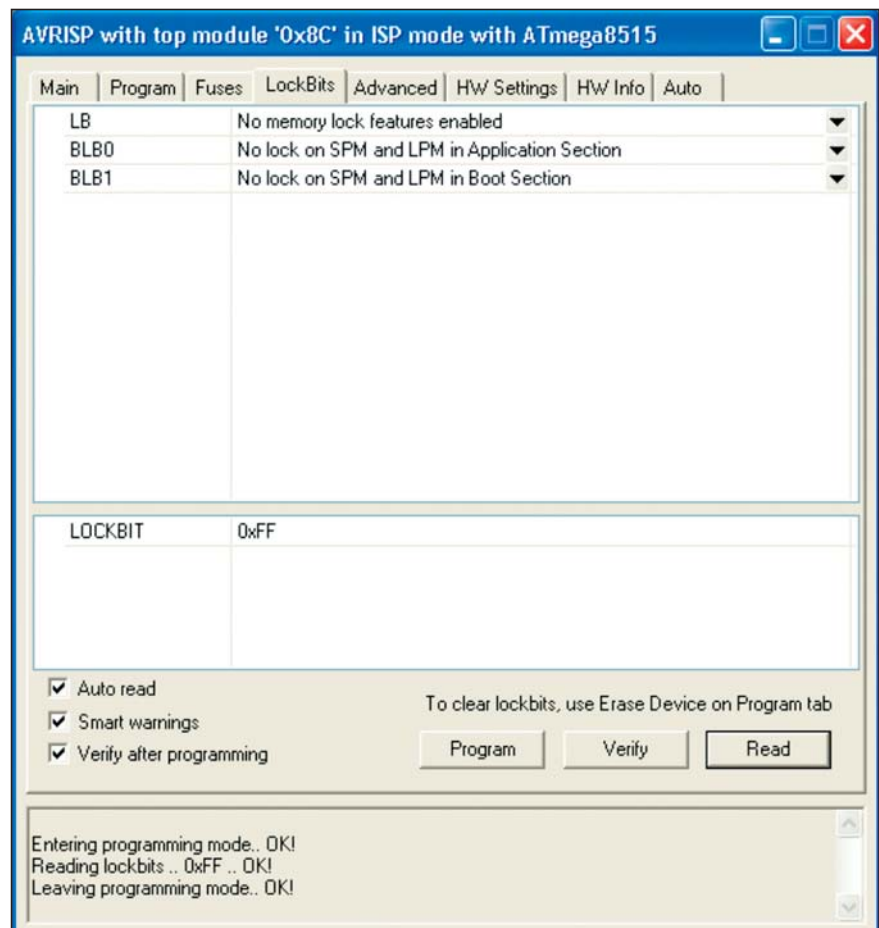
Zdaj ko smo zaključili z nastavitvami, lahko nadaljujemo s programiranjem mikrokontrolerjev.

## 2 Priklop tipke in bipolarnih in tranzistorjev FET

Mikrokontrolerji za svoje delovanje potrebujejo signale iz okolice. Bodisi pridobijo signale s senzorjev bodisi s tipk ali drugih elektronskih elementov. Tokrat bomo na naš mikrokontroler povezali tipko.

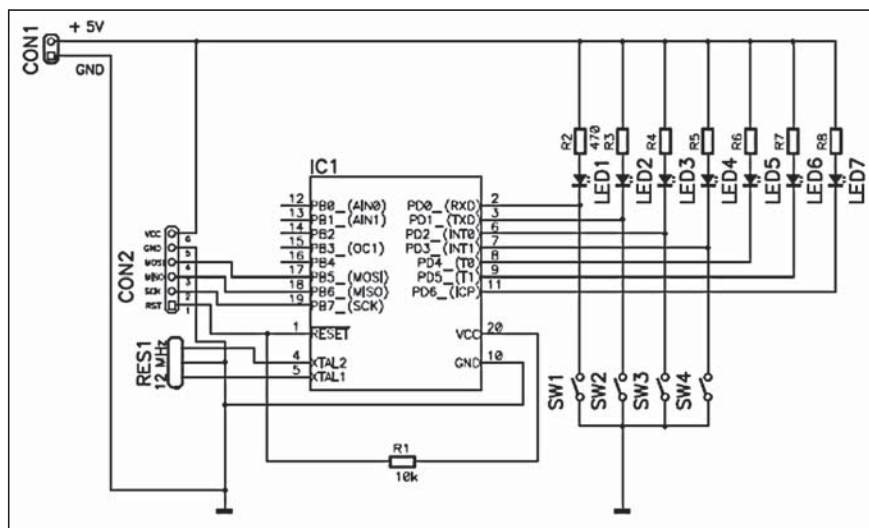
Vezavo tipke vidimo na *sliki 9*.

Tipke na *sliki 9* smo vezali tako, kot so povezane na razvojni plošči MiniPin. To je hkrati običajna vezava tipk na mikrokontroler. Program, ki bo zaznaval pritisnjenost posamezne tipke, bo razmeroma enostaven: ko bo stanje na posameznem vhodu enako 0V, bo to pomenilo, da je tipka pritisnjena.



Slika 8. Nastavitve bitov Lock





Slika 9. Vezava tipke na mikrokontroler

Poglejmo si, kako to pisati v Bascom-u.

```
Config Portb = Output
Config Portd.0 = Input
```

```
Portb = 255
```

```
Dim Ledica As Bit
Dim Tipka As Bit
```

```
$regfile = "attiny2313.dat"
```

Do

```
If Pind.0 = 0 Then
    Portb.0 = Ledica
    Ledica = Not Ledica
    Wait 1
Else
    Portb.1 = Ledica
    Ledica = Not Ledica
    Wait 1
End If
```

Loop

Opazili boste, da smo na začetku programa definirali, katera vrata bodo vhodna oziroma izhodna. Nato smo na PORTB vpisali vrednost 255, kar je binarno 1111 1111. To smo naredili zato, da vse LED-ice ugasnemo. Zdaj že poznamo zanko Do-Loop, v kateri se nahaja stavek IF ELSE. Program je jasen: če bo logično stanje na priključku Portd.0 = 0, potem se izvede prvi del IF stavka, v nasprotnem primeru pa drugi. Pozorni bralci ste opazili neskladje med zadnjim stavkom in programom. V progra-

mu je zapisano `If Pind.0=0,` mi smo pa zapisali, če bo stanje na priključku `Portd.0 = 0`. Oboje je prav in začetnikom v programiranju sprva dela malce težav. Tukaj bo pomagalo nekaj znanja o notranji zgradbi mikrokontrolerjev AVR. Ti imajo 3 registre, ki so vezani na posamezni priključek. Obstajajo registri PORTx, PINx in DDRx. Register DDRx je namenjen temu, da AVR-ju določimo, ali bo določen priključek vhodni ali izhodni. Če postavimo DDRx na 0, bo določen priključek definiran kot vhodni, če postavimo DDRx na 1, bo taisti priključek izhodni.

V register PORTx vpišemo vrednost na posameznem priključku, medtem ko iz registra PINx beremo vrednost na posameznem priključku, ki je na shemi označen kot Portx.y. Če bi namesto pisanega stavka `If Pind.0=0` napisali `If Portd.0=0`, bi pravzaprav brali vrednost, ki smo jo nazadnje vpisali na Portd.0. Avtor Bascoma nam je definicijo priključkov poenostavil z ukazom CONFIG, kjer definiramo, ali je posamezni priključek vhod ali izhod, kot je razvidno v programu.

Ko boste omenjeni program prevedli in z njim sprogramirali mikrokontroler, boste videli, da sprva utripa LED-ica na priključku PortB.1. Če pritisnemo tipko SW1, bo začela utripati LED-ica na PortB.0. Pri tem boste verjetno opazili, da se v primeru, da pritisnemo tipko, ko je vklopljena LED-ica, ta ne ugasne. Razlog za to je v tem, da moramo mikrokontrolerju za vsak

trenutek njegovega delovanja zelo natančno definirati program. Zgoraj opisani program namreč postavi logične enice na začetku programa (`Portb = 255`). V nadaljevanju programa pa tega ne naredimo več. Zato bi kazalo, da bi program popravili tako, da bi logične enice vpisali v zanki Do-Loop, kot kaže naslednji program.

```
Config Portb = Output
Config Portd.0 = Input
Dim Ledica As Bit
Dim Tipka As Bit
```

```
$regfile = "attiny2313.dat"
```

Do

```
Portb = 255
If Pind.0 = 0 Then
    Portb.0 = Ledica
    Ledica = Not Ledica
    Wait 1
Else
    Portb.1 = Ledica
    Ledica = Not Ledica
    Wait 1
End If
```

Loop

Kot smo opazili, nam program lepo deluje, vendar se v tem lepem delovanju skriva past, ki jo elektroni poznamo pod besedo odskakovanje. Kaj mislim s tem? Vsaka tipka ali stikalo nista idealna, kar se odraža v odskakovanju kontakta. To pomeni, da stikalo ne preklopi iz logične 1 v 0, pač pa je vmes veliko preskakovanja iz 1 v 0 in obratno. Tega odskakovanja ponavadi ne zaznamo, saj današnje naprave s programsko opremo ta efekt uspešno preprečujejo. V našem primeru je program tako napisan, da ignorira odskakovanje. Če pa bi napisali malce drugačen program, bi ugotovili, da stik na tipkah prav neprijetno odskakuje, kar mikrokontroler z lahkoto zazna. In to odskakovanje lahko povzroči zaplete pri naši napravah. Zato so programerji izumili način, ki preprečuje neželeno zaznavanje odskakovanja. Ponavadi se odskakovanje programske reši tako, da program spremlja stanje tipke v določenem časovnem intervalu – npr. 100 milisekund. Če program ugotovi, da je tipka v npr. 100 milisekundah res pritisnjena, potem je to

znak, da je stikalo res preklopilo. V Bascomu bomo to elegantno rešili z uporabo ukaza Debounce. Sintaksa ukaza Debounce je sledeča:

Debounce Pinx.y, stanje, ime subrutine, sub

Program, v katerem smo uporabili ukaz Debounce, je zdaj sledeč:

```
Config Portb = Output
Config Portd.0 = Input
```

```
Dim Ledica As Bit
Dim Tipka As Bit
```

```
$regfile = "attiny2313.dat"
```

Do

```
Portb = 255
Debounce Pind.0 , 0 , Ukaz
, Sub
Debounce Pind.0 , 1 , Ukaz1
, Sub
```

```
Loop
End
```

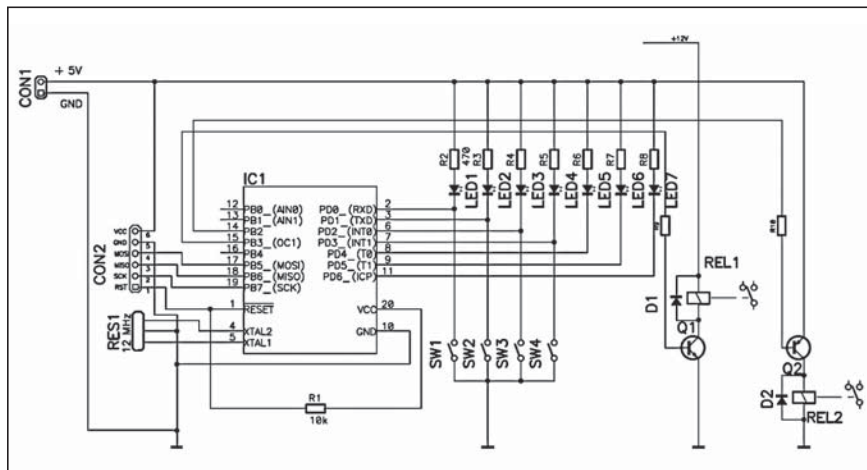
'Subrutine

```
Ukaz :
Portb.0 = Ledica
Ledica = Not Ledica
Wait 1
Return
```

```
Ukaz1 :
Portb.1 = Ledica
Ledica = Not Ledica
Wait 1
Return
```

Program deluje enako kot predhodnik s tem, da z ukazom Debounce skočimo v subrutino ob določenem pogoju. Če je logično stanje Pind.0 = 0, potem program skoči v subrutino Ukaz, opravi program, ki se nahaja v njej, in se vrne na mesto, od koder je skočil v program. Za zahtevnejše uporabnike še povejmo, da lahko čas odsakovanja nastavljamo z ukazom:

```
Config Debounce = xx
```



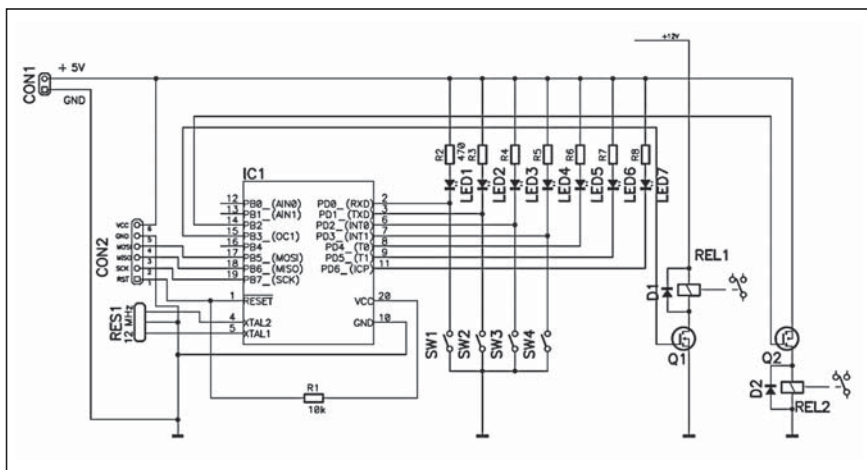
Slika 10. Priključitev bipolarnih tranzistorjev na mikrokontroler

Pri tem, da je spremenljivka xx celoštevilčna vrednost od 1 do 255 in predstavlja čas v milisekundah. Če tega ukaza ne uporabimo, je čas odsakovanja nastavljen na 25 milisekund.

### 3 Priključitev tranzistorja

Na mikrokontroler lahko priključimo porabnike električnega toka, ki porabljajo relativno malo. To je cena na račun miniaturizacije mikrokontrolerja, saj njegovi izhodi zmorejo krmiliti

Shema na sliki 10 kaže priključitev bipolarnih tranzistorjev. Opazili boste, da imata oba tranzistorja v priključku baze spojen upor, ki služi za zaščito tranzistorja. Vrednost upora je lahko med 1000 ohmov (1 kOhm) do 10 kOhmov. Rele (kot breme, ki ga vklopljamo/izklopljamo) je pri tranzistorju NPN (Q1) vezan na +12 V, pri PNP-ju pa na +5 V. Pri tem velja omeniti, da diodi, vezani na rele, služita za zaščito tranzistorja pri vklopu/izklopu releja. Prav tako velja poudariti, da mora biti rele pri



Slika 11. Priključitev tranzistorjev FET na mikrokontroler

le do 20 mA izhodnega toka. Zato moramo za krmiljenje porabnikov „težje kategorije“ uporabiti ojačevalnike, kot so tranzistorji. Elektroniki poznamo več vrst tranzistorjev, tokrat se bomo omejili na bipolarni in tranzistorje FET. Pri obojih poznamo tipe P in N. Tipi P se krmilijo z logično 0, N pa z logično 1. Slika 10 prikazuje osnovni vezavi tipa P in N bipolarnega tranzistorja, slika 11 pa tipa P in N tranzistorja FET.

tranzistorju PNP (Q2) deklariran za delovanje pri nazivni napetosti 5 V, medtem ko naj bo rele pri NPN-ju deklariran za nazivno napetost 12 V. Pri NPN-ju vklopljamo rele z logično 1 na izhodu mikrokontrolerja, medtem ko pri PNP-ju z logično 0.

Shema na sliki 11 je identična tisti na sliki 10. Posebnost sheme na sliki 11 je, da tranzistorji FET ne potrebujejo



upora na priključku Gate. Vse ostalo – tudi vklop releja je identičen: NFET (Q1) – vklapljamo z logično 1, PFET (Q2) pa z logično 0.

Program za vklapljanje in izkapljanje relejev je za sliki 10 in 11 identičen tistemu, s katerim smo vklapljali LED-ice. Pri tem moramo paziti, kateri tip tranzistorja smo uporabili in s katerim

logičnim stanjem se ta tip tranzistorja odpre.

### Zaključek

V drugem delu smo spoznavali bite Fuse in Lock, kako v Bascom-AVR napišemo enostaven program za zaznavanje pritisnjenosti tipk, predstavili ukaz Debounce, na koncu

članka pa smo spoznali še bipolarne in tranzistorje FET ter se naučili, kako jih vežemo na mikrokontroler. V naslednjem članku bomo na naš mikrokontroler priključili enosmerni motor in LCD-prikazovalnik, na katerem bomo izpisovali stanje spremenljivk in izpisovali poljuben tekst. Članek bo zanimiv, zato ga ne zamudite.

## A short course for programming microcontrollers – Part 2

**Abstract:** Fuse and Lock bits are presented, and a sample of the simple Bascom-AVR program, which detects the switch Debounce, is shown. Schematic diagrams are presented, where we show how to connect bipolar and FET transistors to the microcontroller. Samples of programs for driving bipolar and FET transistors are shown.

**Key words:** Fuse bits, Lock bits, Debounce, switches, transistors,

## Seznam oglaševalcev

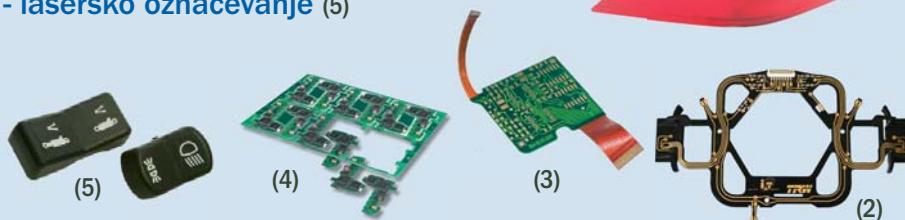
ALBATROS – Marija Pivk s. p., Logatec	1	HIB, d. o. o., Kranj	257	LPKF, d. o. o., Naklo	294
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	277	HPE, d. o. o., Ljubljana	283	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1
DANFOSS COMPRESSORS, d. o. o., Črnomelj	1	HYDAC, d. o. o., Maribor	1	MIKRON, d. o. o., Ig	217
DOMEL, d. d., Železniki	279	HYPEX, d. o. o., Lesce	289	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	277
DVS, Ljubljana	221	HYPOS, d. d., Muta	233	OLMA, d. d., Ljubljana	201
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	1	ICM, d. o. o., Celje	277	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	239
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	263	IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)	1	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	1
FESTO, d. o. o., Trzin	296	NORGREN, Lesce	1	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	283
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana	1	Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	1	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	1
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	204	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	220	PS, d. o. o., Logatec	287
		KLADIVAR, d. d., Žiri	202	SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Trebnje	269
		LA & Co, d. o. o., Maribor	251	YDRIA MOTORS, d. o. o., Cerknica	242
		LAMA, d. d., Dekani	1		
		LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	288		

**PRIHRANITE!**

**POSPEŠITE** svojo proizvodnjo in  
**IZBOLJŠAJTE** svoj izdelek  
z uporabo sodobnih tehnologij:

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

- lasersko varjenje plastike (1)
- lasersko strukturiranje 2D in 3D vezij (2)
- laserski razrez fleksibilnih vezij (3)
- laserski razrez opremljenih TIV (4)
- lasersko označevanje (5)



**Nudimo: tehnologijo, rešitve, storitve in opremo!**

Pokličite nas na tel. št. 0592 08 800 ali pišite na [prodaja@lpkf.si](mailto:prodaja@lpkf.si). Naš naslov: Polica 33, 4202 Naklo

**LPKF**  
Laser & Elektronika

**AX ELEKTRONIKA**



**01.-03.10.2008**

Celje, Slovenija

[WWW.INTRONIKA.SI](http://WWW.INTRONIKA.SI)

# KLADIVAR<sup>®</sup>

POCLAIN HYDRAULICS GROUP

RAZVOJ, PROIZVODNJA IN TRŽENJE SESTAVIN, SISTEMOV IN STORITEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE

ISO 9001  
ISO 14001  
OHSAS 18001  
BUREAU VERITAS  
Certification  
N°212078 / N°212079 / N°212200



## HIDRAVLIČNE SESTAVINE HIDRAVLIČNI SISTEMI STORITVE



## PROGRAM ZASTOPSTEV



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

KLADIVAR Žiri, tovarna elementov za fluidno tehniko, d.d.  
Industrijska ulica 2, SI - 4226 Žiri, Slovenija  
T: 04 51 59 100 / F: 04 51 59 234 / E: [info@kladivar.si](mailto:info@kladivar.si)



# Unikatne tehnološke rešitve

K O N T R O L N I   S I S T E M   Z A   D C   M O T O R J E



## FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI

Iskra ASING d.o.o., je priznani ponudnik celostnih rešitev projektiranja, izdelave in tehnološkega inženiringa na sledečih programskih sklopih:

- Navijalni stroji in naprave
- Montažne linije in sistemi
- Impregnirne naprave
- Merilne naprave in sistemi

 **Iskra**  
Iskra Avtoelektrika Group

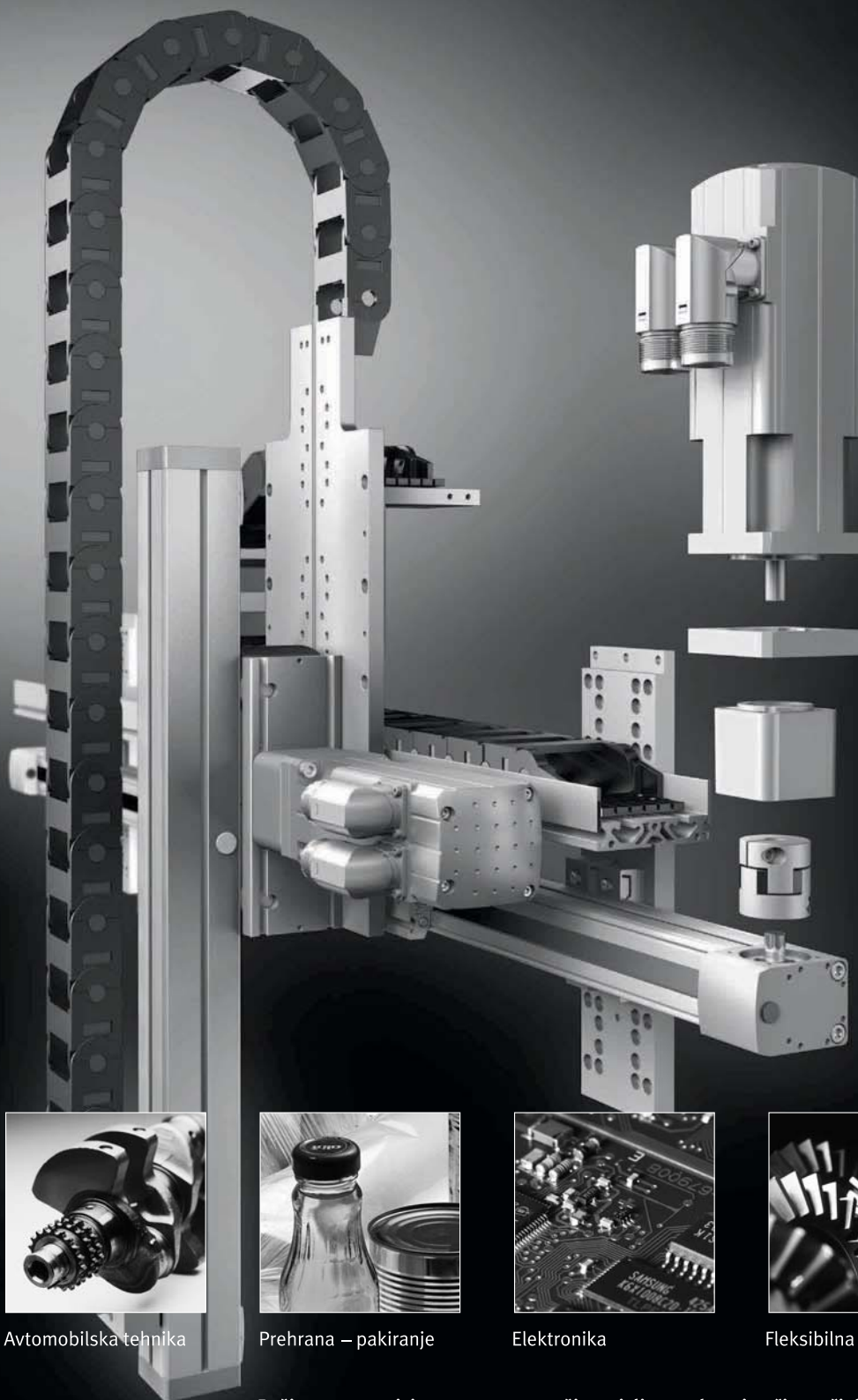
### Iskra ASING d.o.o.

Vrtojbenska cesta 62  
SI-5290 Šempeter pri Gorici  
asing@iskra-ae.com  
www.iskra-ae.com

# Sistemi: vaša specifikacija – naše jamstvo

## Avtomatizacija z električnimi pogoni

# FESTO



Avtomobilska tehnika



Prehrana – pakiranje



Elektronika



Fleksibilna montaža

### Rešitve avtomatizirane stregne po vaši zamisli uporabe – jamčimo učinkovitost

Rešite se skrbi z lastno gradnjo strežnih sistemov z zjamčeno ceno, dobavo in učinkovitostjo. Festov team za ustrezne rešitve pri naročnikih je sestavljen iz strokovnjakov za električna in pnevmatična krmilja ter kabelske povezave strojne opreme in standardnih strežnih sistemov. Na voljo so strokovnjaki za tridimenzionalno CAD-modeliranje, CAE-modeliranje funkcionalnosti in učinkovitosti! Zakaj bi se s temi vprašanji ukvarjali sami, če so rešitve za vas že tu?

**Za dodatne informacije o inovativnih rešitvah električnih pogonov se obrnite na nas še danes!**

**Festo, d.o.o. Ljubljana**  
Blatnica 8

SI-1236 Trzin

Telefon: 01/530-21-00

Telefax: 01/530-21-25

Hot line: 031/766947

info\_si@festo.com

www.festo.si