



**OPL**

**FESTO**

**WT**  
Wise Technologies  
AVTOMATIZACIJA IN OPTIČNA KONTROLA

**NORGREN**

**Parker**

**LAMA**  
Automation

**HYDAC**

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

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

**LEOSS**  
mač podatkov

**SMC**

- Ventil na obisku
- Intervju
- Razvoj pnevmatičnih pogonov
- Hidravlične tekočine
- Robotsko spajkanje
- Informacijske tehnologije
- Lesno obdelovalni center

[www.olma.si](http://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	5	■ PREDSTAVITEV	
Beseda uredništva	5	Podporno okolje za visokotehnološko podjetništvo	12
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	6	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	14	Flexibilnost in inovativnost – SMC Industrijska avtomatika	20
■ ALI STE VEDELI	72	■ INTERVJU	
Seznam oglaševalcev	94	Dr.-Ing. Heinrich Theissen, projektni vodja programa uvajanja biooil v Nemčiji	24
Znanstvene in strokovne prireditve	7	■ PNEVMATIKA	
		Hubertus MURRENHOF: Trends in Pneumatic Drives and Condition Monitoring Functions	27

**Naslovna stran:**

OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Lj. Tel.: + (0)1/ 58 73 600 Fax: + (0)1/ 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	LAMA, d. d., Dekani Dekani 5, SI6271 Dekani, Tel: (0)5 66 90 241 Fax: (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrove 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1/ 560 22 40 Fax: + (0)1/ 562 12 50	HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: (0)2 460 15 20 Fax: (0)2 460 15 22
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8, SI-1236 Trzin Tel.: (0)1/ 530 21 10 Fax: (0)1/ 530 21 25	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
Wise Technologies, d. o. o. Jarska cesta 10a 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 541 41 30 Fax: + (0)1 541 41 32 www.wiset.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
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	LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Lj., Tel.: + (0)1 530 90 20, Fax: + (0)1 530 90 40, www.leoss.si, leoss@leoss.si
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	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

■ HIDRAVLICNE TEKOČINE	
Heinrich THEISSEN: The German Market-Introduction Program for Bio-Based Lubricants 2000–2007: Seven Years of Experience	38
■ HIDRAVLICNE TEKOČINE	
Milan KAMBIČ, Branko KUS, Nico BROEKHOFF: Razvoj manj nevarne in okolju bolj prijazne HFA-tekočine in njena praktična uporaba v Premogovniku Velenje	44
■ ROBOTSKO SPAJKANJE	
Janez TUŠEK, Benjamin BERNARD, Robert LISAC: Robotsko spajkanje po postopku CMT ohišja elektromagnetnega ventila	52
■ ROBOTIKA	
Primož PRIMEC, Hubert KOSLER: Visoko produktivna robotska celica za varjenje v avtomobilski industriji	58
■ INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE	
Ašo ZUPANČIČ: Informacijska podpora opremljanju in urejanju končnih izdelkov po logističnih standardih v proizvodnji	62
■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
Marijan SAGADIN: Lesno obdelovalni center s trinajstimi hidravličnimi servo osmi	66
■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Servopogoni družine IndraDrive (DOMEL)	76
Servopogoni Mitsubishi MR-J3 (INEA)	78
Decentralizirani sistemi vakuumskih prijemal PIAB VGS™ (INOTEH)	79
IDEC – integrirani digitalni elektronski krmilni sistem batnih črpalk Parker s spremenljivo iztislino (KLADIVAR)	80

Ustvarila je družba Titus+Lama+Huwil
VENTIL

**REVIVA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO**  
 ISSN 1818-1379 • ŠTEVILKA 14/2008/1

**OPL**

**FESTO**

**WT**

**NORGREN**

**Parker**

**LAMA**

**HYDAC**

**MIEL omron**

**ALBATROS**

**LEOSS**

**SMC**

- Ventil na obisku
- Intenzija
- Razvoj pnevmatičnih pogonov
- Hidravlične tekočine
- Robotsko spajkanje
- Informacijske tehnologije
- Lesno obdelovalni center

industrijska

olja in maziva

**Proizvodni program:** Maflex, Maflex 2, Maflex 3, Maflex 4, Maflex 5, Maflex 6, Maflex 7, Maflex 8, Maflex 9, Maflex 10, Maflex 11, Maflex 12, Maflex 13, Maflex 14, Maflex 15, Maflex 16, Maflex 17, Maflex 18, Maflex 19, Maflex 20, Maflex 21, Maflex 22, Maflex 23, Maflex 24, Maflex 25, Maflex 26, Maflex 27, Maflex 28, Maflex 29, Maflex 30.

■ NOVOSTI NA TRGU	
Nova sesalna prijemala PIAB (INOTEH)	82
Ventili serije H (KOVIMEX)	82
Novo Rexrothovo elektronsko tlačno stikalo PE5 (LA & Co)	82
Super hitri čitalnik za črtno kodo linearnih in sestavljenih simbologij (LEOSS)	83
PSE550 – senzor za zaznavanje majhnih razlik tlaka (SMC Industrijska avtomatika)	83
■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Varovanje naprav z razpočnimi membranami	84
■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
Nove knjige	88
Priročnik Tehnična čistoča komponent in sistemov (HYDAC)	89
■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI	
Jure MIKELN: Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev	90
Računalniški program za konstruiranje hidravličnih agregatov	94



## **RMF FILTRI - ZA ZANESLJIVO IN NEMOTENO DELOVANJE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV**

- Z Off-line in By-pass RMF filtri lahko podaljšate življenjsko dobo hidravličnih olj in komponent tudi do 10-krat
- Filtri odstranijo iz olja poleg trdih delcev tudi vodo, smole in mulj, ki nastanejo zaradi kemičnih reakcij v olju
- Finost filtracije  $\beta_{0,5\mu}=200$
- Odzračevalni filtri z Z-R gelom odstranijo vlago iz zraka, ki vstopa v hidravlični rezervoar

**HAWE Hidravlika d.o.o., Petrovče 225, 3301 PETROVČE**

tel: 03/71 34 880, fax: 03/71 34 888

email: [info@hawe.si](mailto:info@hawe.si), web: [www.hawe.si](http://www.hawe.si)

© Ventil 14(2008)1. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 14(2008)1. 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	1	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, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Ziri  
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 NIKOLIĆ, 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.; dr. Paul McGuinness

Računalniški prelom 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 4771-761

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.

## Uvodnik

*Vsak začetek je težak in grenak, pravi znan slovenski pregovor. Njegov pomen pa si nekateri razlagajo kot opravičilo za slabo delo in drugi kot izgovor za začetne težave. Kakor koli že, če želiš neko delo opravljati, pač moraš z njim začeti in kdor dela, tudi greši, pravi drug slovenski pregovor.*

*S tem pa se ne želim opravičevati ali pa se skrivati ob napakah. Delati želim pošteno, korektno in čim bolj kakovostno. O uspešnosti dela pa boste sodili bralci in vsi, ki ste povezani z revijo Ventil.*

*Pravzaprav je težko reči, da je to popoln začetek. Revija Ventil se je z leti dobro uveljavila, pridobila številne naročnike, bralce, avtorje za pisanje člankov in stranke za oglaševanje. Za to težko prehojeno pot prav gotovo gre zahvala vsem, ki so v preteklosti imeli toliko korajže, da so jo ustanovili in jo tako uspešno vodili in uveljavili v slovenskem prostoru, v številnih slovenskih podjetjih in za številne bralce.*

*Posebni revolucionarni ambiciji v tem letu nimamo. Želimo le, da revija izhaja redno, da se naklada poveča za 10 %, da poslušamo pozitivno in ostanek dohodka porabimo za promocijo revije ter za druge aktivnosti, povezane z uveljavitvijo stroke, ki jo revija pokriva. Predvsem želimo, da se poveča krog bralcev, krog podjetij, ki jim bo revija v pomoč pri njihovi dejavnosti, in da nekoliko razširimo krog sodelujočih znanstvenikov in strokovnjakov s področij, ki jih obravnava revija.*

*Naš cilj pa so tudi študentje vseh tehničnih strok. Želimo, da revijo berejo, v njej najdejo nekaj za sebe in v njej na tak ali drugačen način sodelujejo.*

*V tem času, ko so gospodarski trendi ugodni, ko industrija povečuje prodajo, izboljšuje produktivnost in povečuje dodano vrednost, moramo izkoristiti ugodne pogoje in tudi z revijo, kot je Ventil, prispevati k informiranju in izobraževanju slovenskih tehničnih strokovnjakov. Prav večje tehnično znanje, ki se prelevi v kakovostnejše delo, v boljše produkte z višjo dodano vrednostjo in večjo konkurenčnostjo na trgu, nam lahko prinese večji ostanek dohodka, kar je pogoj za nova vlaganja, nove investicije in za razvoj ter raziskave v splošnem.*

*Področja, ki jih pokriva revija Ventil, so za dvig produktivnosti še kako pomembna. Avtomatizacija in mehatronika sta dve področji, izjemno pomembni v vseh vejah industrije, saj brez njih sodobno strojništvo nikakor ne more. Celo več: prav avtomatizacija lahko v številnih primerih naredi izdelek cenejši in konkurenčnejši. Mehatrični izdelki so sestavljeni iz strojnih in elektroelementov ter drugih pogonskih, krmilnih in računalniških enot. Zaradi kompleksnosti izdelkov so takšni produkti praviloma visokotehnološki, z višjo dodano vrednostjo. Z revijo želimo prispevati k razvoju takšnih produktov v naši industriji.*

*Naša želja je, da bi revija Ventil prispevala k napredku na teh področjih s kakovostnimi informacijami iz sveta znanosti, k izmenjavi strokovnih izkušenj in tudi k izobraževanju v industriji, med študenti in tudi med dijaki in celo med učenci v osnovnih šolah.*

Janez Tušek

## Odprti dnevi dimenzijskih meritev

V tednu univerze smo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani organizirali dneve odprtih vrat v **Laboratoriju za alternativne tehnologije**. Na dogodek smo povabili študente fakultete in partnerje iz industrije, da bi jim predstavili rezultate sodelovanja s podjetjem Gazela.



Odprti dnevi v laboratoriju LAT

V **Laboratoriju za alternativne tehnologije**, ki ga vodi prof. dr. Miha Junkar, se ukvarjamo z nekonvencionalnimi obdelovalnimi tehnologijami, kot so abrazivni vodni curek, elektroerozijska obdelava, laserska obdelava, in s tehnološkimi meritvami. Naše osnovno poslanstvo na področju meritev je razvoj novih merilnih metod, posredovanje znanja in uporaba meritev v industrijskem okolju.



Industrijski partnerji v pogovoru s predstavnikom podjetja Gazela

**Podjetje Gazela, d. o. o.**, iz Krškega, ki ga vodi direktor Igor Dobrovnik, se ukvarja s kompletnimi rešitvami s področja tehnoloških meritev. V svojem programu nudijo merilne sisteme in komponente družb Keyence iz Japonske in Mahr GmbH iz Nemčije.



Študentje so lahko preizkušali nastavitve merilnikov

Med njihove stranke se uvrščajo znana podjetja iz slovenskega prostora, kot so Cimos, TCG Unitech LTH OL, Hidria in Kolektor iz Idrije.

Poleg meroslovnega programa se hčersko podjetje Gazela PLATIT, d.o.o., Krško, ukvarja s PVD-plazmatskim nanašanjem tankih plasti na orodja. Posebnost proizvodnje so nanogradientne, nanoslojne in nanokompozitne trde prevleke za rezilna in preoblikovalna orodja.

**Sodelovanje** med partnerjema je že prineslo prve rezultate. Podjetje Gazela je omogočilo laboratoriju LAT dostop do moderne merilne opreme, ki jo s pridom uporabljamo tako pri pedagoškem kot tudi raziskovalnem delu. Merilne naprave, kot je laserski mikrometer Keyence, ali njihovi laserski merilniki oddaljenosti in sistemi za zaznavanje na osnovi računalniškega vida so prevelik finančni zalogaj za univerzitetno okolje, ki je brez sodelovanja z industrijo prepuščena preskromnim virom sredstev.



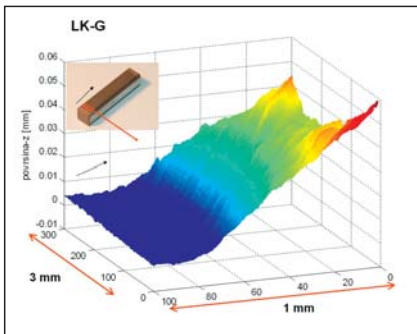
Laserski mikrometer Keyence

Na **odprtih dnevih laboratorija LAT** je bilo videti deset demonstracijskih paketov družbe Keyence, v katerih je na nazoren način prikazana dejanska uporabnost merilnih komponent. Na obiskovalce je napravila največji vtis hkratna meritev profila zobnika in njegovega opletanja, izvedena z dvema laserskima merilnikoma oddaljenosti tipa LK-G. Poleg demonstracijskih paketov so si obiskovalci lahko ogledali tudi vrsto samostojnih merilnikov in komponent firme Mahr GmbH.

Prvič smo predstavili tudi sistem za merjenje mikromeetrije površine, ki smo ga sestavili in zanj napisali krmilni program v LAT. Sistem sestavljajo triangulacijski merilnik oddaljenosti LK-G37 družbe Keyence, ki meri oddaljenost s ponovljivostjo 5/100 mikrometra, sistem za računalniški vid Keyence CV-2600 in koordinatna mizica.



Merilnik mikromeetrije površine



Meritev nanosa debeline laka

Merilnik smo uporabili za meritev debeline nanosa laka na piezoaktuatorju. Rezultate vidimo na zgornji sliki.

V okviru sodelovanja s podjetjem Gazela smo izvedli tudi meritve tanjšanja pločevine pri preoblikovanju z vodnim curkom.



Konturograf Mahr med meritvijo tanjšanja pločevine

Meritev smo opravili v Krškem s profilometrom Mahr Perthometer XC20. Merilni sistem omogoča merjenje profila z zgornje in s spodnje strani, iz razlike obeh krivulj pa naknadno izračunamo debelino.

Na koncu lahko zaključimo, da smo z odprtimi dnevi merilnice LAT uspešno zaključili prvo leto sodelovanja s podjetjem Gazela. V laboratoriju so se na prijetnem dogodku v pogovoru srečali študentje z učitelji in udeleženci iz industrije. Prav gotovo bo iz izmenjave mnenj zrasla tudi kakšna poslovna priložnost za udeležence.

Dr. Andrej Lebar, FS Ljubljana



## 15. Dnevi slovenske informatike - Portorož, 9. do 11. april 2008

Dnevi slovenske informatike so neodvisna strokovna konferenca, ki združuje informatike in vse, ki se ukvarjajo z informatiko in želijo slediti spremembam na tem področju. To je tradicionalno srečanje, ki ga bogatijo številne priložnosti za poslovno sodelovanje, neformalna druženja in zabavo. Namenjeno je tako pridobivanju novih znanj, izkušenj, izmenjavi idej kot tudi spoznavanju najboljših praks.

Rdeča nit 15. Dnevov slovenske informatike je **interoperabilnost kot izziv informatiki**. "Interoperabilnost na osnovi odprtih standardov za storitve in izdelke na področju informacijsko-komunikacijske tehnologije predstavlja enega najpomembnejših pogojev za uspešen razvoj informacijske družbe," so med drugim zapisali v Slovenskem društvu INFORMATIKA.

Več o dogodku na: [www.dsi2008.si](http://www.dsi2008.si)



## Znanstvene in strokovne prireditve

■ **FLUIDTRANS COMPOMAC 2008**  
(Bionalni mednarodni strokovni sejem fluidne, pogonske in krmilne tehnike, strojnih elementov in konstruiranja)

27.–30. 05. 2008

Milano, Italija

Organizator: Sejem v Milanu

Sočasne prireditve – sejmi:

- BIAS (Mednarodni sejem avtomatizacije, merilne tehnike, mikroelektronike in IT v industriji)
- Mechanical Power Transmission & Motion Control (Mednarodni sejem mehanske, pogonske in krmilne tehnike ter mehanskih pogonskih sestavin in enot)
- BI. MAN (Strokovni sejem industrijskega vzdrževanja)

■ **AUTOMATICA 2008** (Mednarodni sejem avtomatike s težiščem na stregi in montaži, robotiki in industrijski videotehniki)

11.–13. 06. 2008

München, ZR Nemčija

Organizatorji:

- Neue Messe München
- VDI (Wissensforum im Internationalen Congress Center München)
- DAGM (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Mustererkennung)
- TU München – Lehrstuhl Mensch-Maschine Kommunikation
- Fraunhofer IPA

Informacije:

- internet: [www.automatica-munich.com.online](http://www.automatica-munich.com.online)

nadaljevanje na strani 17

## Tretji in četrti podjetniški forum

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je v sredo, 12. 12. 2007, med 13. in 16. uro organizirala tretji podjetniški forum. V avli, v petem nadstropju in v predavalnici V/8 Fakultete za strojništvo so se predstavila tri podjetja.

Prvo je bilo podjetje **Gostol - Gopan, d. o. o.**, iz Nove Gorice, ki ga je predstavil direktor Alojzij Rot, univ. dipl. inž. stroj. Uvodoma je na kratko podal šestdesetletno zgodovino podjetja, nato je predstavil njihovo dejavnost in trge. Njihova proizvodnja temelji na izdelavi večjih peči in celih linij za peko kruha in druge procesne opreme za farmacevtsko industrijo in industrijo praškastih barv. Izdelke in proizvode tega podjetja lahko najdemo v številnih državah po celem svetu; največ pa v državah vzhodne Evrope. V zadnjem času prodirajo tudi na zahodnoevropska tržišča. Direktor si želi v svojem podjetju zaposliti več inženirjev strojništva, predvsem iz svojega okolja, to je iz širšega novogoriškega območja. Za nadaljnjo uspešno rast potrebuje diplomante naše fakultete, predvsem iz tehnološke in konstruktorske smeri

Drugo podjetje je bilo **TPV – Trzenje in proizvodnja opreme vozil, d. d.**, iz Novega mesta. Podjetje je predstavil dr. Tomaž Savšek, pomočnik generalnega direktorja. Najprej je



Študenti FS med pogovorom s predstavniki podjetij

opisal podjetje, njihove glavne proizvode, celotno skupino podjetij, ki je sestavljena iz štirih enot, lociranih v različnih krajih Slovenije. Vseh zaposlenih je skoraj tisoč. Njihovi dejavnosti sta predvsem razvoj in proizvodnja avtomobilskih delov. Veliko večino svojih proizvodov izvozijo na zahtevna evropska tržišča in za prestižne avtomobilске znamke. Pri razvoju in proizvodnji jim primanjkuje inženirjev strojništva. Želijo jih zaposliti več, ne glede na smer študija.

Tretji je bil **Litostroj E. I., d. o. o.**, ki po novem spada pod podjetje Litostrojpower, d. o. o. Podjetje sta predstavila Ladislav Sezonov, namestnik direktorja v Litostroj E. I., in Marjeta Rigač Lovrič, ki je v Litostrojpower zadolžena za stike z javnostjo. Litostroj je sinonim za vodne elektrarne oziroma turbine, vodne črpalke ter druga postrojenja za energetiko, in to ne samo pri nas, ampak predvsem v tujini. Njihovi proizvodi so prisotni po vsem svetu, v 50 različnih državah. Prav v tem obdobju dobivajo nova naročila in zato potrebujejo inženirje strojništva skoraj vseh profilov. Podjetje jim nudi ugodne pogoje za delo, stimulatívno nagrajevanje, možnost dodatnega izobraževanja in nadaljnega študija.

V sredo 9. 1. 2007 pa smo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani organizirali četrti podjetniški forum. Predstavila so se podjetja: **Rotis, d.o.o.**, iz Ljubljane, **Indenna dvigala, d.o.o.**, Ljubljana in podjetje **Rotomatika** iz Idrije oziroma njihova livarna iz Koprja.

Prvi je nastopil Srečko Levičnik, vodja komercialne, da predstavi podjetje Indenna dvigala, d.o.o., iz Ljubljane. Pov-

edal je, da so izjemno uspešni, da njihova proizvodnja in dohodek raste nadpovprečno hitro, da so prisotni po državah bivše Jugoslavije in da svojo proizvodnjo in prisotnost širijo še v druge države. Prav zaradi povečanega obsega dela si želijo v svoje vrste pridobiti inženirje strojništva. Kakšno delo bodo opravljali, pa je pojasnil njihov sodelavec diplomant naše fakultete, ki je pri njih zaposlen že dobro leto. Iz njegove predstavitve smo ugotovili, da je pravi »strojnik« in da uživa v delu v tem podjetju

Nato je sledila predstavitev podjetja Rotomatika Idrija, zlasti njihove enote v Kopru, ki se ukvarja s tlačnim litjem aluminija in njegovih zlitin. Podjetje je predstavil direktor Iztok Obad, univ. dipl. inž. str. Podal je osnovne značilnosti podjetja, produkte in načrte za bodočnost. Želijo se še bolj uveljaviti na področju tlačnega liva lahkih kovin in pridobiti bolj zahtevne produkte z višjo dodano vrednostjo. Problematiko na področju tehničnih kadrov pa je predstavila Martina Miklavčič. Predvsem je pozvala študente, naj se po končanem študiju odločijo za njihovo podjetje, da jim bodo omogočili kakovostno delo in stimulatívno nagrajevanje. Celotno Rotomatiko s sedežem v Idriji in želje tega podjetja po kadrih profila inženirja strojništva pa je predstavila Andrejka Rupnik iz Idrije.

Za tem pa je bilo na vrsti podjetje Rotis, d. o. o., ki ga je predstavil Danilo Skebe, univ. dipl. inž. stroj., odgovoren za komercialno. Podjetje izdeluje ležaje, zobnike, sornike, gredi in druge strojne elemente večjih dimenzij. Druga njegova pomembnejša dejavnost je zastopstvo za številna tuja podjetja s širšega področja strojništva, tretje področje pa so najrazličnejša vojaška vozila. Večino svojih izdelkov izvozijo na zahtevna evropska tržišča. Zaradi povečanega obsega dela želijo zaposliti več strojnih inženirjev za delo v proizvodnji in v komerciali.

*Prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana*

# Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

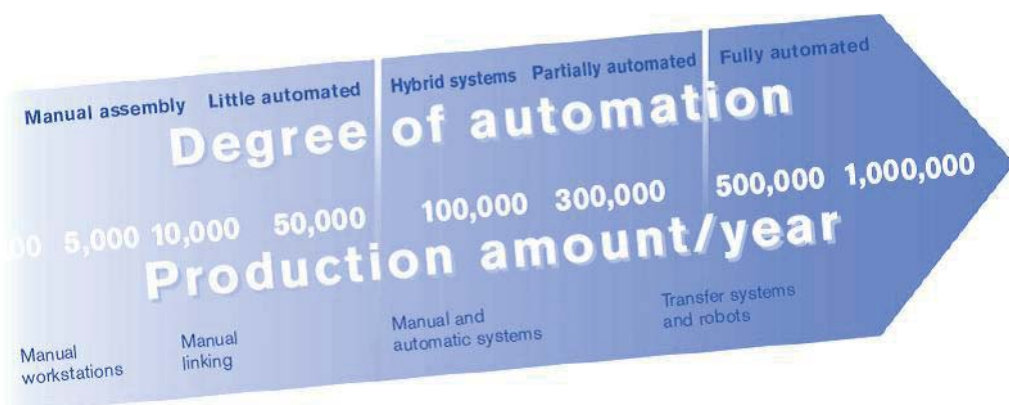
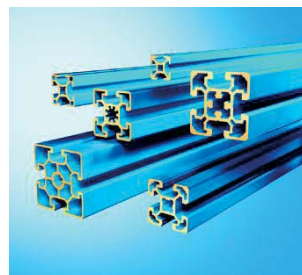
## Izkušnje in kvaliteta



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



## 2. Slovenski forum inovacij

**2. Slovenski forum inovacij**, ki je 17. in 18. januarja potekal v Cankarjevem domu, je obiskalo preko 2000 inovatorjev, predstavnikov in razvojnih vodij v inovativnih podjetjih, podjetnikov, raziskovalcev in vseh, ki jih inoviranje in podjetništvo zanimata.



Pozdravni govor mag. Petra Ješovnika, direktorja Javne agencije za podjetništvo in tuje investicije (foto: Nik Arh)

Obiskovalci so največjo pozornost namenili **razstavi Inovativni potencial Slovenije!**, predstavitvi 40 izbranih inovacij slovenskih inovativnih podjetij in samostojnih inovatorjev, ki jih je med 175 prijavljenimi izbrala nacionalna komisija za inovacije pod vodstvom izr. prof. dr. Matjaža B. Juriča. Komisija je med prijavljenimi izbrala tudi **10 najinovativnejših podjetij** (Acroni, ATech elektronika, Domel, Elaphe, Gama System, Intera, Lama Avtomatizacija, SAOP, Špica International in XLAB), ki so se predstavila na posebnem razstavnem prostoru.

Na razstavnem prostoru **Pot podjetniške zamisli**, grafičnem in vsebinskem prikazu poti podjetniške ideje do tržno uspešne inovacije, so strokovnjaki pomembnejših institucij podpornega okolja inovatorjem in drugim svetovali in jih, glede na razvojno stopnjo njihove inovativne ideje, usmerjali k pravim strokovnjakom. Pot je bila predstavljena s petimi najbolj značilnimi razvojnimi koraki: Imam idejo, Ustanavljam podjetje,

Razvijam izdelek/storitev, Podjetje raste – tržim izdelek/storitev ter Prodiram na tuja tržišča in širim podjetje. Iz Poti podjetniške zamisli so inovatorji stopili v **Poslovno stičišče**, kjer so poslovni stiki in svetovanja dejansko potekali. V Poslovnem stičišču je sodelovalo 18 institucij podpornega okolja ter 7 finančnih institucij (skladov tveganega kapitala, poslovni angeli), ki so realizirali 154 poslovnih stikov.

Pestro je bil tudi v treh dvoranah, kjer so potekali izobraževalni dogodki. Razporejeni so bili po tematskih sklopih: **Odprti oder** (predstavitve inovacij in okrogle mize o aktualnem inovacijskem podjetniškem okolju v Slo-

veniji), **Start:up Slovenija** (predavanja, delavnice in okrogle mize, namenjene pospeševanju inovativnega razvoja start-up podjetij), **Inovativna Slovenija** (za podjetnike, inovatorje in raziskovalce in druge posameznike, ki želijo postati še uspešnejši na področju inoviranja in razvoja pod-

jetij) in program **Za mlade** (namenjen spodbujanju ustvarjalnosti že v srednješolskem in študijskem obdobju). 73 izobraževalnih dogodkov se je udeležilo preko 1500 udeležencev, med njimi je bilo okoli 550 dijakov in študentov.

2. Slovenski forum inovacij pa ni bil prostorsko umeščen le v 2. predverje Cankarjevega doma, ampak se izbrane inovacije v letu 2007, ideje in mnenja o slovenskem inovacijskem podjetniškem okolju predstavljajo tudi v uradnem **katalogu** foruma z naslovom Inovativni potencial Slovenije kot tudi na spletni strani [www.sfi.si](http://www.sfi.si).

2. Slovenski forum inovacij sta organizirala Ministrstvo RS za gospodarstvo in Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije (JAPTI). Partner je bila Tehnološka agencija Slovenije. Izvajalec pa Inštitut Hevrek! s partnerjema Inštitutom za raziskovanje podjetništva (IRP) in Centrom za raziskovanje novih tehnologij (CNT) ter v sodelovanju z Ljubljanskim univerzitetnim inkubatorjem, Cankarjevim domom, Aktivnimi slovenskimi inovatorji (ASI), Tehnocentrom Univerze v Mariboru in Znanstvenim parkom Univerze v Mariboru.

Alja Gajšek,  
Slovenski forum inovacij



Razstava Inovativni potencial Slovenije – predstavitev 40 izbranih inovacij (foto: Nik Arh)

## 4. mednarodni sejem avtomatizacije in mehatronike – IFAM 2008 v Celju

Sedaj že tradicionalna organizatorja ICM, d. o. o., iz Celja in AX Elektronika, d. o. o., iz Ljubljane nadaljujeta z organiziranjem mednarodnega sejma avtomatizacije in mehatronike. Letošnja četrta prireditev po vrsti je potekala od 30. januarja do 1. februarja na celjskem sejmišču.

- računalniške aplikacije,
- storitve in izvajalci storitev,
- raziskave in razvoj,
- strokovna združenja in društva,
- strokovna literatura.

Posebej so bile predstavljene strokovne revije: Svet elektronike, IRT 3000 in Ventil.



Pogled na razstveni prostor (foto: arhiv IRT3000)

S preselitvijo iz dvorane Zlatorog na celjsko sejmišče je prireditev postala pravi strokovni sejem za obravnavano področje v naši regiji. Letos je sodelovalo 59 razstavljalcev in v okviru le teh 129 zastopanih podjetij iz 11 držav, v glavnem evropskih, pa tudi iz Japonske in ZDA. Glede na tretji sejem IFAM 2007 je to povečanje števila razstavljalcev za 30 %.

Razstveni program sejma je obsegal predstavitve izdelkov, storitev in razvojnih dosežkov z naslednjih tematskih področij:

- avtomatizacija,
- robotika,
- mehatronika,
- meritve, preskušanje in nadzor,
- montaža in operativna tehnologija,
- računalniški vid,
- sistemi za pozicioniranje,
- pogoni: rotacijski in linearni,
- senzorika,
- nadzorni sistemi,
- napajalni sistemi,
- naprave za nadzorovanje in opazovanje,

Najpomembnejšo obsejmsko dejavnost pa so predstavljala številna predavanja. Predstavljenih je bilo skupaj 16 predavanj in organizirani dve delavnici. Med izstopajočimi temami navedimo:

- Napredni gradniki za celovit sistem računalniško podprtega vodenja proizvodnje (tri predavanja: S. Muhič Pureber, H. Gole in A. Habič),
- Zagotavljanje informacijske podpore v različnih tipih kosovne proizvodnje (M. Tuta),
- Scandura, Equipment and Calibra-

- tion System for Process Instrumentation (H. I. Dott),
- Napredni gradniki in tehnologije za vodenje zahtevnih šaržnih in zveznih procesov (dve predavanji: I. Steiner in B. Zalar),
- Predstavitve programov: inteligentni senzorji (SICK), programska oprema za vodenje in planiranje proizvodnje JobDISPO, EPLAN Electric P8, EPLAN PPE,
- Gradniki uspešnega vodenja kompleksnih tehnoloških procesov (M. Mandelj),
- Avtomatizacija strojev in naprav (tri predavanja: F. Trdič, M. Skubic, M. in J. Dobovšek),
- delavnica: WinCC Flexible 2007 (Siemens),
- okrogla miza: Kako povezati študente z gospodarstvom (Društvo avtomatikov Slovenije).

### Viri:

- Uradni katalog sejma IFAM 2008, 30. 01.–01. 02. 2008, Celje (internet: [www.ifam.si](http://www.ifam.si))
- Tehnične novosti razstavljalcev IFAM 2008 – Press Informacije ICM, d. o. o., Celje (e-pošta: [press@icm.si](mailto:press@icm.si), internet: [www.ifam.si](http://www.ifam.si))

A. Stušek



Fakulteta za strojništvo UL in strokovni mediji na sejemu (foto: arhiv IRT3000)

# Podporno okolje za visokotehnološko podjetništvo

**Tehnološki park Ljubljana, d. o. o.**, je na začetku decembra lani na Brdu pri Ljubljani svečano odprl moderno, evropskim standardom prilagojeno infrastrukturo za potrebe vrhunskega tehnološkega podjetništva. Dolgoletna prizadevanja Tehnološkega parka Ljubljana za zagotovitev optimalnih pogojev za razmah visokotehnološkega podjetništva v osrednjeslovenski regiji so na otvoritvi pozdravili dr. Žiga Turk, minister za razvoj, prof. dr. Andreja Kocijančič, rektorica Univerze v Ljubljani, Zoran Jankovič, župan Mestne občine Ljubljana, in dr. Janez Potočnik, evropski komisar za raziskave in razvoj.

Celotna prva faza gradnje Tehnološkega parka Ljubljana s sedmimi objekti, ki se bo predvidoma zaključila v letošnjem marcu, bo obsegala okrog 61.000 kvadratnih metrov brutoetažnih površin. V prvih sedmih objektih se bo naselilo okrog 80 podjetij, medtem ko je zanimanje za naselitev v Tehnološkem parku Ljubljana na Brdu pokazalo že več kot 160 podjetij. Poleg tehnoloških podjetij se bodo v skladu s projektom in zamislijo mesta v malem naselila tudi storitvena podjetja s ponudbo kakovostnih storitev za podporo poslovnih procesov in dobro počutje.



Otvoritvena slovesnost – mag. Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana



Območje Tehnološkega parka Ljubljana na Brdu (prvih sedem objektov)

Ocenjena vrednost investicije v prvo etapo I. faze znaša 42 milijonov evrov. Finančna sredstva je Tehnološki park Ljubljana zagotovil z bančnim posojilom in z nepovratnimi sredstvi iz Evropskega strukturnega sklada za razvoj v višini 25 odstotkov upravičenih stroškov. Mestna občina Ljubljana je poleg zemljišč, s katerimi je dokapitalizirala družbo Tehnološki park Ljubljana, d. o. o., izvedla tudi komunalno opremljanje zazidalnega območja, razvod plinske instalacije, vodovoda, elektrokabelske kanalizacije, fekalne in meteorne kanalizacije ter asfaltiranje cestišča, pločnikov in kolesarskih stez.

Z gradnjo ustrezne poslovne infrastrukture za visokotehnološka podjetja bo Tehnološki park Ljubljana kakovostneje izvajal poslanstvo – zagotavljanje vrhunskega podpornega podjetniškega okolja za prenos raziskovalnih in inovativnih poslovnih zamisli v uspešno in mednarodno konkurenčno tehnološko podjetništvo. Hkrati pa je tako vzpostav-

ljen tudi temelj, da se Tehnološki park Ljubljana razvije v mednarodno prepoznavno podporno podjetniško okolje in poslovno središče za razmah globalno konkurenčnega inovativnega tehnološkega podjetništva. Tehnološki park Ljubljana, d. o. o., od leta 1995 povezuje, razvija, ohranja ter zadržuje visokotehnološki podjetniški potencial v regiji. Dodatno zagotavlja podporno podjetniško okolje za prenos raziskovalnih izsledkov in inovativnih poslovnih zamisli v uspešno in mednarodno konkurenčno tehnološko podjetništvo. Pri oblikovanju in izvajanju poslanstva Tehnološkega parka Ljubljana sodelujejo **družbeniki: Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, IskraTel, d. o. o., Iskra Sistemi, d. d., Lek, d. d., in Mestna občina Ljubljana.** Tehnološki park Ljubljana vključuje podjetniške pobude in sooblikuje podjetja na področju informacijskih in komunikacijskih tehnologij, avtomatizacije v industriji, novih materialov, biokemije in kemije, energetike ipd. Hkrati pa si neprestano prizadeva razvijati in sooblikovati inovativno okolje:

- s premišljenimi podpornimi shemami,
- z izvajanjem izobraževalnih in povezovalnih dejavnosti v sodelovanju s fakultetami, inštituti in centri znanja,
- z zagotavljanjem sodobne teh-



Skupnost Tehnološkega parka Ljubljana oblikuje 84 podjetij (40 inkubiranih podjetij in 44 podjetij v fazi rasti)

nične in infrastrukturne podpore poslovanju vključenih podjetij po ugodnih cenah,

- s povezovanjem in iskanjem strateških partnerjev ter primernih finančnih institucij za vključena podjetja itd.

Ob koncu leta 2007 je Tehnološki park Ljubljana združeval **84 podjetij, od tega 40 rednih članov v fazi inkubacije, ki zaposlujejo skupaj več kot 400 vrhunskih domačih strokovnjakov, in 44 podjetij v fazi rasti**. Večina podjetij, ki so v fazi rasti, se je že mednarodno uveljavila, saj so njihovi proizvodi in storitve postali del globalnega trga. K nastopu na mednarodnem trgu pa Tehnološki park Ljubljana spodbuja podjetja tudi v začetni fazi poslovanja.

Tehnološki park Ljubljana je na osnovi izkušenj in dobrih praks iz tujine oblikoval dejavnosti za zagotavljanje strokovne pomoči in svetovanja na različnih stopnjah razvojnega cikla podjetij, članov Tehnološkega parka Ljubljana (snovanje, začetek delovanja, zorenje).

V fazi **snovanja** Tehnološki park Ljubljana izvaja predinkubacijske aktivnosti, in sicer oblikuje poslovne ideje in motivira potencialne podjetnike (v sodelovanju z Ljubljanskim univerzitetnim inkubatorjem izvaja projekta Tekmovanje za najboljšo poslovno idejo in Tekmovanje za najboljši poslovni načrt), preverja poslovne pobude (subvencije in svetovanje za razvoj poslovne ideje v poslovni načrt), nudi svetovanje pri pripravi poslovnega načrta (poslovno

mentorstvo), svetovanje in pomoč pri ustanavljanju podjetja, ...

V fazi **začetnega delovanja podjetja** se Tehnološki park Ljubljana osredotoča na zagotovitev ustrezne infrastrukture za delovanje podjetja, administrativne pomoči

pri zagonu podjetja, strokovnega izobraževanja in posredovanja pomembnih poslovnih informacij, promocije podjetja in njegovih dosežkov tako doma kot v tujini, povezovanja z institucijami znanja in finančnimi institucijami, subvencioniranja stroškov delovanja podjetja, itd.

V fazi **zorenja** pa Tehnološki park Ljubljana nudi članom storitve pri upravljanju s kadri, vodenju družbe in njeni internacionalizaciji, prodoru na tuje trge, oblikovanju strategij razvoja itd.

Faza **delovanja in rasti družbe** v subvencioniranem okolju lahko traja 2–3 leta poslovanja (celotno obdobje zorenja ali stabilizacije poslovanja družbe traja 4–5 let). Tehnološki park Ljubljana v vseh obdobjih rasti družbe skrbi tudi za vzbujanje sinergij med podjetji, ustanovitelji in okoljem. Pomembno je, da lahko podjetja v fazi rasti zagotavljajo mentorstvo mlajšim družbam. Dodatno pa se lahko podjetja vključijo v specializirane programe, ki jih izberejo na osnovi njihovih potreb, in sicer: **hitri start** (podpora pri ustanovitvi podjetja, razvoju podjetja, oblikovanju poslovnega modela, ugotavljanju in vrednotenju potencialov, razvoju strategije, ...), **dostop do financ** (podpora pri razvoju podjetja in dostopu do kapitala), **internationalizacija** (podpora pri razvoju podjetja, s poudarkom na pripravi prilagoditvah

na internacionalizacijo), **podjetniški klub** (sodelovanje in povezovanje med raziskovalnimi institucijami in gospodarstvom) ter **prijazna umestitev** (namenjeno tujim podjetniškim pobudam, kjer se zagotovi preverjanje gospodarskega potenciala, podpora pri ustanavljanju podjetja, pri njegovem zagonu in razvoju).

Za vključitev v podporno podjetniško okolje Tehnološkega parka Ljubljana in pridobitev statusa inkubiranega podjetja je nujno, da podjetniška skupina razvija pobudo na tehnološkem področju (informacijske in komunikacijske tehnologije, novi materiali, avtomatizacija v industriji, biokemija in kemija, varovanje okolja, energetika itd.) in jo želi udejanjiti z ustanovitvijo podjetja, ima željo po hitri rasti in prispeva sinergijske učinke in dodano vrednost v skupnost Tehnološkega parka Ljubljana. Podjetniška skupina mora pripraviti poslovni načrt s strokovnimi mnenji o tehnološki naprednosti in finančni izvedljivosti. Poslovni načrt mora izkazovati željo po rasti in učinkovitosti, dodano vrednost, vpliv na dvig konkurenčnosti in tehnološkega nivoja v okolju ter željo po sodelovanju v skupnosti podjetij Tehnološkega parka Ljubljana. Nato podjetniška skupina predstavi poslovni načrt komisiji Tehnološkega parka Ljubljana za podelitev rednega članstva. Komisija, ki jo sestavljajo predstavniki družbenikov, poda mnenje o primerosti vključitve pobude ali podjetja v inkubacijsko razmerje s Tehnološkim parkom Ljubljana.

Podrobne informacije o postopku vključitve v Tehnološki park Ljubljana, storitvah in programih pomoči, članih in druge vsebine so dostopne na spletnem mestu Tehnološkega parka Ljubljana [www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si).

Kristina Ober, Tehnološki park Ljubljana



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA

01

## Logistika: V Nemčiji najboljša Zebra

Prva črna koda je bila v Nemčiji vpeljana pred natanko 30 leti (1977), ko si nihče ni upal niti predstavljati, da se bo tehnologija tako zelo obnesla, da bo edinstvena identifikacijska številka GS1 30 let kasneje dodeljena več kot 130.000 nemškim družbam. In kdo si po mnenju 300 vodilnih ljudi v nemški logistiki in trgovini zasluži prestižno nagrado LOGISTIK Inside Image Award, ki so jo v Meerbuschu (Nemčija) prvič podelili tudi v kategoriji tiskalnikov za črtno kodo? Presenečenja ni bilo, zmagala je **Zebra**.

Ocenjevanje je potekalo z dodeljevanjem točk na različnih področjih logistike, med katerimi najdemo tudi tiskalnike za črtno kodo in RFID. V letu 2007 so uporabniki za najboljše ocenili tiskalnike Zebra. Zebri v Nemčiji tako zaupa največ uporabnikov, ki označujejo s črtno kodo in RFID, saj bi jo prijateljem priporočilo kar 60 %.



Industrijski tiskalnik Zebra 220iIIIPlus

Sledi ji Intermec s 37 %. V kategoriji prepoznavnosti blagovne znamke je Zebra (55 %) presenetljivo prekosila Toshiba (69 %), na tretjem mestu je Intermec, ki ga pozna 49 % vprašanih. V kategoriji zadovoljstva uporabnikov se je Zebri (807 točk) najbolj približal

Sato (802 točki). Skupni rezultati (povprečja vseh kategorij) za področje tiskalnikov za črtno kodo so: 1. Zebra (760 točk), 2. Intermec (697 točk), 3. Toshiba (673 točk), 4. Printronics (612 točk).

Več informacij: <http://www.logistik-inside.de>, celotno študijo z rezultati in argumenti je za ceno 599 € mogoče naročiti na <http://www.logistik-inside.de/sixcms/detail.php?id=584893>.

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

## Dvodimenzionalna QR-koda

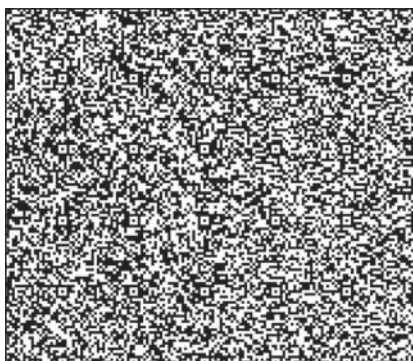
### Kaj je QR-koda?

Danes obstaja na svetu več kot 30 različnih dvodimenzionalnih (2D) kod, ki imajo specifične lastnosti glede na namen njihove uporabe. Zato velja, da popolna dvodimenzionalna koda, ki bi vsebovala vse lastnosti, ne obstaja, saj je bila vsaka načrtovana za določeno področje uporabe. Podobno je pri črtnih kodah. Čeprav obstaja več deset različnih tipov črtnih kod na različnih področjih, se širše uporablja le kakšnih pet do šest.

Dvodimenzionalne simbologije so še vedno v uvodni fazi, saj neprestano prihajajo na tržišče nove. Kot pri črtnih kodah se bo tudi pri dvodimenzionalnih simbologijah pokazalo, da so nekatere v specifičnih aplikacijah bolj uporabne kot druge.

Bistvena razlika med »klasičnimi« enodimenzionalnimi črtnimi kodami,

ki jih pogosto imenujejo tudi linearne črtno kodo, in dvodimenzionalnimi je ta, da lahko v prve zapišemo največ 128 znakov, odvisno od simbologije, v dvodimenzionalne kode pa lahko zapišemo veliko več znakov. Kot je že zapisano v prispevku o QR-kodi, gre lahko celo za zapis do 7089 znakov v eni sami kodi in na zelo majhni površini. Površina naj bi ustrezala 1 kvadratnemu inču (6,45 kvadratnega cm), vendar je ob tem potrebno



QR koda

upoštevati še druge parametre (npr. visoka ločljivost tiskanja, visoke sposobnosti čitalnika za zajem podatkov, oddaljenost itd.).

### Visoka hitrost branja

QR-koda je rezultat raziskav japonskega proizvajalca **Denso**. QR-koda se je že ustalila na mnogih tržiščih kot dvodimenzionalna koda z veliko hitrostjo branja.

To je ena od pomembnejših lastnosti te kode. Pri dvodimenzionalnih kodah potrebujemo zaradi večje količine informacij, ki jo vsebujejo v primerjavi z običajno kodo, tudi več časa, da kodo optično preberemo, analiziramo, dekodiramo in oddamo naprej rezultat. Zato imamo pri dvodimenzionalnih simbologijah v primerjavi s čitalniki navadne črtno kodo pogosto vtis, da so lastnosti slabše. Ta vtis je pomemben, saj lahko razlika nekaj desetink sekun-

de povzroči pri operaterju popolnoma drugačen občutek. QR-koda je bila že načrtovana z namenom, da bi bila hitrost branja čim večja. S čitalniki, ki so trenutno na tržišču, je ta v povprečju desetkrat hitrejša od ostalih 2D kod. Tako na primer potrebujemo 30 ms za branje kode, ki vsebuje 100 numeričnih znakov.

Znak nam pove samo to, da koda vsebuje določene podatke. Znak je zapis teh podatkov na način, ki je berljiv za ustrezne naprave za zajem. Bolj kot je koda zgoščena, več podatkov je zapisanih v njej (več znakov). Pomembna prednost QR-simbologije dvodimenzionalne kode je ta, da lahko v njej z ustreznim čitalnikom hitro zajamemo podatke, tudi kadar je koda delno poškodovana (v nekaterih primerih je lahko manjka celo 30 %).

### Vsesmerno čitanje

Naslednja pomembna lastnost QR-kode je vsesmerno branje. To pomeni, da ni pomembno, kako je koda poravnana s čitalnikom. Čitalnik jo prebere, četudi je obrnjena na glavo ali kakorkoli drugače zarotirana.



Industrijski ročni čitalnik Metrologic MS1890 Focus – za 2D kodo

### Vgrajeno popravlanje napak

Pri kodi lahko pride do poškodb, zato je v QR-kodo vgrajeno tudi popravlanje napak. Imamo štiri možne načine delovanja, ki omogočajo popravlanje napak v primeru, da je poškodovanih med 7 in 30 % (glede na način izdelave kode) podatkov.

Matrične kode so nastale zaradi potrebe po veliki količini podatkov na

majhnem prostoru. V QR-kodo lahko vpišemo različne količine podatkov glede na njihovo vrsto. Ločimo: numerične, alfanumerične (tekst) in binarne.

Poglejmo, koliko podatkov lahko največ shranimo, če imamo vklopljeno opcijo popravljanja do 7 % napak.

**Numerični način:** do 7089 znakov. V numeričnem načinu uporabljamo samo znake 0–9. Pri tem so trije znaki predstavljeni z 10 biti.

**Alfanumerični način:** do 4296 znakov. V alfanumeričnem načinu lahko zakodiramo največ 49 znakov (0–9, A–Z, presledek, \$, %, \*, +, -, ., / in :). Dva znaka sta predstavljeni z 11 biti.

**Binarni način:** do 3096 znakov. V binarnem načinu je vsak znak predstavljen z 8 biti (1 byte).

QR-kodo lahko izdelamo s pomočjo profesionalne programske opreme za oblikovanje in tiskanje (NiceLabel, Zebra Designer) in jo nato natisnemo na etikete poljubnih dimenzij s pomočjo namenskih tiskalnikov. Za

zajem podatkov uporabljamo čitalnike ali ročne računalnike z vgrajeno kamero, ki omogoča zajem slik.

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

logistika08

5. in 6. marec 2008

Fakulteta za logistiko v Celju

Organizator dogodka:



Izvajalec dogodka:

GR inženiring d.o.o.

[www.logistika-slo.si](http://www.logistika-slo.si)

Bodite del Logistike 08 tudi vi!



01.-03.10.2008

Celje, Slovenija

[WWW.INTRONIKA.SI](http://WWW.INTRONIKA.SI)

## Super hitri čitalnik za črtne kode linearnih in sestavljenih simbologij

**Microscan Quadrus MINI Velocity** je najsposobnejši mini čitalnik za črtne kode na svetu, ko gre za hitrost zajema podatkov. Na sekundo je z vgrajeno kamero sposoben zajeti 45 črtnih kod, s čimer ustreza tudi najstrožjim zahtevam za namestitvev na kontrolnih točkah ob proizvodnih linijah. Te lahko tečejo mimo čitalnika z velikimi hitrostmi – celo do 2,54 m/s. Industrijski čitalnik Microscan Quadrus MINI Velocity predstavlja idealno rešitev za vsako dinamično aplikacijo, v kateri je zagotavljanje sledljivosti nujno potrebno.

Vgrajena kamera z odlično optiko, visoko ločljivostjo in širokokotnim objektivom v kombinaciji z avtofokusom zagotavlja čitalniku optimalen zajem podatkov. Gre za tehnično dovršen avtomatski sistem, s katerim kamera samodejno nastavi ostrino slike ob vsakem proženju. Zaradi širokokotnega objektiva lahko v kombinaciji z opcijskim desnim ogledalom s čitalnikom uspešno zajamemo relativno velike linearne ali sestavljene črtne kode z razmeroma kratke razdalje; črtne kode velikosti do 50,8 mm lahko nemoteno zajamemo s polovične razdalje (25,4 mm).

Zares majhne dimenzije – višina 25,4 mm, širina 45,7 mm in dolžina

53,3 mm – umeščajo čitalnik med ustrezne za aplikacije v povezavi z roboti, robotskimi stregami ipd. Tako je Quadrus MINI namenjen nadzoru dela ob proizvodnih linijah, zajemu podatkov pri pakiranju blaga (npr. v pakirnicah farmacevtskih družb), sledenju označenih elektronskih vezij, podpori pri sestavljanju polizdelkov oz. pri nadzoru sestavljanja podsklopov, sledenju in distribuciji paketov, pošiljk ali dokumentov.



Čitalnik, ki deluje povsem avtomatsko, vključuje še nekaj naprednih funkcij:

- zmožnost primerjave kakovosti izpisa med zajetimi črtnimi kodami,
- sporočanje kakovosti zajetih črtnih kod,
- opcija Q-Mode,
- opcijska USB-povezljivost.

Opcija **Q-Mode** je skupek algoritmov, ki izboljšuje zmožnosti čitalnika v smislu dešifriranja širokega števila simbologij črtne kode (1D in 2D, tudi Micro QR, Aztec in Postal Codes) in širšega kota objektiva. Čitalnikov serije Quadrus z opcijo Q-Mode ni mogoče nadgraditi na terenu, pač pa poteka vklop ob njihovi proizvodnji. Q-Mode Quadrus povečuje globino čitanja s standardnih 15,24 cm na 17,78 cm, medtem ko se vidno polje s 7,62 cm razširi na 8,89 cm.

### Področja uporabe:

- proizvodnja,
- logistika in transport,
- zdravstvo.

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

### Popravek

V prispevku **Nov predsednik CE-TOP-a** – Ventil 13(2007)6 – str. 374 – tretji stolpec – prvi odstavek – se konec zadnjega stavka pravilno glasi: »... in letnim prometom preko 10 milijard evrov.« (in ne 10 milijonov evrov, kot je bilo napačno zapisano!) Za neljubo napako se bralcem iskreno opravičujemo.

*Uredništvo*

 **CONTROL TECHNIQUES**  
www.controltechniques.com



Frekvenčni regulator  
**Commander SK**

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Na zalogi
- Ugodna cena



Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.

Kalce 38b, 1370 Logatec  
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si  
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

Izvajamo:

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev

Dobavljamo:

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje

 **ELGO ELECTRIC**



Prikazovalnik pozicije  
**Z-58**

- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme
- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm
- Vmesnik RS232 in RS422
- Dva relejna izhoda
- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA

## PIAB in SKF s skupnim logističnim servisom

Svetovno vodilna firma na področju vakuumske tehnike *PIAB* je v novembru preteklega leta (20.11.2007) objavila podpis sporazuma o skupnem logističnem servisu s poznano firmo *SKF*. *PIAB* bo od sedaj svoje visoko cenjene izdelke in njihove rezervne dele distribuiral iz njihovega centralnega konsignacijskega skladišča v Tongernu, Belgija. Strateško pozicionirani logistični center bo omogočal kupcem *PIAB*-ovih izdelkov na območju EU dobavo v 24 urah.

Vodja prodaje pri *PIAB*-u Ch. Söderberg poudarja, da bodo tako lahko izboljšali razpoložljivost njihovih izdelkov pri vseh zainteresiranih kupcih. Saj vedo, da morajo zagotoviti čim hitrejši dobavni servis, če hočejo ostati tržno konkurenčni.

Sodelovanje med *PIAB*-om in *SKF*-om ima po besedah vodje J. Tella (CEO) izreden pomen, saj ima firma *SKF* vzorno organizirano distribucijo vrste tehničnih artiklov, vključno z majhnimi, visokovrednimi izdelki, kot so *PIAB*-ovi. Z njihovimi v praksi potrjenimi dosežki in številnimi novimi možnostmi bodo lahko zagotavljali potrebe njihovih kupcev in nadaljnjo globalno rast podjetja.

S tem sodelovanjem postaja *PIAB* globalno še bolj dostopen svojim številnim kupcem. *SKF* pa je, po besedah vodje njihove servisne službe Ph. Knightsa, počaščen, da je bil izbran kot *PIAB*-ov logistični partner, in se veseli skupne rasti poslovanja v Evropi in svetu. *PIAB*-ova načela ponudbe izdelkov vrhunske kakovosti, inovativne tehnologije in najboljših servisnih storitev v svetovnih merilih so povsem enaka tistim v *SKF*-u. Evropski distribucijski center v Tongernu, lociran v središču panevropskega transportnega sistema, pa predstavlja izvrstno osnovo hitrih in zanesljivih dobav in storitev vsem kupcem v Evropi – ob konkurenčnih cenah.



*J. Tell, CEO PIAB, in A. Forsberg, predsednik SKF Logistics Services*

Več informacij o firmi *PIAB* lahko dobite v zadnjem odstavku prispevka Decentralizirani sistemi vakuumskih prijemal *PIAB VGS™* v tej izdaji revije Ventil na str. 79.

Neodvisna poslovna enota *SKF Logistics Services* je bila ustanovljena leta 1995. Ukvarja se s konsignacijskim skladiščenjem, transportom, pakiranjem, distribucijo in servisom vseh izdelkov in storitev *SKF*-a v svetovnih merilih. Ob tem tudi drugim zainteresiranim izdelovalcem podobne in precizne opreme nudi enako integrirane logistične rešitve. In v svetovnih razmerjih zagotavlja časovno in cenovno optimalni transport po suhem, zraku ali po morju do vrat kupca. *SKF Logistics Services* ima okoli 1000 sodelavcev. Podrobnejše informacije pa so na voljo na spletnem naslovu:

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

Vir: *INOTEH, d. o. o., Ruška cesta 34, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: (0)2 6730134, fax: (0)2 6652081 mk@inotech.si, www.inotech.si*

nadaljevanje s strani 7

### 7<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power (7. mednarodni simpozij o fluidni tehniki)

16.–18. 09. 2008

**Toyama, Japonska**

Organizatorji:

- Japan Fluid Power Society (JFPS)
- Fluid Power Net International (FPNI)

Uradni jezik: angleščina

Tematika:

- Teoretične osnove
- Komponente in sistemi
- Uporaba teorije krmiljenja
- Simulacije in CAE

- Varčevanje z energijo
- Sistemi »človek – stroj«
- Medicinska in zdravstvena oprema
- Informacijska tehnologija in fluidna tehnika
- Mikro-, nanosistem
- Tribologija, tesnilna tehnika in nadzor onesnaženja
- Hrup in vibracije
- Gradbeništvo, rudarstvo in kmetijstvo
- Avtomobilizem
- Predelava plastičnih mas
- Aeronavtika, vesoljska tehnika in pomorstvo
- Robotika, mehatronika itd.

Informacije:

- internet:  
[www.ifps.jp/net/7thjfps/index.htm](http://www.ifps.jp/net/7thjfps/index.htm)



## Nove ideje o izobraževanju za fluidno tehniko

### Kakšna je prihodnost fluidne tehnike?

Na nedavni panelni razpravi srečanja *NFPA Education Industry Summit* v Chicagu je potekala živahna razprava o vprašanju, ali potrebujemo posebno diplomu za področje fluidne tehnike. V razpravi so sodelovali predstavniki naslovnega nacionalnega združenja za fluidno tehniko, predstavniki industrije in univerz ter direktor nedavno ustanovljenega raziskovalnega centra za kompaktno in učinkovito fluidno tehniko (*Research Center for Compact and Efficient Fluid Power*) pri univerzi v Minnesoti.

Kot vidimo, so ta vprašanja tudi v ZDA zelo pomembna in aktualna. Razprava je postavila v ospredje kar nekaj zanimivih vprašanj in idej.

- Večina razpravljavcev je soglašala, da trenutno veljavni štiriletni dodi-

plomski študij strojništva ni idealna rešitev. Diploma iz strojništva zagotavlja široke tehniške osnove, ki pa so šele predpogoj za nadaljnje izobraževanje na področju fluidne tehnike.

- Zgodnejše spoznavanje fluidne tehnike v okviru študija strojništva v obliki posebnih predmetov bi bilo nadvse zaželeno.
- Tipični mladi inženir išče atraktivno plačilo in zato želi diplomu s čim bolj prilagodljivim znanjem za različne veje industrije. Fluidno tehniko je študentom strojništva zato potrebno nuditi le kot ožjo opcijo znanj ali kot posebno usmeritev proti koncu študija.
- Druga zanimiva alternativa je predvsem magistrski študij fluidne tehnike.
- Industrija se mora aktivneje vključiti v kooperativne študijske pro-

grame fluidne tehnike in igrati pomembnejšo vlogo pri zagotavljanju laboratorijske opreme za praktično delo in spoznavanje fluidne tehnike.

- Pri izbranih univerzah je treba razviti širše možnosti za poglobljeno raziskovalno delo na obravnavanem področju. Razpravljavci so soglasno ugotovili, da žal mnogo profesorjev strojništva ne pozna niti osnov fluidne tehnike.
- Snovanje višješolskih programov študija fluidne tehnike je dodatna ideja. Nekateri že obstajajo, treba je preučiti njihovo učinkovitost in jih po presoji razširiti.

Vse navedene ideje so zanimive in mogoče smeri razvoja študija fluidne tehnike v povezavi s študijem strojništva in tehnike nasploh so lahko različne.

Soglasno pa so ocenili, da je ustanovitev Raziskovalnega centra za kompaktno in učinkovito fluidno tehniko izrednega pomena za nadaljnji razvoj te vede v ZDA. Zato pričakujejo, da ga bodo vsi, tako industrija in univerze kot strokovna javnost in država, podpirali. Oglasite se na spletni strani: [www.ccefp.org](http://www.ccefp.org)

Tudi za nas nadvse aktualna tematika!

Po uvodni besedi urednika v *H & P* 61(2007)11 priredil A. Stuček

GOSPODARSKA ZBORNICA SLOVENIJE

ZDRUŽENJE KOVINSKE INDUSTRIJE FLUIDNA TEHNIKA

**VENTIL**

REVUIJA 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](mailto:ventil@fs.uni-lj.si)

### Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki

**ePLAN**  
*fluid*



#### Kreiranje shem:

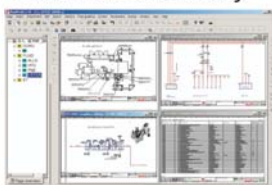
- avtomatska povezava in oštevilčevanje komponent
- knjižnice simbolov za pnevmatiko, hidravliko....
- knjižnice vodilnih proizvajalcev: FESTO, REXROTH, VOGEL,...
- medpovezave za strani in komponente
- medpovezave med fluidnim in električnim delom projekta

#### Samodejna evaluacija in generiranje dokumentacije

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

#### Integracija FESTO kataloga

- direktna povezava s FESTO katalogom
- detajlni 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



v sodelovanju

**FESTO** in **ePLAN**

#### 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

**EXOR ETI**  
inženiring za energetiko, transport in industrijo d.o.o.

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](mailto:info@exor-eti.si)  
[www.exor-eti.si](http://www.exor-eti.si)



# Sejem elektronike 2008

Ljubljana, 18. - 20. marec 2008



*Sejem z več kot 50-letno tradicijo!*



## Pravi sejem za elektroniko!

Bodite spet del slovitnega sejma z več kot 50-letno tradicijo, na najboljši lokaciji v Sloveniji, v prenovljenih sejmskih dvoranah z vso potrebno infrastrukturo...



## Glavoboli pri organizaciji lastnih dogodkov!?

Na sejmu elektronike lahko uporabite sejemsko organizacijo, opremo in konferenčne prostore!



## Razbijte sejmsko sivino!

Srečajmo se na predstavitev, delavnicah in drugih obsejmskih dogodkih... Povabite poslovne partnerje ter predstavite svoje rešitve, storitve in izdelke!



## Najboljše mesto za srečanje!

Prijazna Ljubljana, vsem najbližje mesto! Križišče evropskih poti, središče slovenske industrije, z ogromno bazo znanja, strokovnjakov in ljubiteljev elektronike!

Podroben program sejma je objavljen na spletnih straneh Sejma elektronike in na straneh generalnega medijskega pokrovitelja - revij **Elektronika** in **Avtomatika** - založbe **HYDRA & CO.**

([www.hydra-co.si](http://www.hydra-co.si) in [www.avtomatika.com](http://www.avtomatika.com)).

Osnovne razstavne teme so:

- Avtomatizacija, profesionalna elektronika
- Mehatronika in robotika
- Komponente, funkcijske enote in materiali

- Telekomunikacije
- Radiodifuzija
- Internet in z njim povezane storitve
- Multimedijske tehnologije
- Poslovna elektronika
- Računalništvo
- Varnostne in zaščitne naprave
- Storitve, inženiring in literatura
- Združenja in ustanove ...

# Fleksibilnost in inovativnost – SMC

## Industrijska avtomatika

Pnevmatika je v povezavi z elektroniko vodilna oprema za avtomatizacijo v različnih industrijskih vejah. Kljub močnemu prodoru električnih pogonov je pnevmatika ohranila primat v veliko primerih. SMC Industrijska avtomatika, d.o.o. je uveljavljeno svetovno podjetje s sedežem v Tokiu. Na slovenskem trgu je prisotno že več kot 10 let. Pogovarjali smo se z direktorjem Marjanom Matohom.



Nova poslovna stavba podjetja SMC

**Ventil:** Ali lahko za začetek poveste nekaj o ustanovitvi podjetja v Sloveniji, razlogih za to, o položaju in ciljnih?

**M. Matoh:** Podjetje SMC je bilo ustanovljeno leta 1959 v Tokiu, od koder se je potem razširilo praktično po celem svetu.

V Sloveniji je bilo podjetje SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., ustanovljeno leta 1997. Do lani je bil sedež podjetja v prostorih bivše Iskre v Žužemberku, sedaj pa smo se preselili v Trebnje v nove prostore, ki smo jih zgradili v letu 2006/07.

V programu imamo v glavnem komponente za avtomatizacijo različnih proizvodnih procesov.

S komponentami in svetovanjem na mestu samem skušamo uporabnikom pomagati najti rešitev problema, ki je sprejemljiva za vse.

**Ventil:** Katera področja prvenstveno pokrivata in s katerimi komponentami?

**M. Matoh:** Proizvodni program podjetja SMC Corporation obsega preko 9.200 različnih osnovnih proizvodov, ki so dobavljivi v 530.000 različicah oz. izvedbah, tako da bi lahko rekli, da pokrivamo skoraj vsa področja. Komponente so lahko različne: od pnevmatskih in elektropnevmatskih osnovnih komponent (priprava zraka, cilindri, ventili, priključki), komponent za detekcijo, merjenje in regulacijo tlaka in pretoka do komponent, ki so delno ali v celoti krmiljene z električ-

nimi in elektronskimi signali (električni brezbatnični cilindri, kompaktni pogoni s servo ali koračnimi motorji, industrijska komunikacija itd.).

**Ventil:** Mogoče lahko kaj poveste o komponentah za avtomatizacijo v montaži?

**M. Matoh:** Komponente za avtomatizacijo v montaži morajo slediti zahtevam sodobnih montažnih linij. Biti morajo zanesljive in vzdržljive. Zahtevani čas cikla na montažnih linijah je iz leta v leto krajši, kar za vgrajene komponente pomeni veliko število preklopov, zato npr. vgrajujemo ventile, ki imajo garantirano vsaj 50 mio. preklopov, za še zahtevnejše primere pa z 200 mio. preklopov.

**Ventil:** Prisotni ste v prehrabeni industriji. Kje so tu vaše prednosti in kakšne so zahteve pri komponentah?

**M. Matoh:** Komponente v prehrabeni industriji morajo ustrezati določenim standardom. Vsaka ima v osnovi pridobljena certifikata Japan's Food Sanitation Law test in United States FDA (Food and Drug Administration) elution test.

Če se standard EU za posamezno komponento razlikuje od navedenih standardov, potem mora biti sprožen postopek za pridobitev ustreznega evropskega standarda.

**Ventil:** V čem se razlikujejo komponente za medicino in farmaceutiko od komponent v drugih panogah?

**M. Matoh:** Zadeva je podobna kot pri prehrabeni industriji. Nekateri komponente so še v pridobivanju ustreznih certifikatov za to področje, druge ta certifikat že imajo. Glavna razlika glede na komponente v drugih panogah je v tem, da so te običajno izpostavljene bolj ekstremnim pogojem delovanja. Tu mislim predvsem na različne agresivne medije (npr. kisline), visoke temperature (npr. para) ipd. V veliki meri so komponente za to področje izdelane iz teflona in nerjavečega jekla.

**Ventil:** Veliko poudarka dajete tehnološkemu razvoju!

**M. Matoh:** Drži. Samo z ustreznim tehnološkim razvojem in spremljanjem potreb, ki se pojavljajo v različnih industrijah, je možno ustreči kupcem in slediti njihovem razvoju.

Za tehnološki razvoj v korporaciji SMC skrbijo tehnološki centri v Tokiu, ZDA in Veliki Britaniji.

**Ventil:** V kolikšni meri SMC Slovenija raziskuje in razvija? Ali se mogoče povezuje z raziskovalnimi inštitucijami?

**M. Matoh:** Na lokalnem nivoju sledimo potrebam naših kupcev. Če kupec zahteva modifikacijo, prilagoditev obstoječe komponente ali pa rešitev nekega problema, to zagotavljamo s svojimi partnerji na lokalnem nivoju. Seveda se v tem procesu povezujemo tudi z različnimi raziskovalnimi inštitucijami, šolami (od poklicnih, srednjih pa do univerz) pa tudi z različnimi podjetji, ki imajo izkušnje na posameznih ozkih segmentih, ki jih zadeva predmet razvoja ali raziskave.

**Ventil:** Kako se odzivite na zahteve kupcev s posebnimi željami? Lahko predstavite kakšen projekt, ki je bil narejen za slovenski prostor?

**M. Matoh:** Različnih projektov, ki so bili narejeni za slovenski prostor, je veliko, kupcev s posebnimi željami pa še več.



Vozlišče PB

Naj navedem en primer: Za podjetje, ki se ukvarja z izdelavo montažnih linij, smo skupaj z našim partnerjem razvili industrijsko vozlišče za priklop na ventilski otok s PB-komunikacijo. Vozlišče je bilo razvito in izdelano po željah, zahtevah in navodilih kupca. Zahteve: izhodi, prilagojeni za krmiljenje ventilov ali (po potrebi) drugih električnih komponent, hitra in enostavna montaža in ožičenje, 100-odstotno zanesljivo delovanje v različnih okoljih, majhni gabariti, ob eventualnem strojelomu ali okvari zagotovljena hitra menjava vozlišča, ugodna cena (v primerjavi s podobnimi komponentami na trgu).

Projekt je bil, na zadovoljstvo vseh, realiziran v zelo kratkem času.

**Ventil:** Bralce revije VENTIL bo prav gotovo zanimalo, v čem so vaše komparativne prednosti?

**M. Matoh:** Prednosti vidimo predvsem v hitrem odzivu na potrebe naših kupcev, v kratkih odzivnih časih, v prilagajanju na zaznane potrebe trga, v stalnem razvoju in partnerskem odnosu tako s končnimi porabniki in kupci kot tudi s partnerji in dobavitelji ter v sorazmerno kratkih dobavnih rokih.



Skladišče

Za zagotavljanje kratkih dobavnih rokov, ki so za potrebe nemotene proizvodnje naših kupcev še kako pomembni, smo s preselitvijo v nove prostore pridobili tudi malo večji skladiščni prostor.

Na zalogi imamo kar nekaj različnih komponent, tako da lahko v primeru strojeloma in zaustavitve proizvodnje hitro reagiramo in pomagamo rešiti nastalo situacijo.

**Ventil:** Ne moremo mimo kadrov in izobraževanja? Kako v vašem podjetju gledate na ta vprašanja?

**M. Matoh:** Da bi lahko sledili neprestanemu razvoju na področju avtomatizacije proizvodnih procesov in samih komponent, se je potrebno prenesto izobraževati.

V našem podjetju poteka izobraževanje na dveh nivojih. Na prvem gre za izobraževanje znotraj podjetja, predvsem za spoznavanje s produkti, ki so novi na tržišču, za predstavitev novih rešitev določenih problemov, izmenjavo izkušenj ipd.



Učilnica

O drugem nivoju govorimo, ko pripravijo naši zunanji partnerji izobraževanje za naše zaposlene s področja, s katerim se sicer ukvarjajo. Tu gre predvsem za nove tehnologije in nove rešitve na posameznih področjih in ne toliko za komponente kot take.

Tudi na področju izobraževanja smo s selitvijo v nove prostore nekaj pridobili. Imeli bomo možnost, da k sebi povabimo naše kupce in jim pripravimo izobraževanje z določenega področja.

Ena učilnica je že skoraj opremljena, ostali dve pa bosta nared v naslednjih mesecih.

**Ventil:** Lahko na koncu strnete nekaj misli in smernic o nadaljnjem razvoju firme SMC Slovenija?

**M. Matoh:** Razvoj firme SMC se bo nadaljeval po

začrtanih smereh. Še naprej se bomo prilagajali posebnim in posameznim zahtevam trga, razvijali partnerske odnose ter poglobljali in krepili sodelovanje z različnimi zunanjimi partnerji.

V imenu bralcev revije VENTIL hvala za pogovor in veliko poslovnih uspehov v letu 2008.

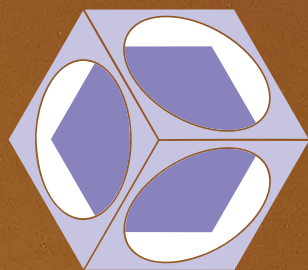
Dr. Dragica Noe

www.smc.si

SMC

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

**Delo in znanje - vzdrževanje**  
**DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**



# DVS

## **KDO SMO?**

Smo društvo, ki združuje podjetja in osebe, ki se posredno ali neposredno ukvarjajo z vzdrževalno dejavnostjo.

## **NAŠA DEJAVNOST**

- Izdajamo revijo "Vzdrževalec".
- organiziramo stalna svetovanja in seminarje s področja vzdrževanja.
- vsako leto organiziramo srečanje vzdrževalcev.

## **KJE NAS NAJDETE**

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE in  
UREDNIŠTVO REVIIJE VZDRŽEVALEC  
Stegne 21 c, 1000 Ljubljana  
Uradne ure: vsak torek, sredo in četrtek  
od 9. do 14. ure v pisarni društva  
T: 01 511 30 06  
F: 01 511 30 07  
M: 041 387 432 (dosegljiv vsak dan)  
E: [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si)  
I: <http://www.drustvo-dvs.si>

# Dr.-Ing. Heinrich Theissen, projektni vodja programa uvajanja bioolj v Nemčiji

Z gospodom Heinrichom Theissnom iz inštituta IFAS (Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen) v Aachnu, ki je eden izmed najvidnejših strokovnjakov na področju hidravličnih tekočin, smo se na konferenci Fluidna tehnika 2007 v Mariboru pogovarjali predvsem o spremljanju njihovega stanja. Poudarek je bil na novih tehnologijah, med katerimi se v zadnjih letih pojavljajo on-line senzorji. Zaradi vse večjega poudarka na zaščiti okolja pri uporabi mobilne hidravlične opreme je beseda nanesa tudi na biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine in na postopek prehoda z mineralnega olja na eno od težko gorljivih vrst hidravličnih tekočin.



Dr.-Ing. Heinrich Theissen

**Ventil:** Gospod Theissen, radi bi Vam zastavili nekaj vprašanj s področja hidravličnih tekočin in spremljanja njihovega stanja. Na začetku Vas prosim, če nam lahko opišete glavno področje vašega dela.

**H. Theissen:** V zadnjih sedmih letih sem najbolj osredotočen na program uvajanja biološko hitreje razgradljivih maziv na nemško tržišče. Sem svetovalec za tehnična, v zadnjem času pa tudi vse bolj za marketinška vprašanja. Poleg tega se ukvarjam še z drugimi projekti in pedagoško dejavnostjo na inštitutu IFAS v Aachnu, toda to so stranske dejavnosti. V

prihodnosti pa se bom bolj posvetil znanstvenim projektom.

Po študiju sem na istem inštitutu delal šest let in tudi doktoriral na temo nestacionarnih strujanj. Potem sem odšel v industrijo in se leta 2000 po dvanajstih letih vrnil nazaj.

**Ventil:** Ali morda poznate kakšnega slovenskega proizvajalca maziv?

**H. Theissen:** Ja, malo sem se pozanimal in ugotovil, da je na slovenskem tržišču veliko mednarodnih podjetij, ki tu prodajajo svoja maziva. Poleg tega sem naletel še na nekatera, ki jih prej nisem poznal. Takšno podjetje je Olma. Drugih pa doslej še nisem spoznal.

**Ventil:** Poznate kakšno možnost izboljšanja slabega stanja hidravlične tekočine, na primer močno oksidirane olja? Vemo, da trdne kontaminante lahko filtriramo. Tudi manjšo količino vode lahko uspešno odstranimo. Kaj pa storiti, kadar so kemične lastnosti olja slabe?

**H. Theissen:** Naknadnega izboljševanja stanja, razen tistega, ki ste ga omenili sami, ne poznam. Vsaj ne na kakšen enostaven način. Menim, da je veliko pomembneje zagotoviti, da se tekočina ne stara prehitro. Ko

je njeno stanje slabo, ga na cenovno sprejemljiv način ni možno več popraviti.

**Ventil:** Torej je pomembno zagotoviti takšne delovne pogoje, ki omogočajo daljšo uporabno dobo hidravlične tekočine.

**H. Theissen:** Poznamo vplivne faktorje, ki pospešujejo staranje olja: to so višja temperatura, umazanija, voda in pomanjkljivo spremljanje in s tem poznavanje stanja. Ti faktorji so vzrok bodisi hitrega staranja olja ali predčasne menjave polnitve. Še enkrat poudarjam, da naknadno popravljanje stanja na stroškovno ugoden način ni možno.

**Ventil:** Delno ste že odgovorili na naslednje vprašanje. Kaj menite o ponovnem aditiviranju? Poznate koga, ki to izvaja in v kakšnem primeru?

**H. Theissen:** Vem, da so bili opravljeni posamezni poskusi v tej smeri. Ne vem pa, kakšen je bil uspeh. Sam nimam tovrstnih izkušenj. Obstajajo domneve, da se določeni aditivi pri filtraciji odstranijo in jih je možno ponovno dodati. Morda bi lahko na ta način obnavljali aditive za izboljšanje indeksa viskoznosti. Sam se zdaj ukvarjam predvsem z biološko hitreje razgradljivimi mazivi, ki imajo

že v osnovi visok indeks viskoznosti, tako da pri njih to niti ne pride v poštev.

**Ventil:** Katere on-line senzorje bi uporabili za spremljanje in zanesljivo oceno stanja hidravlične tekočine?



Multisenzor (večnamenski senzor)

**H. Theissen:** Tradicionalno poznamo meritve temperature. V zadnjem času uporabljajo števec delcev. Štetje delcev je zelo pomembno, saj močna onesnaženost zelo pospeši staranje. Ne le, da je zaradi umazanije tekočina lahko neuporabna, zaradi nje se lahko kemično stara, oksidira. Prednost on-line števec delcev je, da omogočajo kontinuirano spremljanje in primerjavo rezultatov v daljšem časovnem obdobju. V zadnjem času, to je v zadnjih nekaj letih, so razvili tudi tako imenovane multisenzorje oziroma večnamenske senzorje. Te danes ponujajo različni proizvajalci. Večnamenski senzorji istočasno merijo različne parametre olja, kot so na primer viskoznost, vsebnost vode in dielektrična konstanta, in nam na ta način omogočajo oceno staranja olja. Vse to so precej nove naprave, ki so na tržišču šele nekaj let in jih glede na praktične izkušnje še zelo redko uporabljajo.

**Ventil:** Kateri so po Vašem mnenju minimalno potrebni parametri, ki omo-

gočajo oceno stanja? Vemo, da le eden ali dva parametra ne zadoščata.

**H. Theissen:** Minimum sta viskoznost in temperatura. Viskoznost sama ne pomeni nič, saj vemo, da je odvisna od temperature. Zaradi tega je vpliv temperature potrebno na nek način kompenzirati. Pri meritvah viskoznosti je torej vedno potrebno istočasno meriti temperaturo in nato oba parametra elektronsko korelirati. Poleg viskoznosti in temperature je pomembna dielektrična konstanta, s pomočjo katere lahko ocenimo staranje. To je še zlasti aktualno pri biološko hitreje razgradljivih oljih, enako uporabno pa je tudi pri mineralnih oljih. Nadaljnja možnost je določanje vsebnosti vode. Vendar pa ta parameter običajno ni tako pomemben. Izjema so seveda določeni primeri uporabe, kjer poteka obratovanje v vlažnih razmerah in obstaja večja možnost prisotnosti vode. Takrat je zanimiv tudi senzor za določanje vsebnosti vode. Menim pa, da sta najpomembnejši kombinaciji bodisi viskoznost in temperatura ali pa dielektrična konstanta in temperatura, poleg tega pa seveda stopnja čistosti, ki jo določamo z avtomatskim števcem delcev.

**Ventil:** Ali je izbira senzorjev odvisna od vrste hidravlične tekočine? Lahko uporabimo iste senzorje pri mineralnem olju, težko gorljivi hidravlični tekočini in pri biološko hitreje razgradljivi hidravlični tekočini?

**H. Theissen:** Senzorji so pravzaprav primerni za skoraj vsa olja. Pri tekočinah z vsebnostjo vode ali pri električno prevodnih tekočinah pa običajna izbira senzorjev ni primerna. Za običajna hidravlična, reduktorska in motorna olja pa med njimi ni razlik.

**Ventil:** Kako zanesljivi so rezultati meritev z on-line senzorji v primerjavi z rezultati laboratorijskih analiz vzorca olja?

**H. Theissen:** Senzorji ne dajejo tako natančnih rezultatov, poleg tega pa ne nudijo toliko parametrov, kot jih lahko določamo pri laboratorijskih meritvah. Nekatera podjetja, ki v okviru tehničnega servisa naroč-

nikom opravljajo laboratorijske analize, lahko dandanes za ceno okrog 100 evrov ali celo manj zelo natančno določijo 15 do 20 parametrov. Kaj takega pa izvajamo vsakih 500 ali 1000 obratovalnih ur. Prednost senzorjev je, da nam dajejo rezultat kontinuirano, omogočajo zelo natančno shranjevanje zgodovine in pravočasno zaznavanje sprememb stanja, kar nam lahko avtomatično signalizirajo. Tako on-line kot laboratorijske meritve imajo svoje prednosti in zaradi tega svoje mesto. Kadar potrebujemo natančen podatek v točno določenem času, imajo prednost laboratorijske analize. Ko želimo kontinuirano spremljanje stanja, pa uporabimo on-line senzorje.

**Ventil:** Natančnost senzorjev je torej manjša, vendar je pogosto bolj pomembno pravočasno zaznati nenadne spremembe nekega parametra kot pa poznati njegovo natančno vrednost.

**H. Theissen:** Tako je. Kadar na primer z on-line meritvijo ugotovimo prisotnost velikega števila delcev v olju, lahko z laboratorijsko meritvijo natančno določimo ostale parametre, ki nam omogočajo sklepanje o tem, kaj se je zgodilo nadzorovani napravi.

**Ventil:** V katerih primerih danes uporabljamo on-line senzorje?

**H. Theissen:** Ker so še novi, zaenkrat obstaja še malo primerov uporabe. Uporabljajo jih predvsem pri velikih motorjih, zobniških prenosnikih in hidravličnih napravah. Za sedaj torej še ni pravilo, da bi vgrajevali on-line senzorje. Menim, da je uporaba zanimiva predvsem tam, kjer bi nepričakovana okvara pomenila visoke stroške, na primer pri ladijskih dizelskih motorjih ali hidravličnih sistemih velikih industrijskih naprav. Pri posameznih strojih, kjer stroški okvar niso tako visoki, se on-line senzorji ne uporabljajo.

**Ventil:** Ali morda uporabljajo on-line senzorje na vetrnicah, ki jih imate v Nemčiji veliko?

**H. Theissen:** Uporaba bi bila smotrna. Običajno tovrstne naprave





On-line avtomatski števec delcev

obratujejo pol leta brez nadzora, nepredvideni zastoji pa so dragi. Nimam informacij, kakšno je trenutno stanje na tem področju, ker je uporaba senzorjev šele v začetni fazi. O tem bi se morali pozanimati pri proizvajalcih senzorjev. Enega imamo med razstavljavci tudi na tem posvetovanju.



Institute for  
Fluid Power  
Drives and  
Controls

Prof. Dr.-Ing. H. Murrenhoff

**Ventil:** To so bila nekatera vprašanja, ki smo Vam jih hoteli zastaviti. Ali je še kakšno, ki bi ga morda morali, pa ga nismo?

**H. Theissen:** Lahko povem, da se pogovarjamo z enim od proizvajalcev senzorjev glede izdelave senzorja za poseben namen, in sicer, da bi z njim lahko ločevali med mineralnim oljem in biološko hitreje razgra-

dljivo tekočino. To je pomembno s stališča zaščite okolja v gozdarstvu. O tem govori tudi moj prispevek, predstavljen na posvetovanju Fluidna tehnika 2007. S partnerskim podjetjem se dogovarjamo o projektu prilagoditve senzorja za spremljanje stanja, tako da bi nam omogočil odgovor na okoljevarstvena vprašanja. Na veliko gozdnih območjih poteka stalen nadzor organizacij, kot sta FSC (Forest Stewardship Council = Svet nadzornikov gozdov) in PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemas = Program za potrjevanje gozdnih certifikacijskih shem), ki zahtevata uporabo biološko hitreje razgradljivih maziv v gozdnih strojih. Vendar pa pri tem ne predpisujeta načina, s katerim bi preverjali, ali se takšna maziva tudi dejansko uporabljajo. To doslej tudi ni bilo niti najmanj enostavno. Z omenjenim projektom želimo odpraviti to pomanjkljivost.

**Ventil:** V povezavi s tem je zanimiv še prehod z mineralnega olja na biološko hitreje razgradljivo hidravlično tekočino. Ali pri tem prehodu vedno priporočate izpiranje sistema? Vemo namreč, da so nekatere biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine združljive z mineralnim oljem.

**H. Theissen:** Izpiranje je potrebno vedno, kadar nismo popolnoma prepričani, da sta tekočini združljivi. Če imamo popolnoma zanesljive informacije o obeh tekočinah in o tem, da sta združljivi, ju seveda lahko tudi mešamo. Vedno pa obstaja določeno tveganje. Želimo poenostaviti nadzovanje. Imamo jasne namige, da je problem nezdržljivosti v prisotnosti cinka in drugih kovin, katerih količine lahko enostavno merimo. Če bi poznali zgornje dopustne količine cinka, kalcija in drugih aditivnih elementov, ki jih biološko hitreje razgradljivo olje lahko prenese, bi ob prehodu na drugo vrsto hidravlične tekočine lahko opravljali enostavne kontrole kvalitete. Toda danes še nismo tako daleč. Zato je še vedno bolj zanesljivo upoštevati splošni napotek, da ostanek predhodne polnitve po menjavi ne sme presežati 2 %, ali pa opraviti lastne teste. Obstajajo tudi določene kombinacije, ko lahko dopustimo 10 ali 20 % ostanka, toda take primere moramo seveda poznati. Obstaja pa še drug vidik, in sicer zahteva, da je taka zmes še vedno biološko hitreje razgradljiva, saj je to glavni motiv menjave. Kadar imamo v zmesi 20 % mineralnega olja, ta seveda ni več biološko hitreje razgradljiva.

*Najlepša hvala za pogovor. Veseli nas, da ste si vzeli čas zanj. Želimo Vam še veliko uspeha pri Vašem delu.*

Mag. Milan Kambič  
OLMA, d. d., Ljubljana



# Trends in Pneumatic Drives and Condition Monitoring Functions

Hubertus MURRENHOF

**Abstract:** Pneumatic drives are important parts in automation systems. This is based on its high performance especially for linear motion at low and competitive costs. Additionally pneumatic systems become more integrated, compact and increasingly more intelligent. The paper starts with a focus on the characteristics of pneumatic drives. It elaborates on additional customer benefits in case the full potential of this drive technology is used including effective maintenance and diagnostics. The strength of pneumatic drives is highlighted introducing some interesting applications.

**Keywords:** Pneumatics, pneumatic drives, mechatronic components, diagnostics, maintenance, pneumatic simulation,

## 1 Introduction

For many decades pneumatics is used and known as a robust and inexpensive drive technology. It has significantly helped the automation industry achieving its growth path. Fig. 1 shows sales development in Germany representing with about 1.6 Billion Euros one third of Fluid Power. Compared to Hydraulics it has meanwhile achieved around 50 % of its sales. 20 years ago this was closer to 20% which stresses the importance of this driver technology. Next to automation we find high tech applications in tools, mobile and increasingly automobile comfort applications and in biomedical applications.

So which are the reasons for this continued and sustained growth? Looking beyond the surface we find a very innovative branch as the engine behind this success. Customer demands are taken serious and continuously challenge the companies. Next to product innovations we see

Univ. Prof. Dr. Ing. Hubertus Murrenhoff, Institute for Fluid Power Drives and Controls, RWTH Aachen University, Germany

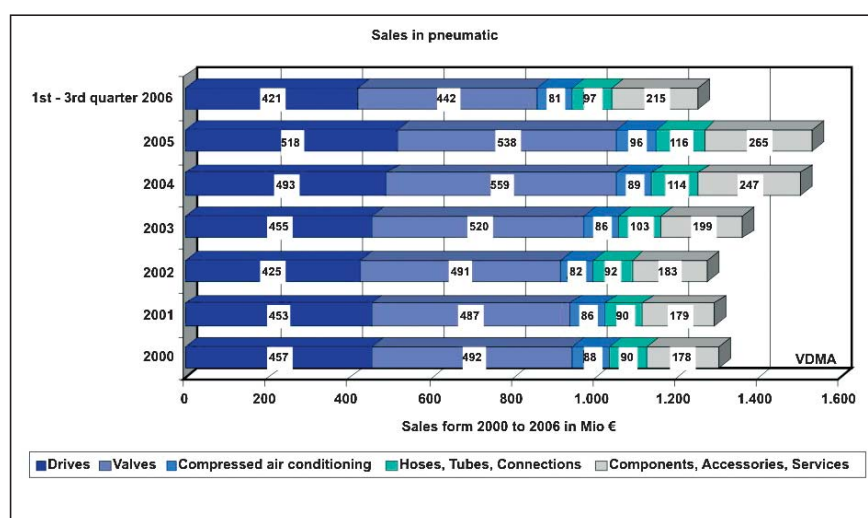


Figure 1. Sales development of pneumatics

the growing importance of services. Diagnostics and efficient maintenance is one example for this. Winning the competition with competing drive technologies also accelerates the pace for innovation.

## 2. Characteristics of pneumatic drives

In order to understand the driving factors for the strengths of pneumatics Fig. 2 lists the characteristics of pneumatic drives. Robustness is a feature that allows its use in harsh industrial environments over long times.

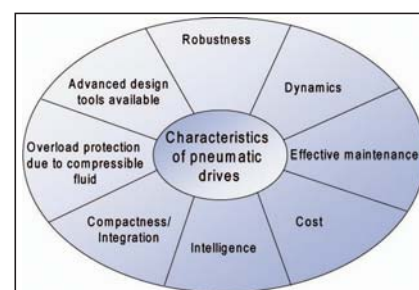


Figure 2. Characteristics of pneumatic drives

The compressibility is responsible for high dynamics based on the energy stored in the air but on the other hand it reduces efficiency of pneu-

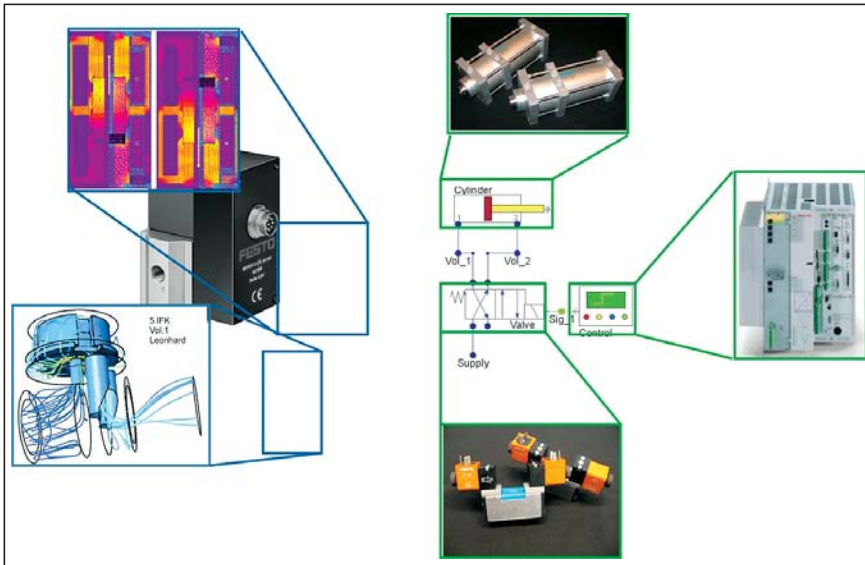


Figure 3. Advanced design tools

matic drives because usually no use of the compression energy can be made. Straightforward designs allow effective maintenance and keep costs down. Making use of developments in other disciplines such as electronics and sensors it becomes easy to design more integrated devices with increasing intelligence. Those integrated solutions with embedded intelligence are often referred to as mechatronics [6]. Powerful design tools are available today to back the design engineer. Some examples are displayed in Fig. 3. It is possible to simulate transient performance of solenoids using suitable FEM simulation tools /SCH06/. CFD simulations are readily available to find numerical solutions for flow and pressure fields within the pneumatic components [7]. These simulations allow deep insight into the physics explaining flow phenomena and allow flow optimization minimizing pressure losses. Dynamic simulation models help to design circuits and can reliably predict speeds and cycle times. [3].

In a research project conducted at IFAS together with VDMA and a project accompanying group of experts from industry the full potential of pneumatics was investigated [1]. The idea and results are presented in Fig. 4.

The upper part shows a standard circuit throttling the discharged air.

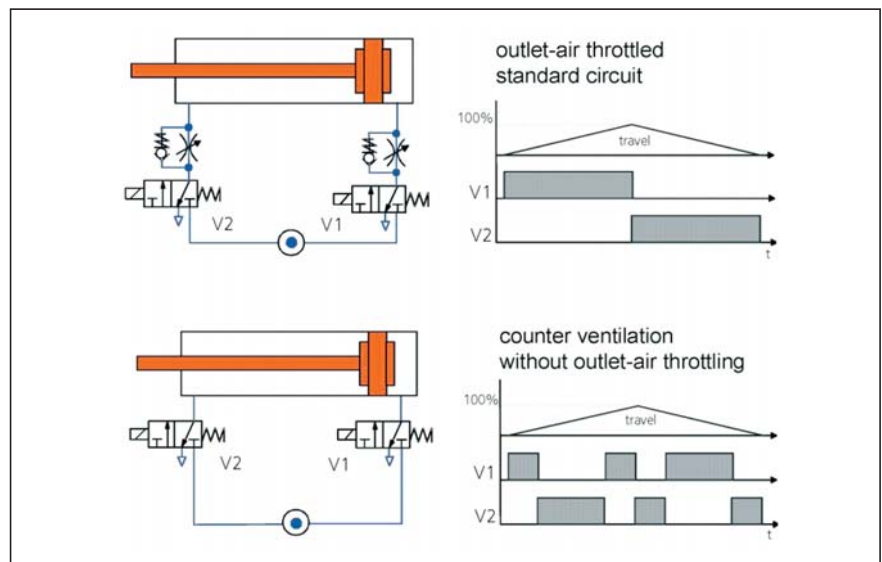


Figure 4. Circuit for increased performance

Valve 1 is open as long as the cylinder extends and valve 2 when it retracts. The circuit to use the full potential is depicted below. It doesn't use throttling valves and pressure losses only occur in tubes and the switching valves. The cylinder is vented with valve 1 on and achieves a very high speed. At a sufficient time before the cylinder extends valve 1 switches off and valve 2 on. Thus the rod side is vented and pressure builds up decelerating the cylinder. Shortly before

the end position with damping is approached both valves switch in the opposite position pushing the cylinder in a controlled manner into the end position. It becomes clear that a good simulation tool is required to determine the switching points. Pressure, temperature, friction of cylinder and load, loads, displacement and valve as well as tube dimensions have a huge influence on the optimal switching times. Within the scope of the project experiments with parallel simulations were conducted delivering results presented in Fig. 5. For reasons of comparison stroke is chosen at 500 mm.

Compared to electric drives a huge advantage is visible for higher loads. Strength of the belt drive comes with very small loads and the conventionally controlled pneumatic drive performs better than the spindle

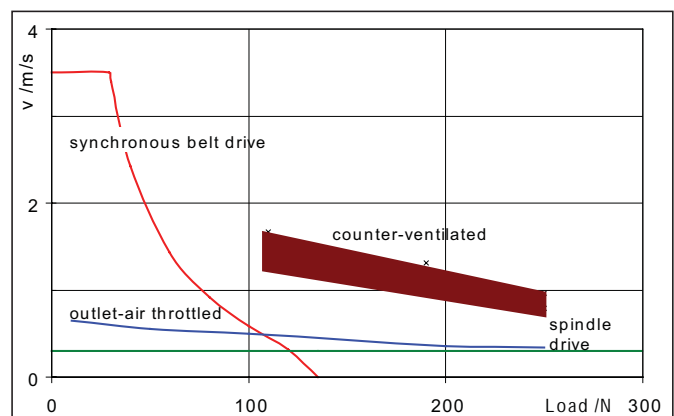
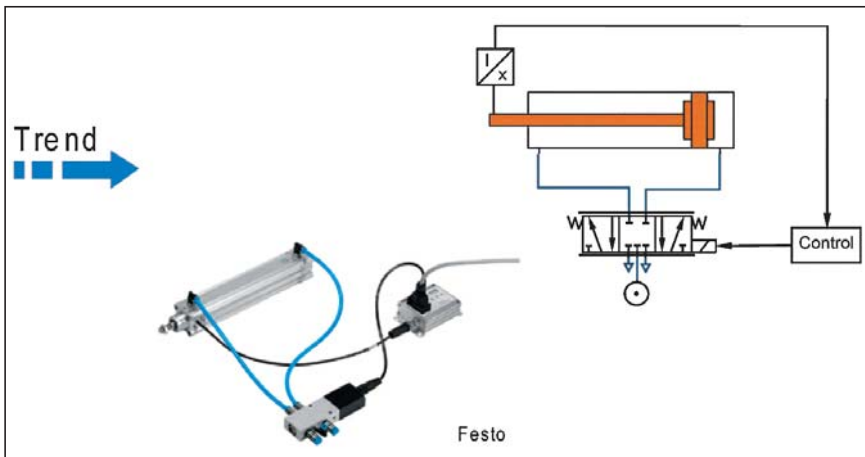


Figure 5. Potential of pneumatic drives



**Figure 6.** Use of potential by Soft-Stop

drive for all loads delivering more than twice the speed for low loads. The potential of the counter vented pneumatic drive is tremendous but very often unused in industrial applications. An industrial use derived from this idea is shown in Fig. 6. [12], www.festo.com. It is called Soft-Stop and has integrated sensors detecting when the

cylinder approaches the stroke ends. A closed loop displacement controller decelerates the cylinder “soft” into its end position(s).

Coming back to the characteristics integration and compactness. In Fig. 7 some examples are displayed. With a high level of integration the following features can be achieved:

- decentralized intelligence
- compactness
- effective maintenance

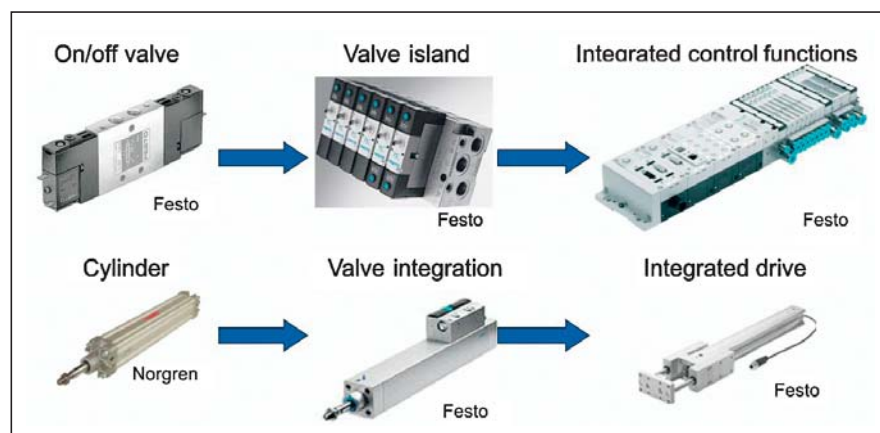
In the upper part the steps from a single on/off valve to a valve island and finally to an valve island with integrated control function are shown. Below the same development can be seen from a cylinder to a drive with integrated valves and finally to an integrated drive with sensing and controlling capabilities.

Gaining from achievements in other disciplines helps the development of pneumatics, too. An overview of different structures to the field bus level is given in Fig. 8. On the lowest level we see actuators and typical examples of valves connected to those cylinders. Additionally we see some examples of sensors which are also integrated in some valve or

and the electronic field bus. Moving further up the hierarchy we arrive at the control centre responsible for the machine level and numerical machine controls and the factory level.

A final characteristic of pneumatics which should be highlighted consists of its effective maintenance as presented in Fig. 9 [12]. On the lowest level action will be taken after breakdown.

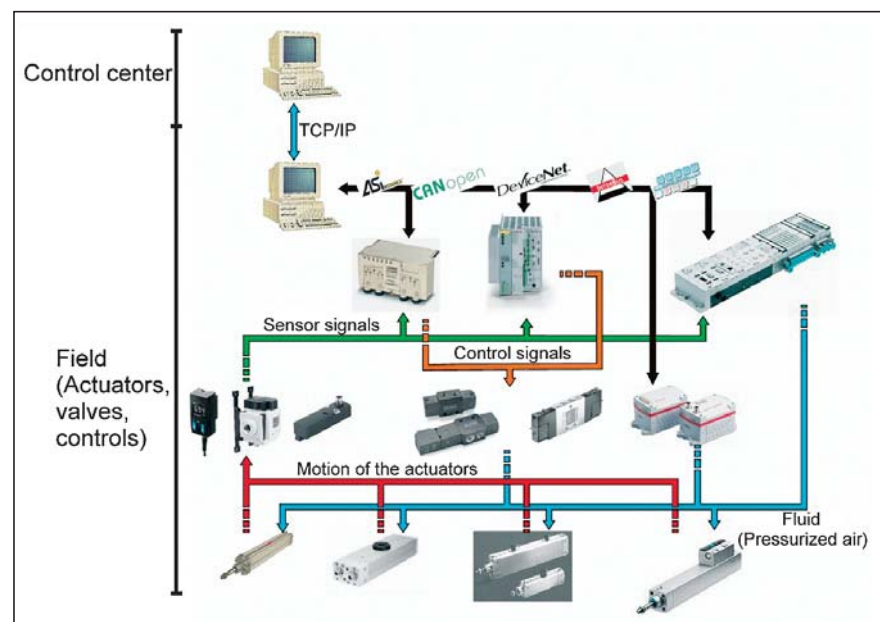
This leads to unanticipated brake downs and the production line is ef-



**Figure 7.** Integration of additional functions

actuator design. The highest level of integration is incorporated into valve islands with an integrated control function. All units on a lower and higher integrated level need to be connected to the pneumatic energy bus

ected at an undesired time. In case maintenance happens at predetermined time intervals it might help to avoid unplanned production interruptions but costs are still higher compared to a condition based system. Modern



**Figure 8.** Intelligence and field bus control

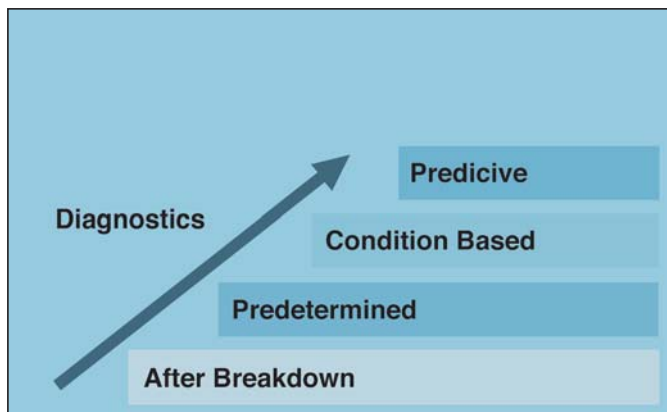


Figure 9. Effective maintenance

valve terminals offer all preconditions with their integrated electronics for effective local machine diagnostics. On the highest level this allows predictive maintenance. Integrated micro processors have free computing power for numerical routines and web servers are integrated offering additional IT services adding value to the customers processes and machines. The next chapter will go into some detail treating examples of diagnostics.

### 3. Applications and diagnostics

Diagnostics is important to avoid unplanned interruptions in product lines and to plan necessary maintenance work at times production is on hold for other reasons such as weekends, Holidays or after the last shift. Thus preventative maintenance is necessary and tools are required to predict the state of the process, the machine or its actuators and controls. As mentioned in chapter 2 we find and need computing power in the decentralized actuator and valve controls. This is highlighted in Fig. 10 with the red signal lines. Independent of open or closed loop controls binary or continuous signals need to be processed in the embedded micro controller.

The idea is to use those signals available also for monitoring purposes [4]. In case no additional sensors are required costs are reduced to programming times and efforts. If production quantities are high to distribute the nonrecurring development costs the impact is minimal. Goal is to gain as much knowledge about wear, damage and defects without adding

sensors which would increase the cost of condition monitoring. Fig. 11 provides some insight into fundamentals and the means of diagnostics. The technical process provides a constant stream of data consisting of

signals from switches or pressure sensors. Those signals can be used in different ways. On the right hand side a neural network is trained with typical failures and in the running process those can be detected as indicated with the different colours. Below the circuit for signal based condition monitoring is shown and in the lower left corner for model based monitoring,

circuit displays the welding cylinder and a balancing cylinder. The welding cylinder is designed to perform the approaching stroke as well as the welding stroke. The balancing cylinder takes the weight out and allows floating while welding. This application is chosen in a common research project to detect friction, leakage and backlash [4]. The project is coordinated by VDMA in Frankfurt and accompanied by experts from industry. First results are promising and will be published shortly. Fig. 13 shows the circuit of clamps also applied in the welding cell. The actuators are zoomed out for better visibility.

The harsh environment with short cycle times and heavy dust loads make this application an ideal candidate to implement and test condition monitoring methods.

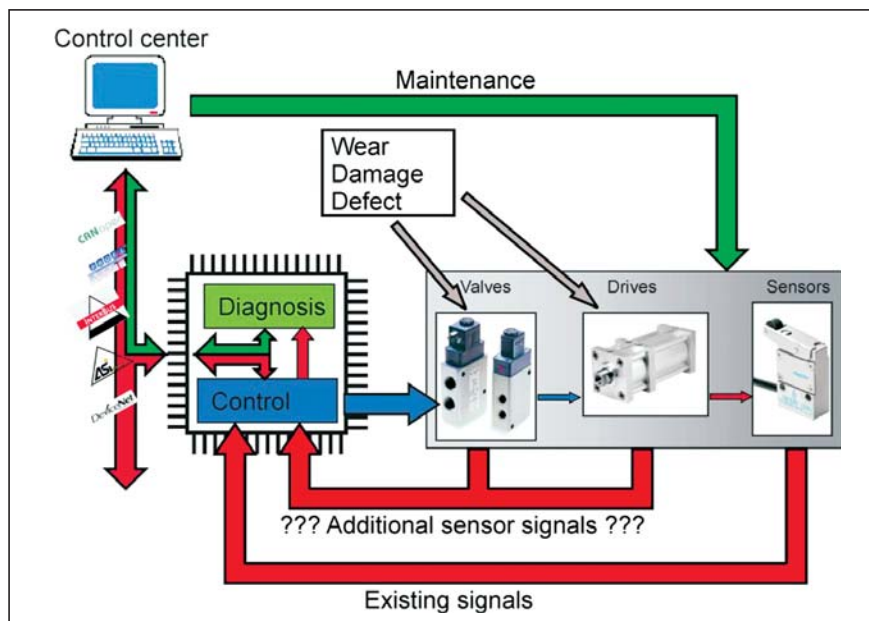


Figure 10. Schematic of diagnostics

It requires a mathematical model of the process or drive and instead of using additional sensors missing state variables are generated from the model.

The next figures will focus on some high end applications. The first example in Fig. 12 displays the circuit and schematic of a welding gun, a zoom of the welding gun and its operation in a car manufacturing process. The

One diagnosis method, which is investigated at the Institute for Fluid Power Drives and Controls (IFAS), uses the time depend analysis of signals. This signal-based diagnosis method needs only the available signals to calculate faults states of an automated process. Fig. 14 depicts the characteristics of the valve signals and the pressure sensors for a full operating cycle of a welding cylinder. Due to the clocked function of the welding control, the

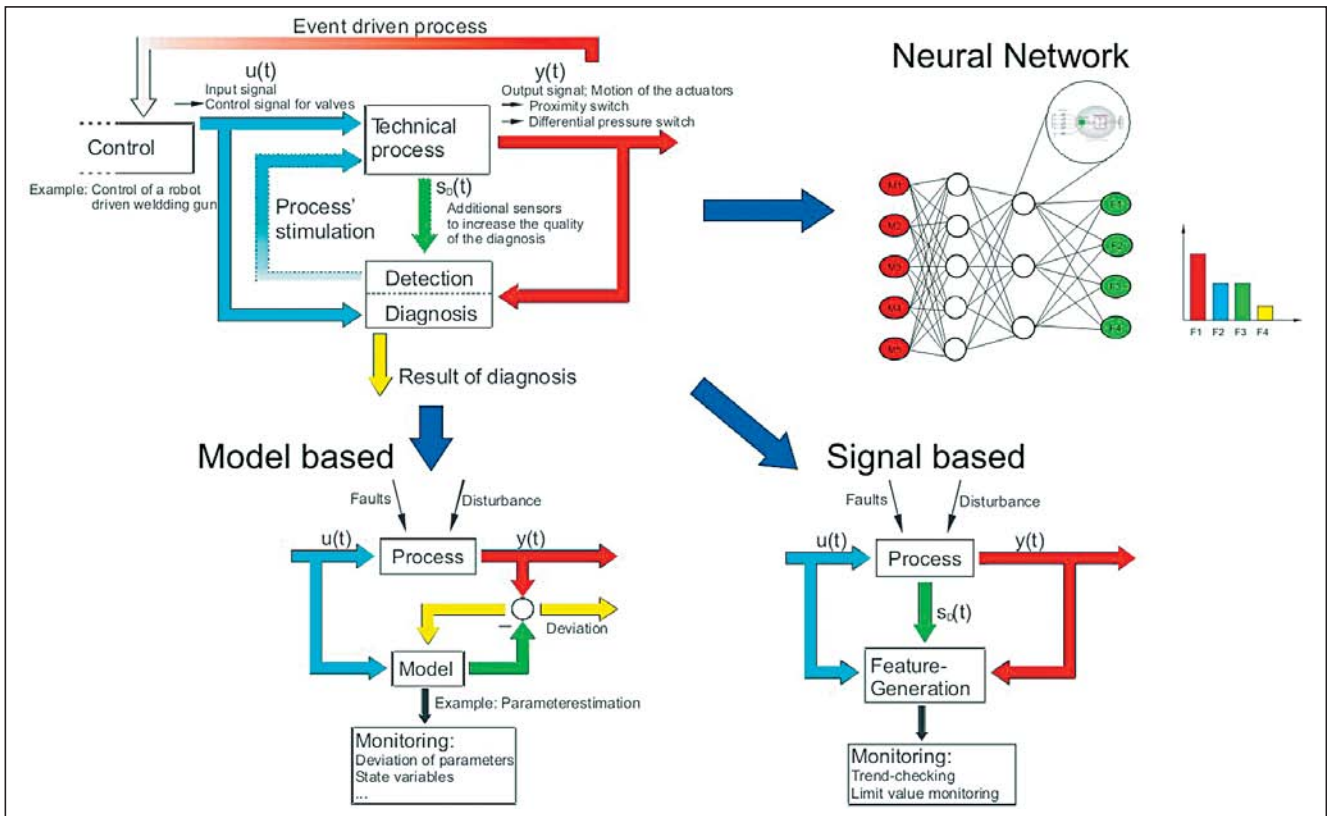


Figure 11. Fundamentals and means of diagnostics

signals are changing stepwise. First, a mathematical algorithm uses the signals to calculate so-called features. For example, the feature  $\Delta t_{Out}$  describes the time span of the valve signal initiating the cylinder's outgoing and the piston's arrival in the bedstop, indicated by the rising edge of the signal 'Welding pressure reached'. Other features will be used to characterize the piston's ingoing time span or the pressure build-up in the cylinder's chambers. Sixteen features are extracted from the sensor signals and the valve steering commands during one welding cycle.

A method to classify the online calculated features to faults is given with so-called poly-

nom-classifiers. This method has advantages due to the possibility to model complex feature-fault relationships with respect to the order of the used polynoms. So, in a second step, well known feature-fault states have to be derived from a valid simulation model of the welding gun or from measurements on a welding

gun testrig to train the feature-fault matrix  $\Psi$ . The minimum number of well-known feature-fault states for training is based upon the order of the used polynoms.

Most common faults in welding gun applications are 'Internal Leakage', 'External Leakage' and 'Friction'. So, the classification-function shown in

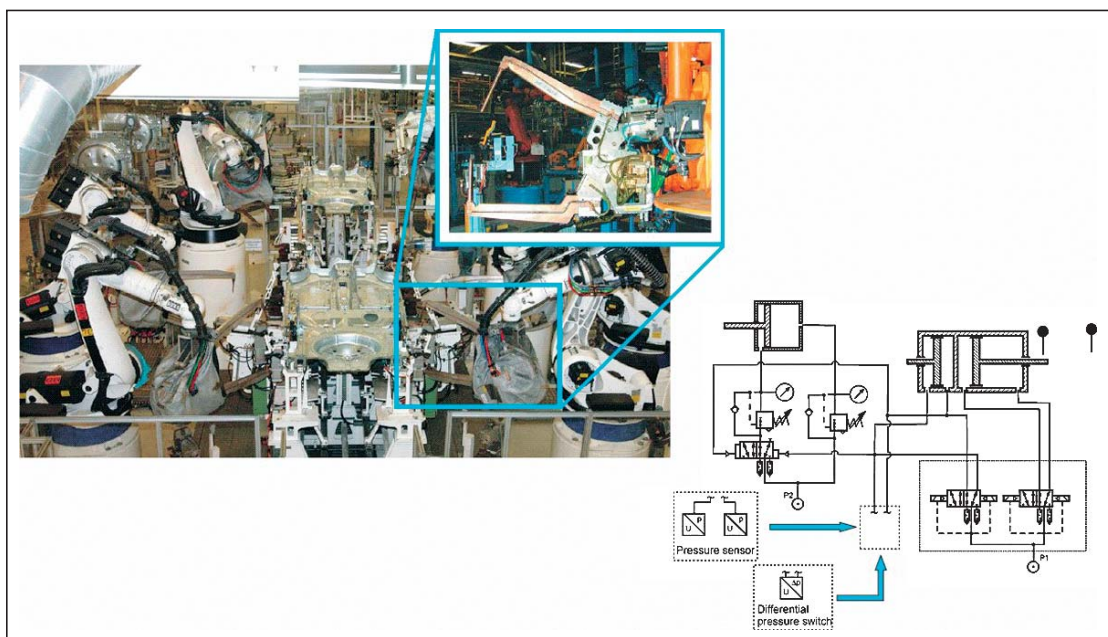
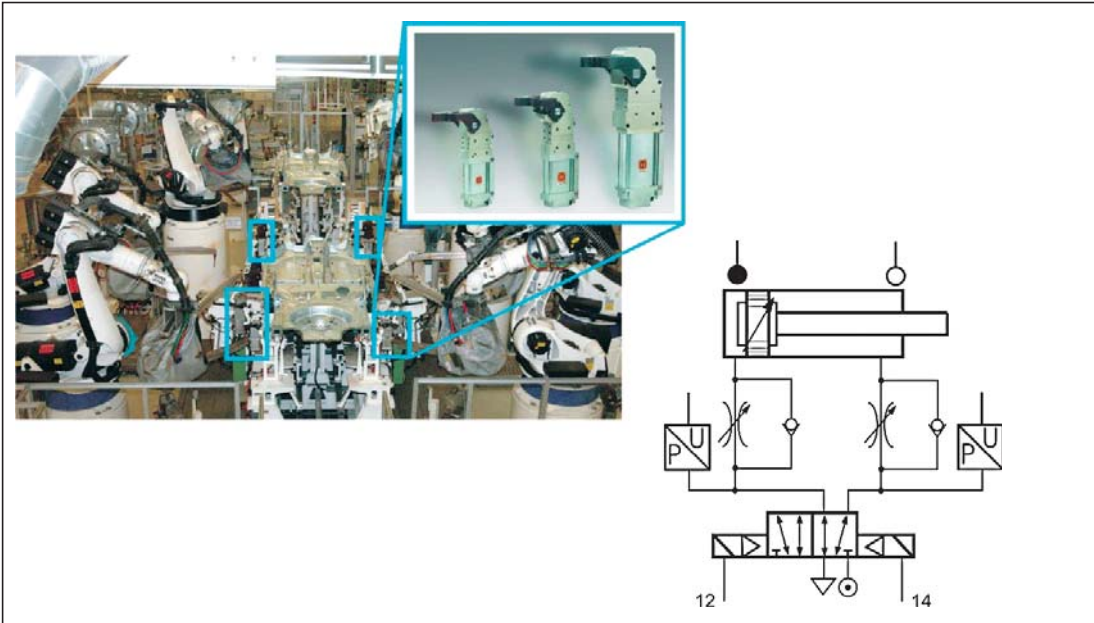


Figure 12. Welding gun



**Figure 13.** Clamps applied in a welding cell

Fig. 15 is designed to detect these forms of wear.

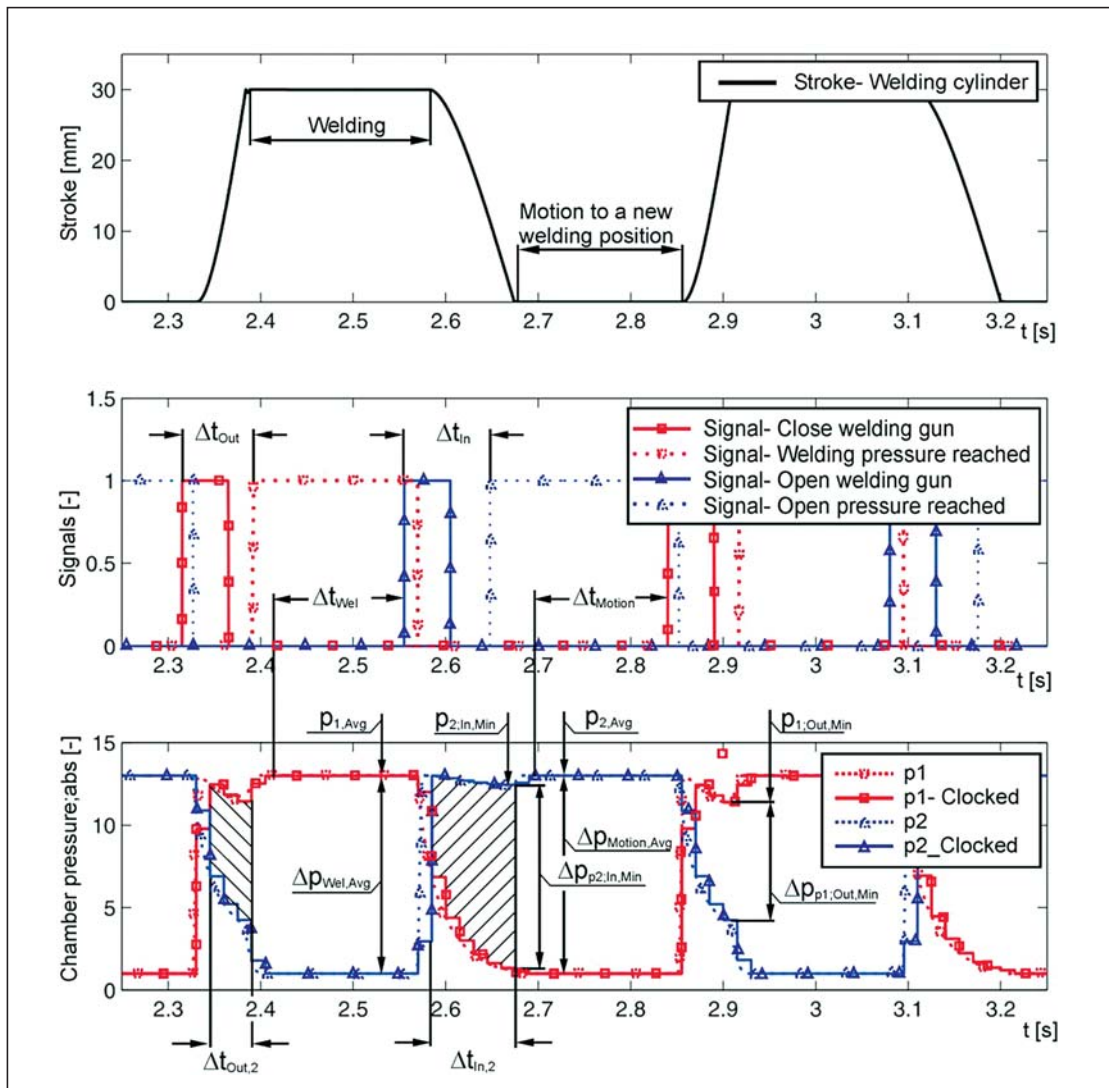
able to differentiate between the different faults and provide the ope-

The following Fig. 16 presents the results of the classification process via the polynom classifier for an additional load in form of 'Friction' in the cylinder and the coupled mechanics. Additionally, 'External Leakage', 'Internal Leakage' and 'Friction' were brought in together. To get significant diagnosis result, the faults were activated stepwise. The process shown here consists of 20 welding points.

As can be seen, the detected fault follows the adjusted wear-phenomena in a satisfactory manner. Additionally, the method is

rator a permanent actualized characteristic of the system's health state. The overshoot during the rising edge of a failure is founded in a not fully adapted feature vector.

An interesting high tech application for pneumatics lies in modern front end support for LCD production. During manufacture, very thin glass substrates need to be transported from one



**Figure 14.** Analysis of sensor and valve signals

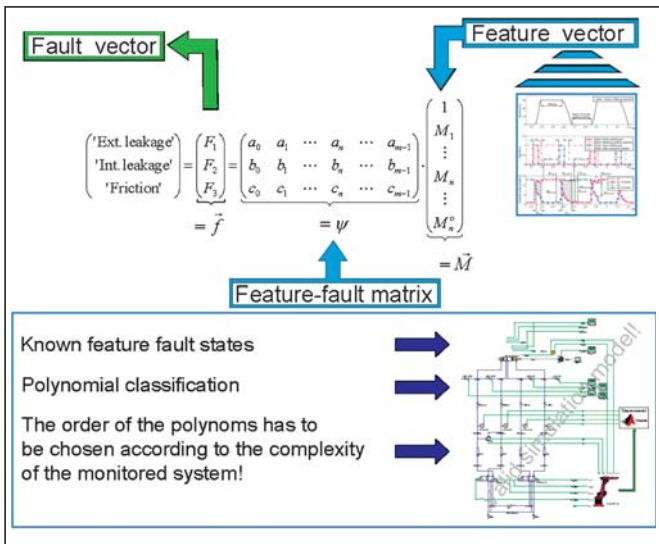


Figure 15. Classification procedure

working station to another. Using rollers driven by electric drives leaves skidmarks on the glass which have to be thoroughly removed as they could impair the following production steps. This renders the production process inefficient, as the multiple cleaning processes do not contribute to the panel's desired functionality. In order to provide a more efficient alternative, a pace drive for flat panels is developed at IFAS in a common research project together with Festo. The idea is shown in Fig. 17.

Because of the drives' discontinuous movement, they have to be accelerated and decelerated periodically. Consequently, the drive's necessary stroke has to be chosen according to the maximum acceleration possible as well as the time spent during the handover process. Fig. 18 shows the required drive stroke to reach a speed of 0.3 m/s against the acceleration and handover time.

By holding the panel with a pneumatic gripping device, the pace drive can provide a reliable, skid free contact, and thus, reduces the requirement of additional cleaning between the production steps. In order to achieve a continuous movement of the panel, it is passed on from one pneumatic drive to the next.

In order for the pace drive to be competitive, it is necessary not only to provide better functionality, but also reduced operational cost compared to established conveyors based on electrically driven components. Pneumatic components have the advantage of being relatively inexpensive when purchased, but due to the low efficiency of the generation of compressed air, the lifetime costs have to be taken into account. Accordingly, it is of interest whether an optimised drive stroke exists that allows for a cost reduction. Fig. 19 depicts the correlation between the drive stroke and operational cost per meter of transported substrate. For a conveyor speed of 0,3 m/s, a drive stroke of 1000 mm provides the lowest operational cost.

While the panel is passed on from one drive to the next, it is locked to two or more gripping devices on different drives at a time. To avoid skidding or misalignment of the panel, it has to be assured that all drives move at the same speed during this procedure. Consequently, a high accuracy of the pneumatic drives is necessary. However, the need for cost effectiveness demands a simple

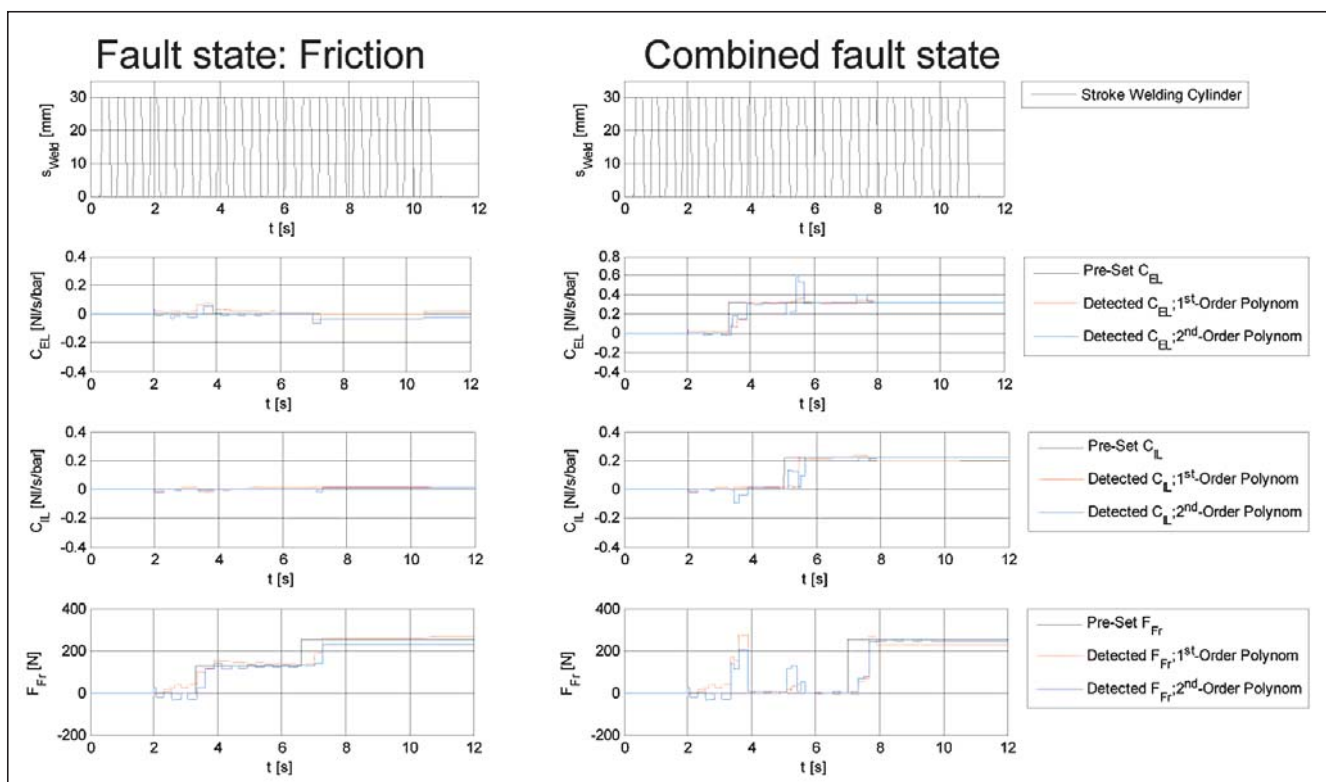


Figure 16. Identification of fault state



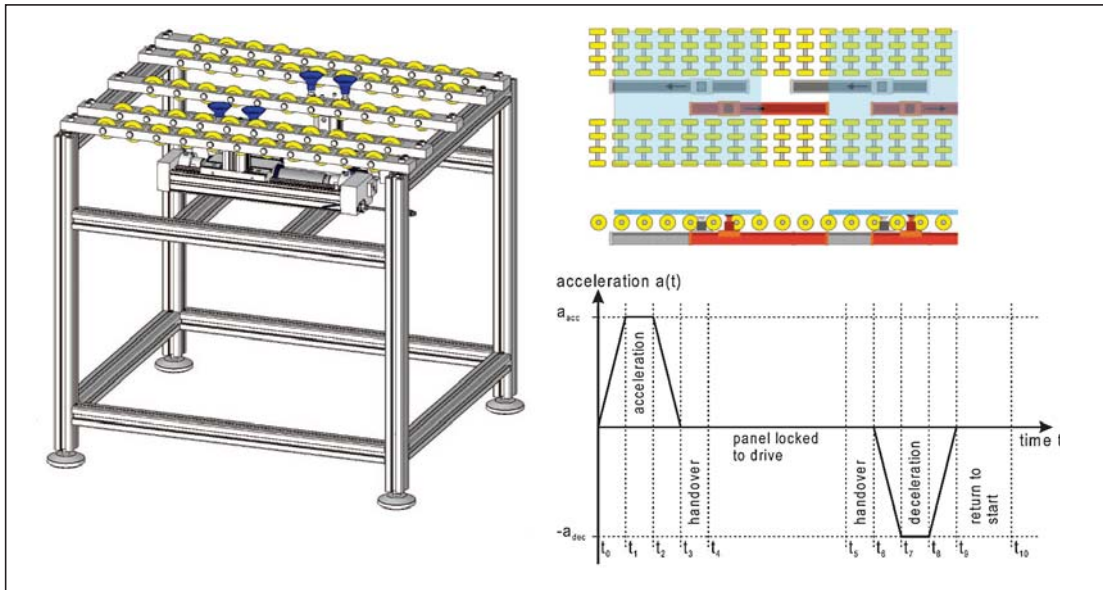


Figure 17. Pace drive for flat panel LCD displays

control strategy. An optimised feed forward control combined with a simple feedback control on the drives position and velocity is a promising alternative. Fig. 20 shows a simplified diagram of the control design.

To facilitate the control while keeping good accuracy, a specialised valve, as shown in Fig. 21, is being developed. The valve features low gain around the desired operating point and thus provides high resolution, as well as high gain when high acceleration, but less accuracy, is required.

First test results of the valve show that the intended characteristics featuring low gain for easy control of a constant speed and high gain for quick acceleration were achieved. As shown in Fig. 22, the valve features a fairly linear rise of the conductance with respect to the input voltage. At an input 2,5 Volts, the valve characteristics change towards a higher conductance gain, which is fairly linear as well until the conductance reaches a limit due to flow restrictions imposed by the pneumatic lines which connect the valve to the measuring equipment.

The advances of gripper development are displayed in Fig. 23. Following the arrows complexity, functionality and of course price are increasing. The vacuum gripper requires the lowest investment but energy costs need to

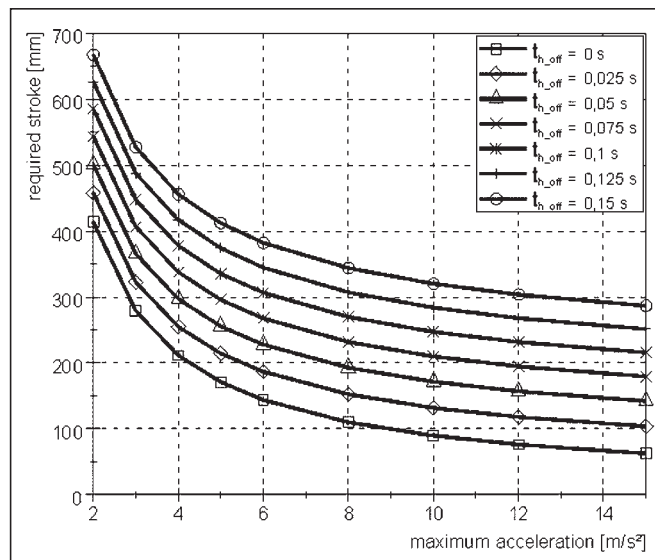


Figure 18. Required drive stroke against acceleration

be considered over the lifetime of the automation system.

The situation becomes even more important for the gripper using the Bernoulli effect. The advantage of this gripper lies in its ability being able to grip parts with holes. The on/off device depicted in the middle is more efficient exhi-

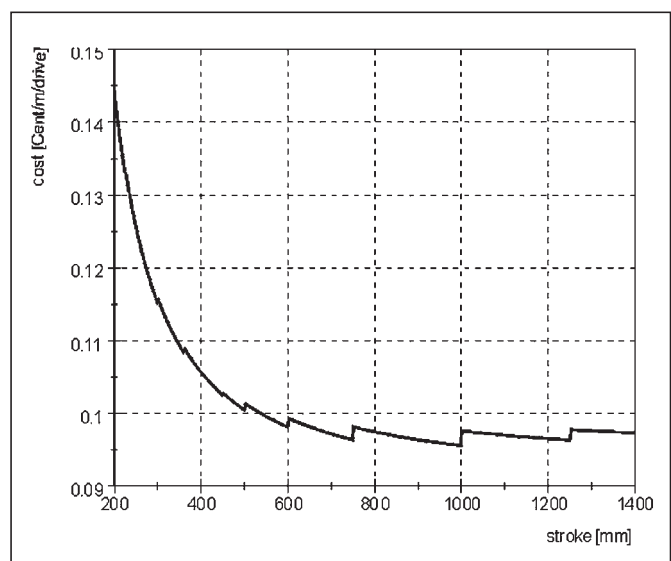


Figure 19. Operational cost against drive stroke

biting no continuous loss of air and can grip and clamp the parts. A flexible gripper developed by Gauchel [5] is able to clamp and position a part within a few centimetres. In this case one finger is in displacement control and the other in force control. The actuators need to exhibit low friction and the control algorithms have to address the specific requirements for sensible operations with this gripper. A gripper with three fingers is more universal and able to grip complex shaped parts [2].

The last application being introduced in Fig. 24 shows a very interesting automation system not applied in industry but

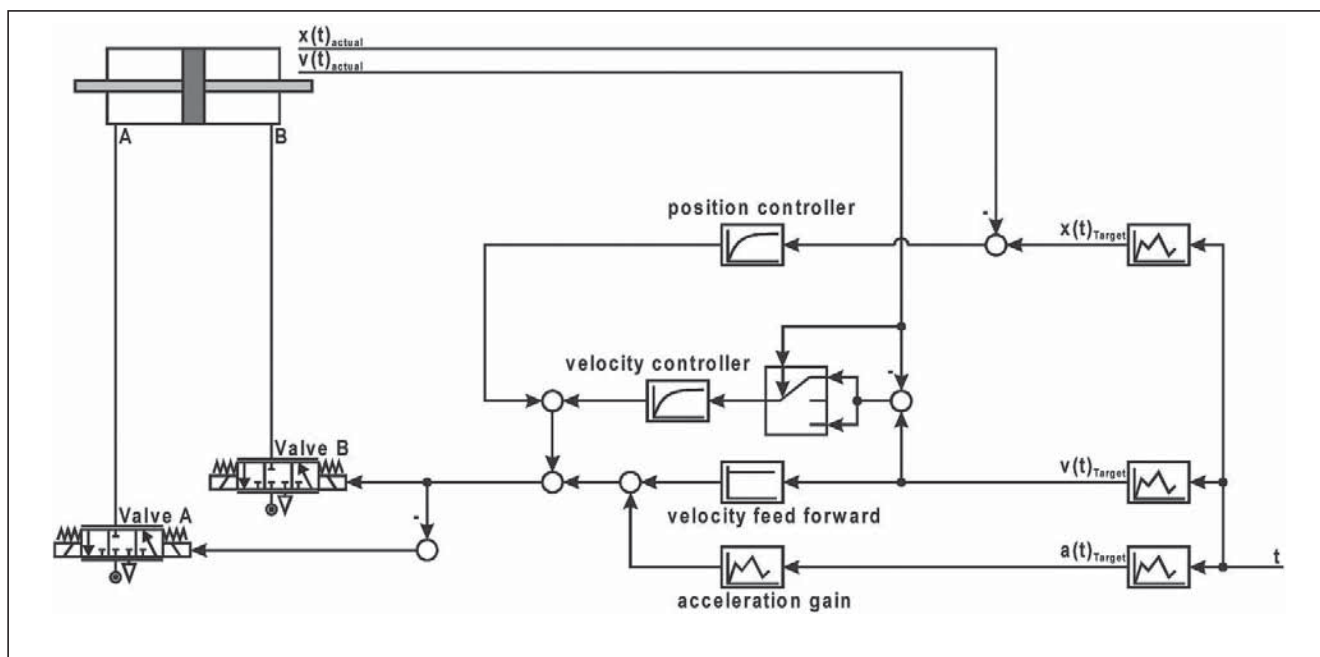


Figure 20. Control design

rather in the farming industry. It is an autonomous milking robot.

opportunities of fully integrated systems with on-board controller functionality used for control as well as condition monitoring [12].

#### 4 Conclusions and outlook

Choosing the optimal drive for a given application is a continuing task for design engineer. In or-

der to offer the customer and user of automation systems the best solution it is important to fully understand the characteristics of specific drives. For this reason the paper focuses on the characteristics of pneumatic drives explaining trends in academia and industry and how to make use of it. Condition monitoring becomes more important as unscheduled production down times are not tolerated and predictive action needs to be taken. Some examples demonstrate the importance.

The future for pneumatic drives looks bright in case the focus on the strength of pneumatics is pursued. Important

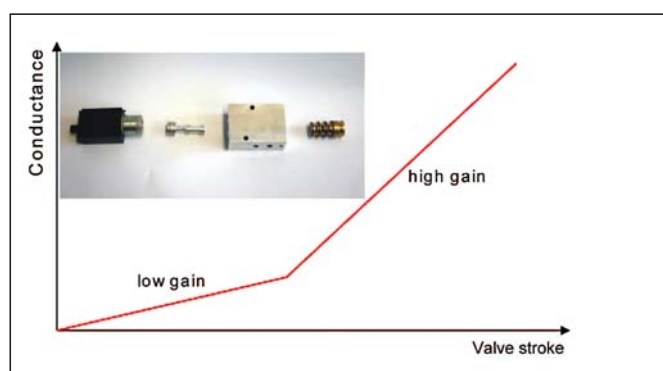


Figure 21. Valve with optimised characteristics

The servo-pneumatic drives have to scope with the harsh environment and need to function safely under all possible conditions. The limited stiffness of pneumatic drives becomes a major advantage in this application. Max. velocity is 0,3 m/s and max. acceleration 1,5 m/s<sup>2</sup>. The required accuracy is specified to ± 2 mm. All drives incorporate fail safe behaviour.

The used platform is based on “plug and play” modules. Standard workpiece carriers on a planar table are used as drive systems and they are used to transport components to each processing station. These stations consist of handling modules with decentralized intelligence used for all the complex tasks necessary. It clearly shows the

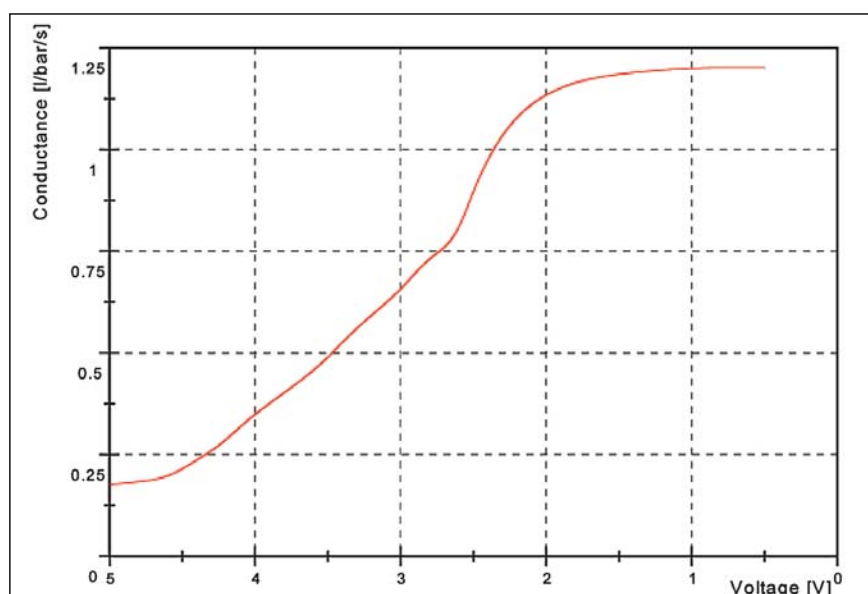


Figure 22. Valve test results

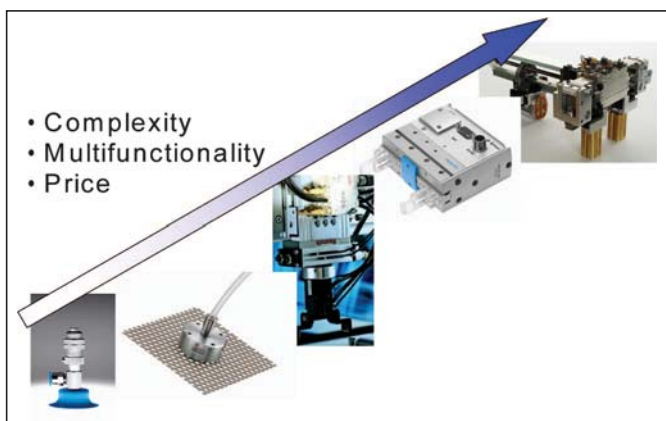


Figure 23. Advances in gripper technology

Simulation, O+P 'Ölhydraulik und Pneumatik' 45 (2001) Nr. 4, ISSN 0341-2660 [2] Bauer, F.: Maßnahmen und Methoden zur Flexibilisierung pneumatischer Greifsysteme, Dissertation IFAS-RWTH Aachen, Shaker



Institute for Fluid Power Drives and Controls

Prof. Dr.-Ing. H. Murrenhoff

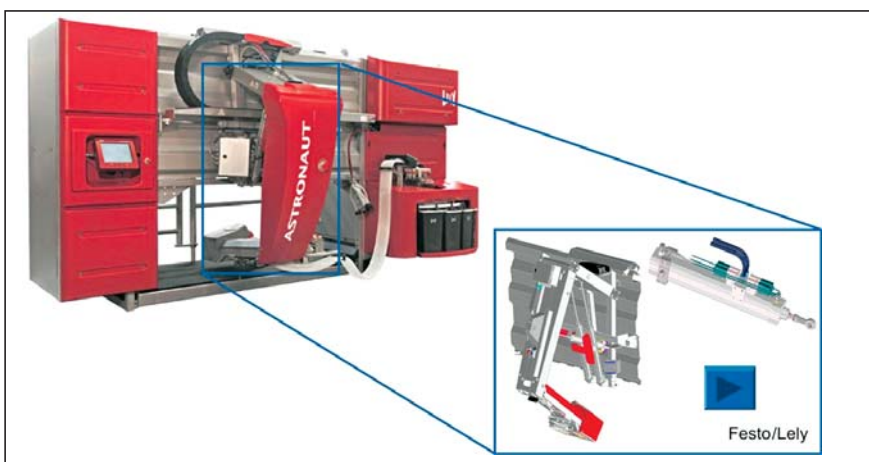


Figure 24. Milking robot

features are its robustness, flexibility, simplicity and controllability and maintainability. If it is possible to constantly satisfy customer demands with new innovations a long term success should be granted. Research and development performed in universities – educating young and talented engineers in this discipline – are an important mosaic on this path.

### Literature

[1] Bauer, F., Klein, A.: Auslegung einer zeitoptimalen pneumatischen Schaltung mittels

- Verlag, 2002 ISBN 3-8322-0539-X
- [3] N.N.: DSHplus User Manual, 2006, Fluidon, Aachen, www.fluidon.com
- [4] Fritz, S, Stammen, C.: Dem Verschleiß auf der Spur - Möglichkeiten zur Anlagendiagnose in der in der Pneumatik, O+P 'Ölhydraulik & Pneumatik' 49 (2006) Nr. 9, ISSN 0341-2660
- [5] Gauchel, W.: Entwicklung und Regelung eines integrierten und flexiblen servopneumatischen 2-Backengreifens, Dissertation IFAS-RWTH Aachen, Shaker Verlag,

- 2006 ISBN 3-8322-5328-9
- [6] Janocha, H., et all: Actuators-Basics and Application, Springer Verlag, 2004, ISBN 3-540-61564-4
- [7] Leonhard, A., Helduser, S., Rüdiger, F.: CFD-Simulation and Experimental Visualization of Transient Flow in Pneumatic Seated Valves, Conference paper 5th IFK, Vol. 1, Shaker Verlag 2006, ISBN 3-8322-4839-0
- [8] Murrenhoff, H., Czinki, A., Jansen, R., Hantke, P.: Neuere Entwicklungen in der Pneumatik, General lecture, 2. IFK, Dresden, Conference proceedings Band 2, TU Dresden, March 2000
- [9] Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik, Skript to the lecture at RWTH Aachen University, Shaker Verlag 2006 ISBN 3-8322-4638-X
- [10] Murrenhoff, H.: Pneumatic Drives: Applications and Diagnostics, Congress 'The Future of Power Transmission', Milano, Italy, May 2007
- [11] Post, P.: Entwicklungen in der Pneumatik, General lecture, 4. IFK, Dresden March 2004, Conference proceedings Vol. 1
- [12] Post, P.: Technological Leadership of Pneumatics: Solution and Customer Applications in Industrial Automation General lecture, 5th IFK, Aachen March 2006, Conference proceedings Vol. 3, Shaker Verlag ISBN 3-8322-4841-2

## Smer razvoja pnevmatičnih pogonov in nadzora delovanja

### Razširjeni povzetek

Pnevmatični pogoni so še vedno pomembne komponente za avtomatizirane sisteme. Predvsem zaradi primernih lastnosti pri linearnih gibih, nizkih in konkurenčnih stroških. Z razvojem so pnevmatični pogoni postali bolj integrirani, kompaktnjši in mnogo bolj inteligentni. Ilanek uvodoma predstavlja značilnosti pnevmatičnih pogonov in v nadaljevanju prikaže bistvene prednosti in možnosti te pogonske tehnologije ob uporabi učinkovitega vzdrževanja in diagnostike. Prednosti in značilnosti pnevmatičnih pogonov so osvetljene z nekaj primeri.

Osnovne značilnosti pnevmatičnih pogonov so prikazane na *sliki 1*. Med njimi je treba izpostaviti robustnost, dinamične lastnosti, možnost enostavnega povezovanja z elektronskimi komponentami, razpoložljiva orodja za načrtovanje pogonov in inteligenco. Računalniško podprta orodja z možnostjo simulacije, ki jih imajo danes na voljo inženirji, omogočajo analizo obnašanja in izbiro ustreznih komponent. Tovrstne simulacije omogočajo optimizacijo toka in tlaka v pnevmatičnih komponentah, kar omogoča razvijanje krmilij in zanesljivo napoveduje hitrosti in čase delovnih ciklov (*slika 3*). Na osnovi raziskav strokovnjakov iz prakse in inštituta IFAS je nastala tudi rešitev na *sliki 4*, ki prikazuje običajno izvedbo dušenja obeh gibov in izvedbo s krmiljenim vklapljanjem 3/2-ventilov v zaporedju za doseg ustreznih hitrosti gibanja. Tako izveden pnevmatični pogon ima boljše lastnosti pri večjih obremenitvah, kar je bilo mogoče ugotoviti že s simulacijo pri načrtovanju (*slika 5*). Primer takega pogona je prikazan tudi na *sliki 6*, ki v povezavi s proporcionalnim ventilom omogoča še mehko zaustavitev.

Z integracijo krmilnih in pogonskih komponent pa je mogoče doseči razpršeno inteligenco, kompaktne konstrukcije in učinkovito vzdrževanje. Vzporedno z razvojem informatike in prenosa signalov se tudi v pnevmatičnih krmiljih vedno več uporablja večnivojska povezava krmilnih komponent preko mrežnih povezav in se ta uspešno povezujejo v krmilje numerično krmiljenih strojev.

Opazen je tudi razvoj na področju vzdrževanja, kjer se poskuša s predvidevanji izključiti prekinitev delovanja pnevmatičnih pogonov. Moderna krmilja z vgrajeno elektroniko omogočajo učinkovito diagnosticiranje in predvidevanje zastojev na nivoju strojev, na višjem nivoju pa je preko mrežnih povezav mogoče servisiranje krmilij pri kupcih.

Diagnostika je nujna za izogibanje zaustavitvam, ki niso bile načrtovane, in za načrtovanje potrebnega vzdrževanja. Takšno preventivno vzdrževanje je nujno. Ideja sodobnega vzdrževalnega sistema je uporaba že obstoječih senzorjev. Cilj je vsekakor pridobiti čim več znanja o obrabi, poškodbah in napakah brez dodatnih senzorjev, kajti ti podražijo nadzorovanje delovanja sistema. Potrebna je integracija več znanja (matematičnih modelov in odločitvenih metod) za uporabo in obdelavo informacij, ki jih dajejo senzori. Tako je na primer bila narejena raziskava o možnosti nadzora delovanja varilne celice. Težki delovni pogoji so kot nalašč za uporabo sistema nadzora. Kot vir informacij je bil upoštevan potek gibanja batnice cilindra (*slika 14*). Izdelana sta bila ustrezen matematični model in simulacija, ki dasta dovolj dobre informacije o notranjem in zunanem puščanju ter trenju.

Pnevmatične pogone in njihovo uporabo je potrebno oceniti s stališča stroškov in prednosti, ki jih nudijo. Tak primer je prikazan na *sliki 17*, kjer je za premikanje plošč uporabljen pnevmatični pogon z vakuumskimi prijemali. Sistem uspešno izpolnjuje zahteve natančnosti (krmilje) in hitrosti oziroma pospeševanja. Za visoke zahteve pri natančnosti pozicioniranja je bil razvit poseben ventil, katerega karakteristike so prikazane na *sliki 21*. Pnevmatični pogoni pa se lahko uspešno uporabljajo tudi pri avtomatizaciji v kmetijstvu. Značilnost pnevmatike, elastičnost pogona, se lahko uspešno uporabi za posebne zahteve, ki so pojavijo na primer pri molži.

Zaključiti je mogoče, da bodo pnevmatični pogoni tudi v prihodnosti zadovoljevali uporabnike s svojimi značilnimi prednostmi. Inovacije na področju pnevmatike bodo omogočile snovanje naprav po željah naročnikov in z ustrežno diagnostiko tudi uspešno uporabo.

**Ključne besede:** pnevmatika, pnevmatični pogoni, mehatronske komponente, diagnostika, vzdrževanje, simulacija v pnevmatiki,



# HYPOS

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

Tel.: ++386 (0)2 88 79 800, fax: ++386 (0)2 88 79 810, e-mail: [info@hypos.si](mailto:info@hypos.si), internet: <http://www.hypos.si>

# The German Market-Introduction Program for Bio-Based Lubricants 2000–2007: Seven Years of Experience

Heinrich THEISSEN

**Abstract:** In order to support the use of bio-based lubricants and hydraulic oils, the German government set up a market-introduction program in 2000, which has recently been extended to 2008. In this program, the conversion of equipment from mineral lubricants to bio-based lubricants is being supported with a financial grant to the end user. Accompanying measures include information and advertising through events, printed and internet media, and technical support.

More than 90% of the requested grants are for the conversion of hydraulic equipment, mostly mobile hydraulics like in construction and forestry machinery. So far, more than 15,000 hydraulic systems in the range from small tractor attachments to movable railroad bridges have been converted. More than 90% of the customers respond that they are satisfied with the results of their conversion.

Some experiences regarding the administration, market penetration, and control methods for bio-oil use will be presented in the paper.

**Keywords:** Hydraulic fluids, bio-based fluids, market-introduction experiences,

## ■ 1 Introduction

The use of mineral oil is significantly contributing to the exhaustion of resources and to the effects of climate change. One aspect of mineral oil use is lubrication – in Germany alone, approximately one million tons of mineral oil are used annually for lubrication purposes. Roughly 50% of that amount are not recovered after use, but disappear in the environment through evaporation, uncontrolled burning, and spills [1].

Dr.-Ing. Heinrich Theissen, IFAS,  
RWTH Aachen University,  
Germany

Lubricants with a high content of renewable raw materials (RRM) not only reduce the consumption of limited mineral oil, but they are also easily biodegradable, low toxic, and help reduce the CO<sub>2</sub> content in our atmosphere. Therefore, there is a double motivation to substitute RRM for mineral oil based lubricants: Careful use of resources, and protection of soil, air, and water. An additional aspect is the creation of jobs in agriculture.

Lubricants made from RRM were in use almost exclusively in pre-industrial times. Since the 1980s, the lubricants industry has been working on the development of alternative

modern lubricants based on RRM, so called biobased oils. Today, we have an ample selection of high-quality biobased products available for almost all applications in industry and transportation.

In order to accelerate the market conversion, the German Federal Government set up a Market Introduction Program for biobased lubricants in the year 2000, which has been recently extended to 2008.

All details of the program, like grant amounts, administrative procedures, selected products, and contact information, can be found in the internet at [www.bioschmierstoffe.info](http://www.bioschmierstoffe.info) [2]. Most

of the information is in the German language. The program is being administered by the Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR, [www.fnr.de](http://www.fnr.de)), which reports to the Ministry of Agriculture. Technical support is provided through IFAS by the author.

## ■ 2 Mechanisms of Support

In the Market Introduction Program, the conversion of equipment from mineral lubricants to bio-based lubricants is being supported with a financial grant to the end user. Accompanying measures to help conversion are information and advertising through events, printed and internet media, and technical support.

In the first years of the program, the financial grant was calculated individually according to real cost as demonstrated by the applicant. This resulted in a very high administrative effort, accompanied by permanent questions if the modifications of older machines – for example replace all pressure hoses – had to be attributed to the bio-oil conversion itself, or if these costs were caused by delayed repairs which could not be supported with public money, of course.

To simplify the administrative procedure, and with the aid of having the cost history of the first two years available, average values were calculated depending on machine size and application. For mobile hydraulic equipment, presently an amount of € 6,25 per litre of system volume is paid. This high amount takes into account that hydraulic systems require extensive flushing with bio-oil in order to completely remove all remaining mineral oil from the system. For greases, gear and motor oils, lower amounts are paid. For loss lubricants like greases or metal working fluids, a yearly consumption is estimated as a base for calculation, instead of system size. The idea of all funding is to approximately replace the additional cost of bio-oil, compared to mineral oil, during the first year.

In addition to grants to users, advertising and information is provided in the internet, in printed publications,

and in seminars. This includes technical information and reports of companies explaining their experience with the conversion.

The yearly budget for the Market Introduction Program is € 10 million.

## The “Positivliste”

To help decide if a lubricant fulfills the necessary requirements for support, a list of eligible products and their vendors has been established, the so called “Positivliste”. Approximately 450 products and nearly 50 vendors are presently on the list. The Positivliste is updated regularly and is available for download at the above mentioned internet address [2].

In order for a product to be accepted, the vendor has to declare that the product:

- contains at least 50% RRM (renewable raw material)
- is readily biodegradable (min. 60% according to OECD 301)
- complies with German Wassergefährdungsklasse 1 (water hazard class 1) or better.

In addition, some technical data are collected for internal statistics and evaluations.

## ■ 3 Market Response

More than 15,000 machines have been converted so far. The major

part of the demand has been for the conversion of hydraulic equipment, mostly construction equipment, forestry machines and other mobile hydraulics, waterway equipment like movable bridges or locks, and hydraulic elevators. 95% of the bio-oil volume is used in hydraulic equipment, compared to 15% in the total (mineral) lubricants market.

The preference for biodegradable hydraulic fluids can be explained by the high loss risk of mobile hydraulic equipment:

- large fluid volumes on vehicles, typically 10 times more than motor or gear oil
- high pressure up to 400 bar
- extensive pipelines including many flexible hoses and connectors.

A flexible hose failure may release a large quantity of oil within a few seconds. It is known that forest harvesters per year typically lose amounts equivalent to their complete system volume or more, several hundred liters. Hence, there is an obvious need for protective measures to minimize environmental damage and cost in case of an accident. Bio hydraulic oil is considered to be less risky here than mineral oil. In many forest areas, especially those certified by organizations like FSC [3] and PEFC [4], the use of biodegradable lubricants is mandatory.

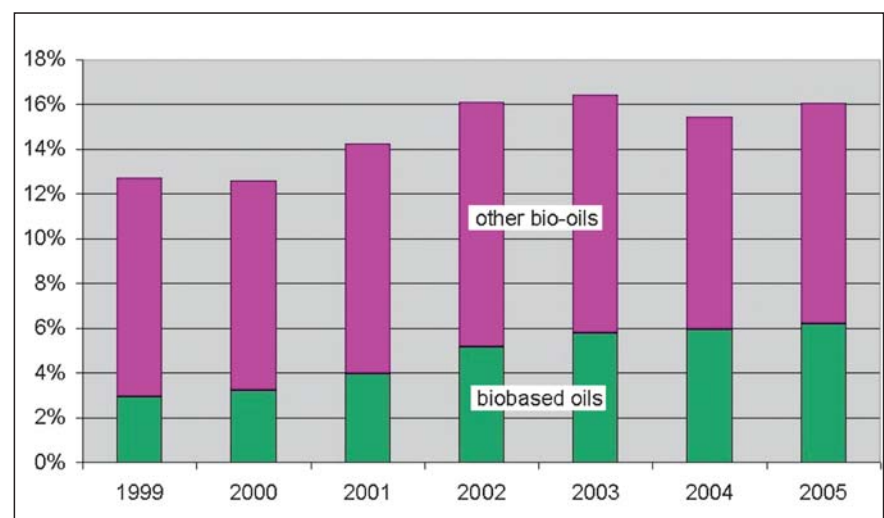


Figure 1. Market share development of mobile hydraulic bio-oil in Germany [5]

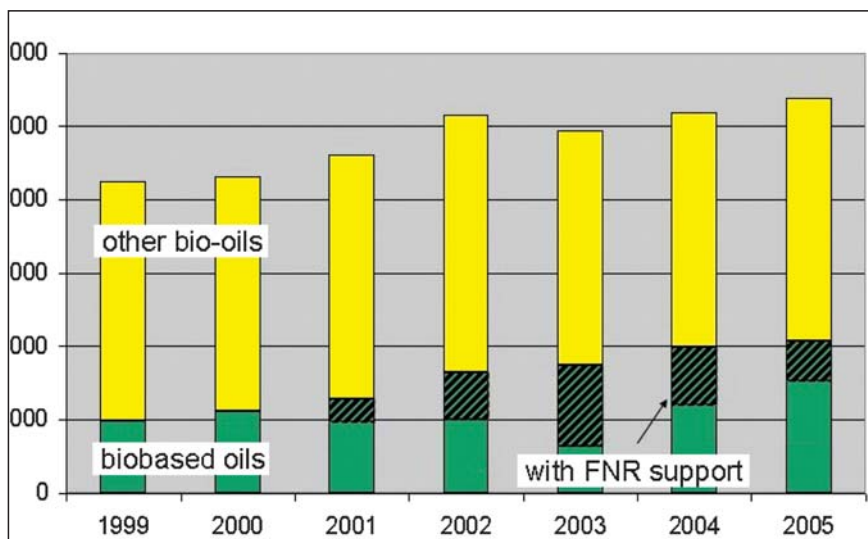


Figure 2. Bio hydraulic oil sales in Germany [5]

Large quantities of oil on a small area do not allow access of oxygen and water and cannot be degraded by micro-organisms. The spill has to be removed – even with bio-oil – and stored in a safe and suitable condition. There, in the case of bio-oil, decomposition can take place within a few weeks.

While the total market share of bio-oil in the lubricants market is still very low, in the most interesting segment of the mobile hydraulics market, bio-oils have gained a market share of 16% in Germany. One third of this 16% volume is hydraulic fluid fulfilling the Positivliste requirements of at least 50% RRM content. The other bio-oils are biodegradable of unknown composition. The market share development in recent years is shown in figure 1. The corresponding absolute volumes of bio hydraulic oil sold in Germany are shown in figure 2.

The distribution of bio-oil sales in Germany is very unbalanced. This can be seen in figure 3, where the awarding of financial grants per region in the Market Introduction Program is shown. In Southern Germany, in the two states of Bavaria and Baden-Wuerttemberg representing 25% of the German population, 50% of the bio-oil sales take place. In Northern Germany, bio-oil is almost non-existent.

Although the reasons for this unbalance are unknown, it is clear that

there is a self-supporting effect in the market. Where the market share is already high, potential customers easily find suppliers including second sources and experienced maintenance shops, as well as other users as references. Where market penetration is low, users face making a greater effort to get the necessary information, material, and technical support. Considering the above mentioned market shares, the numbers shown are country average. In some well developed areas, they may well be double as high or more than indicated.

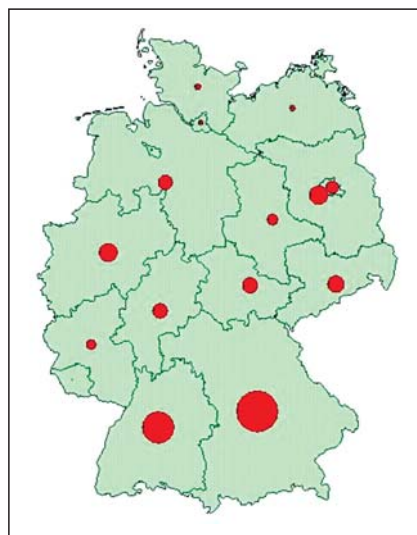


Figure 3. Market distribution per state in Germany [5]

The ample availability of high quality biobased lubricant products present in the Positivliste, and the progressive introduction of biobased hydraulic



Figure 4. Euromarguerite symbol

fluids into the market, has resulted in a successful effort to include minimum RRM requirements into the definition of the new European ecolabel for lubricants [6]. The ecolabel carries the Euromarguerite symbol, as shown in figure 4.

Biodegradable hydraulic fluids have also been specified in their ecological and technical properties in the international standard ISO 15380 [7], which has been established on a history of several recommendations of the German Machine Manufacturers Association VDMA.

### Critical Aspects

It should also be mentioned that the Market Introduction Program has suffered from some critical aspects which have limited the efficiency of the program.

#### Timing problems

The flow of cash for grants to users has been unsteady in most of the years, as a consequence of the federal government's budget restrictions. Money was not released before April during several years, and the payments were closed again by early December. This is opposed to the practice of users to schedule their equipment maintenance during the winter period because of the weather conditions and limited work opportunities outside. The interruption also caused loss of attention by part of the lubricant sales force, who are the most important multipliers in this business.

### Focus on grants

Even taking into account the above mentioned payment delays, money is not the only motivator. It is true that a liter of bio hydraulic oil is five times more expensive than mineral oil. But with adequate maintenance practices, operation with bio-oil is not more expensive than conventional use of mineral oil [8].

A survey of the TAT Rheine [9] among hydraulic specialists as well as users of hydraulic equipment has shown, that from the view point of customers, the main road blocks for bio-oil are: (1) lack of information, (2) fear of technical problems, and (3) cost, in that order.

The program has focused too much on financial grants, and has not invested enough effort in publicity and information. Especially important are meetings and seminars to inform sales people and users, and to get feedback from the market.

### Geographical distribution

The problem that sales are significant only in the southern part of Germany as shown above, under equal conditions throughout the country, remains unsolved. The program has missed opportunities to create other nuclei of interest in northern and western Germany.

## ■ 4 Verification of Bio-oil Use

Where the use of bio-oil is mandatory for environmental reasons, or where its use is being supported with taxpayers' money, methods to control if bio-oil is really bio-oil are necessary.

### Radiocarbon Control of RRM content

For the justification of government funding it is essential that there is a minimum content of RRM in the product used. This is largely independent of the biodegradability and toxicity properties.

The content of RRM in a product is traditionally determined by analyzing the chemical substances in the pro-

duct, and evaluating the contribution of these components to the total RRM content. This is only possible, however, because certain substances are typically made from certain known resources. These traditional chemical methods are not safe because:

- it is difficult to distinguish exactly between molecules with similar chemical properties, yet different sources of raw materials, and
- even the same molecule may be made from renewable or fossil sources alternatively.

To detect the RRM content more reliably, the radiocarbon method (better known from archaeology) is very helpful. As lubricants are mainly composed of carbon atoms, the determination of the rare isotopes with atomic weight 14, as opposed to the common carbon atoms with weight 12, delivers information about the origin of the carbon and of the lubricant components. Carbon 14

is present in the atmosphere in very small amounts and is absorbed by all living beings through photosynthesis (plants) or through eating plants (animals). Since the carbon 14 isotope is radioactive, it decays within a few thousand years and is not present any more in fossil carbon.

The comparison of the percentage of carbon 14 in the test sample with the percentage to be expected in new biomass, yields a number for RRM content in the sample, with an error range of 1% approximately. The advantage of this method is that the results are independent of any chemical treatments that the lubricant components may have undergone. IFAS has tested the method at the University of Kiel [8] with different lubricant components of well known origin,

with excellent results. The correlation between real RRM content and the test results is shown in figure 5.

There is also a drawback: laboratory capacity is limited, there are only a few in Europe, and waiting times are several months. One test costs approximately 300 €. The radiocarbon method is suitable for product release tests. It cannot, because of the high effort, be used for routine checks of individual users.

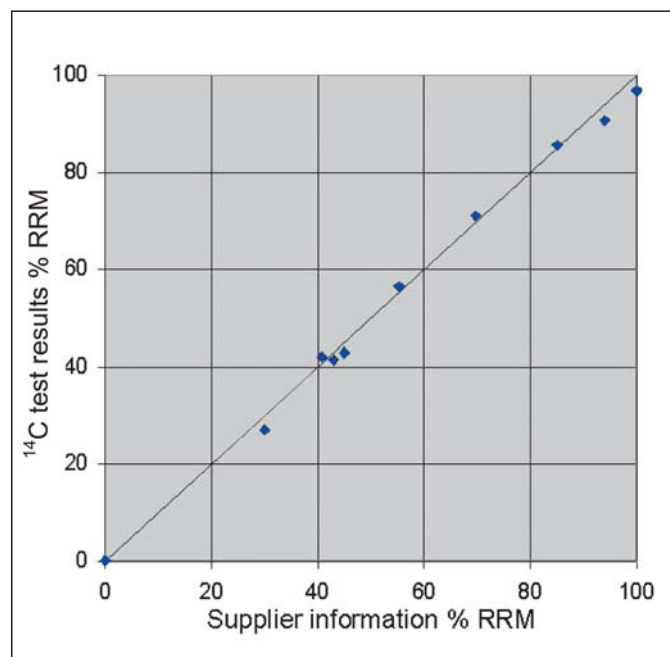


Figure 5. Radiocarbon test results [8]

The method has been documented in an ASTM procedure [10] for the verification of purchasing policies of the U. S. government.

### A Quick Check for biodegradability

In order to easily recognize bio-oil in machines where its use is mandatory for environmental reasons (e. g. in forestry), IFAS and a manufacturer of condition monitoring equipment are presently developing a portable instrument to allow a quick check for detection of esters. As most biodegradable oils contain large amounts of esters, they can be easily distinguished from mineral oil through their different dielectric properties. Although this is an indirect method for recognizing biodegradability, it is



expected to help enforcement of biodegradable and biobased hydraulic fluids in practical use.

## References

- [1] Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Bericht über biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten, Bonn 2002
- [2] Internet pages of the German Market Introduction Program for Biobased Lubricants, [www.bioschmierstoffe.info](http://www.bioschmierstoffe.info)
- [3] FSC Forest Stewardship Council, [www.fsc.org/en/www.fsc-deutschland.de](http://www.fsc.org/en/www.fsc-deutschland.de)
- [4] PEFC Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes [www.pefc.org/internet/html/index.htm](http://www.pefc.org/internet/html/index.htm) [www.pefc.de](http://www.pefc.de)
- [5] Theissen, H.: Die Marktsituation biologisch abbaubarer und biogener Schmierstoffe in Deutschland 2006, Aachen 2006 (available for download at [www.bioschmierstoffe.info](http://www.bioschmierstoffe.info))
- [6] Theodori, D., European Eco-label Lubricants, Greentech Conference Proceedings, Potsdam 2005
- [7] International Standard ISO 15380 "Lubricants, industrial oils and related products (Class L) - Family H (hydraulic Systems) – Specifications for categories HETG, HEPG, HEES and HEPR"; also available as DIN ISO 15380
- [8] Theissen, H.: Erfahrungen mit Bio-Hydrauliköl – Richtiges Umölen, Erhöhung der Ölstandzeit, Maßnahmen bei Ölverlust, Kundenzufriedenheit, o+p Ölhydraulik und Pneumatik 3/2006
- [9] TAT Transferzentrum für angepasste Technologien GmbH, Rheine, [www.tat-zentrum.de](http://www.tat-zentrum.de)
- [10] ASTM D 6866 – 04a: Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Natural Range Materials Using Radiocarbon and Isotope Ratio Mass Spectrometry Analysis

## Program uvajanja bioloških maziv v Nemčiji, 2000–2007: Sedem let izkušenj

### Razširjeni povzetek

Uporaba maziv na osnovi obnovljivih surovin prispeva ne samo k manjši rabi omejenih količin mineralnega olja, temveč so ta tudi hitreje razgradljiva, manj strupena, pripomorejo k zmanjšanju CO<sub>2</sub> v atmosferi in s tem okolju prijaznejša. Tako imamo kar dva motiva, da mineralna olja zamenjamo z obnovljivimi surovinami: po eni strani gre za previdno, premišljeno ravnanje s surovinami, po drugi pa za ohranjanje ustrezne kvalitete okolja – zemlje, zraka in vode. Zato se vedno bolj spodbuja uporaba okolju prijaznih maziv. Takšen primer je nemški program pospešenega uvajanja okolju prijaznih maziv, ki ga podpira tudi vlada. V prispevku so predstavljene izkušnje tega programa v preteklih sedmih letih.

Nemčija porabi okoli en milijon ton mineralnega olja letno, pri čemer ga po uporabi približno kar polovica ni odložena pravilno, saj izgine v okolje kot hlapci, se nekontrolirano sežiga ali razlije. Da bi zmanjšali obremenitve okolja, so leta 2000 pričeli s programom zamenjave olj na mineralni osnovi z biološkimi. Program je nemška vlada podprla s subvencijami končnim uporabnikom. Sredstva subvencije so pokrivala stroške zamenjave količine olja, predhodno izpiranje sistema kot tudi program osveščanja, promocije in informiranja ter nudenje strokovnotehnične podpore. V ta namen je bilo letno iz proračuna namenjenih 10 milijonov evrov. Do sedaj so olja zamenjali v več kot 15.000 strojih, pri čemer odpade največji delež na področje mobilne hidravlike, na gradbene, poljedelske in gozdarske stroje, nekaj pa tudi na premične mostovne konstrukcije.

Delež uporabe maziv na biološki osnovi na celotnem področju tehnike je še dokaj majhen. V najbolj zanimivem segmentu tehnike, na področju mobilne hidravlike, pa že znaša okoli 16 %.

V Nemčiji je prodaja bioolja zelo neuravnotežena. V južnem delu se samo na Bavarskem in v Baden-Württembergu proda 50 % vseh količin bioolja. V severnem delu Nemčije so bioolja bolj ali manj redkost. Razlogi za takšno neravnovesje niso znani – lahko pa sklepamo, da poteka zamenjava olj intenzivneje tam, kjer je tržišče razvito in je na voljo več informacij, trgovin, servisov ...

Program zamenjave olj na nemškemu tržišču ne poteka z zeleno hitrostjo, saj se sooča z več problemi. Eden od njih je neredna denarna pomoč. Dotok denarja je naravnani na obdobje od maja do novembra, kar je popolnoma v nasprotju z načinom vzdrževanjem teh strojev. Na področju mobilne hidravlike se namreč vsa večja vzdrževalna dela izvajajo v zimskem obdobju. Ostali pogosto omenjani vzroki so še: na prvem mestu je pomanjkanje informacij, nato strah pred tehničnimi težavami in šele na tretjem sorazmerno visoka cena bioolja (ta je povprečno petkrat višja kot pri mineralnih).

Ne smemo pa pozabiti še na en pomemben vidik pri uvajanju bioolj – na preverjanje kvalitete (razgradljivost). Namesto klasičnih metod analize kemičnih snovi, ki ne more zagotoviti enumnega rezultata glede izvora surovin, se danes uporablja ogljikova radioaktivna metoda, uveljavljena na področju arheologije. Vsebnost ogljika v surovinah iz obnovljivih virov se določi s pomočjo radioaktivne ogljikove analize. Sveža biomasa vsebuje znano količino izotopa C14, ki je radioaktiven in se zelo počasi razkrajata. Fosilna goriva tega izotopa C14 nimajo več. Ker je cena takšnega testa dokaj visoka, cca. 300 evrov, razen tega pa so v Evropi kapacitete laboratorijev omejene (čakalna vrsta 3 mesece), se sedaj naperi usmerjajo v snovanje senzorja, primerne za hitro kontrolo biološke razgradljivosti.

**Izveček:** Nemška vlada je leta 2000 ustanovila program, ki podpira uporabo okolju prijaznih bioloških maziv. Nedavno je bil ta program podaljšan še do leta 2008. Vlada skuša podpreti zamenjavo maziv – hidravličnih olj na mineralni osnovi z biološkimi – na ta način, da uporabnikom ponuja finančno pomoč oz. subvencije kakor tudi z oglaševanjem in tehnično pomočjo.

Več kot 90 % zahtevanih subvencij je namenjenih zamenjavi olj na področju mobilne hidravlike, predvsem pri gradbenih in gozdarskih strojih. Do sedaj jim je to uspelo pri več kot 15.000 hidravličnih sistemih, od malih traktorjev pa vse do premičnih železniških mostov. Več kot 90 % uporabnikov je izjavilo, da so z rezultati zamenjave zadovoljni.

V prispevku so поблиžje predstavljene nekatere izkušnje glede administracije pri izvedbi akcije, problemi prodora na tržišče ter kontrolne metode pri uporabi bioolj.

**Ključne besede:** hidravlične tekočine, okolju prijazne biološke tekočine, izkušnje pri uvajanju na tržišče,

#### 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, poliol, 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 železnarnah in lesni industriji, v letalih 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- vilicarje, traktorje, gradbene stroje ...



**MOOG HYDRAULIC**

# Razvoj manj nevarne in okolju bolj prijazne HFA-tekočine in njena praktična uporaba v Premogovniku Velenje\*

Milan KAMBIČ, Branko KUS, Nico BROEKHOF

**Izvleček:** V prispevku je predstavljena praktična raba nove manj nevarne in okolju bolj prijazne težko gorljive hidravlične tekočine QUINTOLUBRIC 818-02 proizvajalca Quaker-OLMA. V primerjavi z dosedaj uporabljano tekočino ima nova številne prednosti, npr. odlične protikorozijske lastnosti, odlično filtrabilnost, nizko nagnjenost k penjenju in izboljšane ekološko-zdravstvene lastnosti. Uvodoma so pojasnjene splošne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati tekočine, primerne za uporabo v hidravličnih rudniških podporjih, ter priporočila in predpisi, ki so vzpodbudili razvoj nove tekočine. Velik delež pri tem je imel projekt Evropske unije LIFE, ki je omogočil sofinanciranje razvoja in implementacijo nove tekočine in tehnologij. V prispevku je opisana pot od prvih laboratorijskih testov do praktične uporabe tekočine, ki vključuje izpolnitev zahtev proizvajalcev opreme in evropske zakonodaje. Opisan je praktični test v Premogovniku Velenje s poudarkom na napredku, ki ga predstavlja za uporabnika in okolje prehod s prve na drugo generacijo izdelka, in vse bistvene lastnosti in prednosti nove tekočine.

**Ključne besede:** HFA, LIFE, okolje, rudarstvo, tekočina za hidravlična podporja

## 1 Uvod

Časi, ko je človek uporabljal za kopanje premoga vrtalnike, za podporo v jaških premogovnikih pa lesene podporne stebre, so skoraj minili.

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Branko Kus, univ. dipl. inž.; Olma, d. d., Ljubljana  
Dr. Nico Broekhof, Quaker Chemical Corporation

\*Quaker-Olma se zahvaljujeta osebju Premogovnika Velenje za možnost predstavitve Quintolubrica 818-02 v praksi in za zelo profesionalno tehnično pomoč v času prehoda na nov izdelek kot tudi v času izvajanja testiranja tekočine

Danes v ta namen uporabljajo t. i. odkope. Odkop ima čelo dimenzije do 300 metrov ali celo več. Gre za visoko razvito napravo z rotirajočim sekačem, ki se mehansko premika naprej in nazaj skozi širok sloj premoga. Premog pada na tekoči trak, ki ga odstranjuje iz delovne cone. Odkop ima svoje hidravlično podporje za krov, ki je sestavljeno iz posameznih elementov, imenovanih sekcije. Ko je premog zdrobljen, se segmenti drug za drugim sprostijo, tako da se podpora zniža, premaknejo se naprej in ponovno dvignejo podporo. Na ta način se odkop počasi, toda varno, premika skozi nahajališče premoga.

Danes pri odkopih opažamo naslednje trende:

- odkop: širši (> 400 m) in hitrejši,
- kontrolni sistem: bolj razvit, toda



**Slika 1.** Odkop z rotirajočim sekačem in hidravličnim podporjem [1]

- bolj občutljiv na umazanijo,
- rezervoar za hidravlično tekočino: čim manjši (mobilnost, stroški),
- voda: ponovna uporaba zaradi znižanja stroškov in zaščite okolja,
- hidravlična tekočina: bolj varna in bolj prijazna do okolja,
- manjše tveganje pri pripravi te-

kočine: preprostejše vzdrževanje tekočine in natančno mešanje.

## 1.1 Pregled težko gorljivih hidravličnih tekočin

Iz varnostnih razlogov v območjih, kjer obstaja nevarnost požara, ne smemo uporabljati lahko gorljivih medijev. To danes velja tudi za premogovnike. Zaradi številnih požarov

v podzemljskem rudarstvu so pristojne oblasti po katastrofi v Marcinellu (Belgija, 1956) spodbudile razvoj negorljive hidravlične tekočine, da bi v prihodnosti zmanjšale nevarnost požarov v rudarstvu [2, 3]. Razvoj je doslej privedel do različnih vrst težko vnetljivih hidravličnih tekočin, ki jih glede na kemično sestavo delimo na naslednji skupini:

- tekočine z vsebnostjo vode: HFA, HFB, HFC,
- sintetične tekočine brez vode: HFD.

Preglednici 1 in 2 prikazujeta povezavo med sestavo in nekaterimi lastnostmi posameznih skupin težko vnetljivih tekočin.

### 1.1 Zahteve za HFA-tekočino v hidravličnih podporjih rudnikov

#### 1.2.1 Zahteve 7. Luksemburškega poročila

Težko vnetljive hidravlične tekočine vrste HFA predstavljajo pomembno podskupino hidravličnih tekočin H za prenos moči in tlakov. HFA-tekočine uporabljamo predvsem v rudarstvu, in sicer tako emulgirne (HFA-E) kot tudi sintetične (HFA-S). Do danes (tudi v bližnji prihodnosti ne kaže drugače) zanje velja, da morajo izpolnjevati zahteve 7. Luksemburškega poročila [4]. V njem je opisan obširen obseg preizkusov, tako obveznih kot tudi priporočenih. Poleg splošnih predpisov so v poročilu navedene metode za določanje odpornosti proti ognju, metode za ocenjevanje nevarnosti za zdravje in ogrožanja okolja.

#### 1.2.2 Zahteve proizvajalcev opreme

Danes po vsem svetu v hidravličnih podporjih podzemnih rudnikov uporabljajo HFA-tekočine. Te tehnološko visoko razvite, skoraj avtomatsko delujoče naprave vsebujejo elektrohidravlična krmilja posameznih segmentov, ki za HFA-tekočino postavljajo visoke zahteve glede čistosti in filtracije. Nadaljnje posebnosti omenjenih naprav so (včasih ekstremno) dolgi cevovodi med hidravličnim podporjem čela odkopa in oskrbovalno črpalno postajo. Od HFA-tekočine se zahteva visoka združljivost s cinkom, ker so za cevovode pogosto uporabljene pocinkane cevi.

Vodilni proizvajalci hidravličnih podporij imajo seveda poleg množice preizkusov, opisanih v 7. Luksemburškem poročilu, tudi t. i. hišne

**Preglednica 1.** Težko gorljive HF-tekočine z vsebnostjo vode

Pregled težko vnetljivih HF-tekočin z vsebnostjo vode			
Skupina	Kemična sestava	Lastnosti	Opomba
HFA	stanje ob dobavi: koncentrat snovi, ki jih mešamo z vodo	razred ogrožanja vode: 1–3	
HFA-E	stanje ob dobavi: emulzija emulzija olje v vodi nevodotopne sestavine: mineralno olje, estri	razred ogrožanja vode: 1 delovna koncentracija delež koncentrata < 20 %	
HFA-S	stanje ob dobavi: raztopina vodotopne sestavine brez mineralnega olja	razred ogrožanja vode: 1–2 delovna koncentracija delež koncentrata < 20 %	
HFB	stanje ob dobavi = stanje ob uporabi: emulzija voda v olju delež mineralnega olja < 60 %	razred ogrožanja vode: 3	uporabljajo jih le v angleških rudnikih
HFC	vodne, viskozne raztopine polimerov delež vode > 35 %	razred ogrožanja vode: 1	

**Preglednica 2.** Sintetične težko gorljive HF-tekočine brez vsebnosti vode

Pregled sintetičnih težko vnetljivih HF-tekočin brez vsebnosti vode			
Skupina	Kemična sestava	Lastnosti	Opomba
HFD	sintetična tekočina brez vsebnosti vode	razred ogrožanja vode: 1–3	
HFD-R	osnova: estri fosforjeve kisline	razred ogrožanja vode: 1	
HFD-S	osnova: klorirani ogljikovodiki	razred ogrožanja vode: 3	prepoved uporabe od leta 1991
HFD-T	osnova: zmesi estrov fosforjeve kisline in kloriranih ogljikovodikov	razred ogrožanja vode: 3	prepoved uporabe od leta 1991
HFD-U	ostale sintetične tekočine brez vode, npr. (di)estri	razred ogrožanja vode: 1	

standarde, ki jih mora HFA-tekočina prav tako izpolniti (na primer korozijski test DBT; DBT = Deutsche Bergbau Technik).

## 1.2 Projekt LIFE

Ko so naši partnerji iz Quaker Chemical Corporation pred nekaj leti začeli z razvojem primerne tehnologije, ki bi izpolnila vse zahteve, omenjene v točki 1.2, so se zavedali, da bi bila lahko korak naprej t. i. tehnologija sintetične raztopine. Tako so svoja prizadevanja usmerili v to tehnologijo. Hkrati so se osredotočili tudi na zahteve zaščite okolja.

Za projekt so prejeli finančno podporo Evropske unije LIFE [5, 6]. Projekt LIFE, uveden leta 1992, je finančni instrument Evropske unije in je med drugim osredotočen na projekte s področja zaščite okolja. Dodeljena finančna podpora specialno zadeva uvedbo hidravlične tekočine za hidravlična podporja rudnikov. Quaker je vodilni proizvajalec okolju prijaznih tekočin za hidravlična podporja in Evropska unija sofinancira Quakerjeva prizadevanja za uvedbo nove tehnologije, ki bo še bolj zmanjšala negativen vpliv tekočine za hidravlična podporja na okolje.

## ■ 2 Razvoj manj nevarne in okolju bolj prijazne HFA-tekočine

HFA-tekočine spadajo med najbolj temeljito preizkušana maziva. Njihov razvoj je tako povezan z veliko porabo časa in visokimi stroški. Glavna gibalna razvoja nove tehnologije HFA-tekočin so bila:

- nova tehnična znanja na področju sintetičnih tekočin,
- potreba po izdelku, prijaznem do okolja in zdravja človeka,
- LIFE podpora projektu s strani Evropske unije,

Značilnosti sodobne tekočine za hidravlična podporja so naslednje:

- varnost: vsebuje vodo, ki ji daje težko gorljivost,
- združljiva z zahtevami varstva zdravja človeka in zaščite okolja,
- zagotavljanje zaščite pred korozijo,

- sposobnost uporabe s »problematičnimi« vodami: stabilnost, filtrabilnost, bakterije, korozija, nizka nagnjenost k penjenju (kavitacija).

## 2.1 Splošna sestava HFA-tekočine

Kemična sestava HFA-tekočine je v veliki meri podobna sestavam hladilno-mazalnih sredstev, ki se mešajo z vodo in uporabljajo pri postopkih odrezavanja. Bistveni vpliv na sestavo imajo glavne naloge, npr. korozijska zaščita in stabilnost z vodo zmešane HFA-tekočine. Največkrat pa v sestavo ni vključenih EP-aditivov (Extreme Pressure – večja zaščita proti obrabi). Vsako mazivo je sestavljeno iz bazne tekočine in primernih aditivov. V splošnem je sestava naslednja:

- bazna tekočina
  - voda
  - glikol
  - ogljikovodiki
  - estri
- aditivi za zaščito pred korozijo
  - za železne materiale
  - za neželezne materiale (Cu, medenina, Al itd.)
- mazalne komponente
  - ogljikovodiki (mineralno olje, sintetično olje)

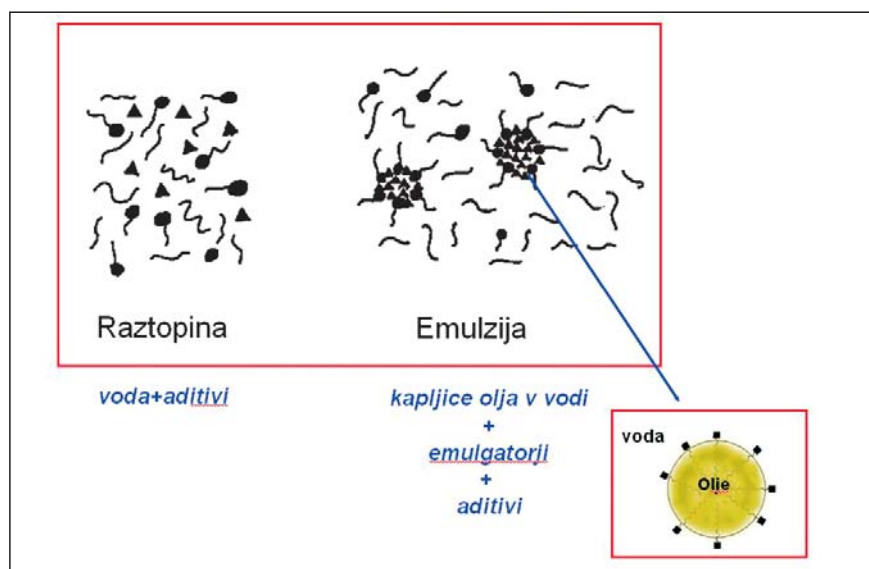
- fungicidi, baktericidi
- biostatiki: derivati borove kisline (redko)
- sistem emulgatorjev
  - emulgatorji
  - stabilizatorji
  - sredstva za omakanje
- protipenilci (po potrebi)

Glede na razvrstitev maziv po DIN 51385 lahko HFA-tekočine delimo v dve različni skupini (glej preglednico 1), in sicer v vodotopne HFA-raztopine (HFA-S = Solution) in v emulgirne HFA-emulzije (HFA-E = Emulsion).

### 2.1.1 Osnovne razlike med raztopinami in emulzijami

Raztopina je homogena zmes dveh ali več sestavin, na primer alkohol (etanol) v vodi ali sol (NaCl) v vodi. Emulzija je zmes dveh sestavin, ki se ne mešata. Ena sestavina (dispergirana faza) je razpršena v drugi (nepretrgani fazi), na primer olje v vodi. Emulzija termodinamično ni stabilna, vendar jo je možno stabilizirati z emulgatorji/površinsko aktivnimi snovmi.

Sestavo raztopin in emulzij prikazuje *slika 2*, osnovne razlike pa *slika 3*.



**Slika 2.** Sestava raztopine in emulzije

- polarna maziva
- včasih AW-aditivi (Anti Wear
- aditivi proti obrabi)
- biostabilizatorji

Raztopine niso občutljive na kvaliteto vode. V emulzijah pogosto uporabljamo maščobne kisline, ki zagotavljajo korozijsko zaščito. S trdo

	<u>Emulzija</u>	<u>Raztopina</u>
<u>Izgled</u>	Moten	Prozoren
<u>Velikost kapljic</u>	0.2-100 µm	<u>Molekularna</u>
<u>Termodinamična stabilnost</u>	Nestabilna	<u>Stabilna</u>

*Vendar jo lahko stabiliziramo z emulgatorji*

Slika 3. Osnovne razlike med raztopino in emulzijo

vodo, ki vsebuje Ca ali Mg, prihaja do tvorjenja netopnih mil, kar lahko povzroči težave pri filtriranju in poslabša stabilnost emulzije. Potencialne prednosti raztopin pred emulzijami lahko povzamemo v naslednje:

- izvrstna stabilnost (ne vsebujejo delcev, niso občutljive na kvaliteto vode),
- odlična sposobnost filtracije (ne vsebujejo delcev),
- so prijazne do okolja (ne vsebujejo mineralnih olj, velik delež vode, biorazgradljive),
- ne tvorijo mil.

## 2.2 Laboratorijski razvoj

Zaradi prednosti, navedenih v točki 2.1.1, in dejstva, da je tudi doslej uporabljan izdelek Hidrol 807-S (Quintolubric 807-S) tekočina vrste HFA-S, so se predstavniki Quakerja odločili za razvoj sintetične tekočine te vrste, in sicer za izdelek Quintolubric 818-02. Vse sestavine morajo biti topne v vodi in prijazne do okolja: biološko hitro razgradljive in brez oznak za nevarnosti. Osnovna zamisel je bila zasnova izdelka, ki vsebuje spodaj naštetih sestavine in ima navedene lastnosti:

- primerna vodotopna maziva (mazanje),
- primerne vodotopne inhibitorje korozije (korozijska zaščita),
- primeren vodotopni paket AW/EP-aditivov (mazanje, preprečevanje obrabe).

Izdelek mora torej izpolnjevati tehnične zahteve, pa tudi zahteve glede zaščite zdravja človeka in varovanja okolja. Vse je težko zadovoljiti. Zaradi tega so bila opravljena številna

laboratorijska testiranja tako v podjetju kot tudi v zunanjih inštitucijah.

### 2.2.1 Laboratorijski testi

Da bi pridobili uradno potrditev primernosti izdelka za upo-

času ocenjujemo stopnjo korozije površine in stabilnost tekočine. Videz bata in cevi po končanem testu prikazuje *slika 4*.

S slike 4 je razvidno, da pri 1,5-odstotni koncentraciji korozije ni bilo. Zahtev tega testa ni lahko izpolniti, poleg tega pa je tudi relativno drag (1300 EUR/test). Ker bi bila izvedba tega testa v fazi razvoja predraga (različne koncentracije HFA-tekočine in različne trdote vode), je Quaker v svojih laboratorijih razvil in uporabil



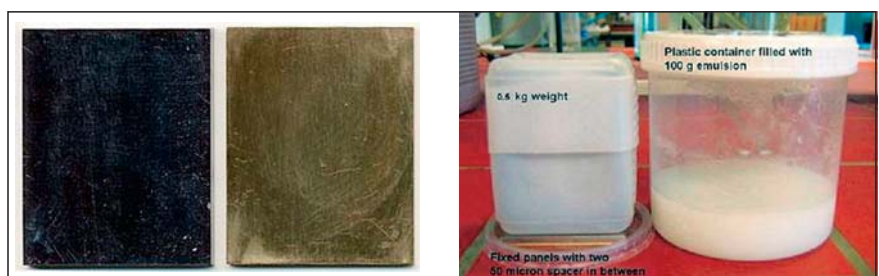
Slika 4. DBT-korozijski test 1,5-odstotne koncentracije Quintolubrica 818-02 v »velenjski« vodi

rabo v rudnikih, je potrebno izpolniti zahteve glavnih proizvajalcev rudarske opreme. Vodilni tovrstni podjetji sta DBT v Nemčiji in Joy v Veliki Britaniji. Vsako ima svoj set testov, katerih zahteve je potrebno izpolniti.

Eden od pomembnejših testov je DBT-jev korozijski test v reži (t. i. Spalt test). Pri tem testu je bronast bat vstavljen v jekleno cev, napolnjeno z emulzijo ali raztopino. Za pripravo emulzije ali raztopine lahko uporabljamo sintetično vodo (voda s točno določeno trdoto in ostalimi lastnostmi) ali pa kar vodo, ki jo uporabljajo v določenem rudniku. Test izvajamo 21 dni pri temperaturi 35 °C. Po tem

prilagojeno testno metodo, s katero je želel vnaprej oceniti obnašanje pri DBT-korozijskem testu. Plošči iz Al-brona in jekla, razmaknjeni 50 µm, sta bili 21 dni obteženi z 0,5 kg utežjo pri temperaturi 35 °C v vodoravni legi potopljene v testno koncentracijo Quintolubrica 818-02. Nato je bil ocenjen videz površine.

Testiranje in rezultate korozijskega testa prikazuje *slika 5*. Poleg navedenega so laboratorijski testi zajemali tudi korozijski test po 7. Luksemburškem protokolu, stabilnost raztopine pri sobni temperaturi in pri 50 °C, test penjenja, test združljivosti s tesnili in ocenjevanje vonja.



Slika 5. Quaker korozijski test 2-odstotne koncentracije Quintolubrica 818-02 v »velenjski« vodi

### 2.2.2 Rezultati testov združenja TÜV Nord

Združenje TÜV Nord [7] v Essnu (TÜV = Technischen Überwachungs-Verein) je opravilo tehnična testiranja, ki jih zahteva DBT. Rezultate prikazuje preglednica 3.

- trdota 6.0 °dH, 1.08 mmol/l),
- 2,0-odstotna koncentracija v vodi Jim Walter Mine (skupna trdota 7.4 °dH, 1.32 mmol/l),
- 2,0-odstotna koncentracija v vodi Andalex Westridge Mine (skupna trdota 13.9 °dH, 2.48 mmol/l),
- 2,0-odstotna koncentracija v V-vodi (skupna trdota 28.1 °dH, 5 mmol/l).

**Preglednica 3.** Rezultati testov združenja TÜV Nord

Sintetična voda	Koncentracija	Rezultat
korozijski test na ploščah	2 % v V-vodi	uspešno
DBT-združljivost s tesnili	2 % v Y-vodi	uspešno
Velenjska voda	Koncentracija	Rezultat
DBT-korozija v reži	1,5 % in 2 %	uspešno
korozijski test na ploščah	1,5 % in 2 %	uspešno
stabilnost raztopine	1,5 % in 2 %	uspešno
penjenje	1,5 % in 2 %	uspešno

Opravljeni so bila naslednja testiranja:

- DBT-korozijski test v reži,
- stabilnost emulzije,
- test penjenja,
- korozijski test na ploščah po 7. Luksemburškem protokolu,
- združljivost s tesnili.

Zahteve navedenih testov so bile uspešno izpolnjene.

Quintolubric 818-02 je poleg primernosti za uporabo z velenjsko vodo pokazal primernost za uporabo tudi z naslednjimi specifičnimi vrstami vod v rudnikih:

- 1,5-odstotna in 2,0-odstotna koncentracija v vodi Velenje (skupna

### 2.2.3 Rezultati testov higienskega inštituta v Gelsenkirchnu, Nemčija

Kot je bilo že omenjeno, je bil eden od ciljev razvoja Quintolubrica 818-02 tudi njegova neškodljivost za človeka in čim manjši vpliv na okolje. Zato so bila opravljena nadaljnja testiranja še na higienskem inštitutu v Nemčiji. Ocenjevali so:

- draženje kože,
  - draženje oči,
  - toksičnost aerosolov,
  - biološko razgradljivost: 96,8 %
  - in razred ogrožanja vode (WGK): 1.
- Zaključek teh testiranj je bil, da je v rudnikih dovoljena uporaba Quintolubrica 818-02.

### 2.3 Primerjava izdelka prve in druge generacije

Preglednica 4 povzema primerjavo osnovnih lastnosti dveh težko gorljivih hidravličnih HFAS-tekočin, in sicer Quintolubric 807-S, ki je izdelek prve generacije, in Quintolubric 818-02, ki je izdelek druge generacije. Iz preglednice je razvidno, da so glavne prednosti Quintolubrica 818-02 boljše stabilnost raztopine, pripravljene z različnimi vodami, boljše filtracijske sposobnosti, manjša občutljivost na bakterije, boljše biološke razgradljivosti in lažje odkrivanje netesnosti. Pričakovati je, da bodo zaradi nižje delovne koncentracije tudi stroški uporabe nižji.

Zgoraj navedene prednosti so bile ugotovljene na osnovi teoretičnih spoznanj, laboratorijskih testiranj v času razvoja in praktičnih izkušenj pri uporabi izdelka prve generacije. Trenutno se Quintolubric 818-02 že uporablja v hidravličnih podporjih v Premogovniku Velenje. V nadaljevanju so navedeni tudi prvi praktični rezultati tega izdelka nove generacije.

### ■ 3 Praktična uporaba nove generacije HFA-tekočine v premogovniku Velenje [8]

Do sedaj so v sistemu hidravličnega podporja uporabljali HIDROL 807-S istega proizvajalca (QUAKER-OLMA). 1. februarja 2007 so začeli uporabljati Quintolubric 818-02. Pred tem je bil

**Preglednica 4.** Primerjava izdelka prve in druge generacije

	Quintolubric 807-S	Quintolubric 818-02	Prednost nove generacije
Vrsta izdelka	(mikro-)emulzija	raztopina	boljša stabilnost raztopine v različnih vodah
	stabilna do 20 °dH	stabilna do 65 °dH	izvrstna filtracijska sposobnost
Mazanje	sintetični ester	specifični polimeri	neobčutljivost na hidrolizo - ne tvori mil
			manjša občutljivost na bakterije (ni estra)
Biološka razgradljivost	> 80-odstotna biorazgradljivost (OECD)	96,8-odstotna biorazgradljivost	zeleni izdelek
	WGK = 1	WGK = 1	nižji stroški odstranjevanja
Koncentracija	2,0-3,0 %	1,5-2,0 % (v praksi?)	nižji stroški uporabe (v praksi?)
Odpornost proti penjenju	dobra-odlična	dobra-odlična	
Korozijska zaščita	izvrstna	izvrstna	
Združljivost s tesnili	uspešno	uspešno	
Odkrivanje netesnosti	-	izvrstno	zelen, fluorescenten aditiv v 818-02
			primeren za raztopine

skrbno izveden postopek prehoda na novo težko gorljivo hidravlično tekočino [9].

### 3.1 Postopek prehoda na Quintolubric 818-02

Prehod na novo težko gorljivo hidravlično tekočino je zajemal naslednje faze:

- analiza vode iz Premogovnika Velenje v Quakerju in DBT-ju je potrdila njeno primernost za pripravo Quintolubrica 818-02,
- analiza doslej uporabljane hidravlične tekočine Hidrol 807-S,
- testiranje Hidrola 807-S in Quintolubrica 818-02 v različnih razmerjih je potrdilo združljivost izdelkov,
- priprava/čiščenje hidravličnega sistema,
- čiščenje in menjava koncentrata v rezervoarjih in mešalnih napravah za pripravo raztopine,
- dodajanje svežega Quintolubrica 818-02 v rabljen Hidrol 807-S potem, ko je bilo ugotovljeno, da je število mikroorganizmov in ostalih kontaminantov v dopustnih mejah in da sta tekočini združljivi,
- vzorčenje in kontrola stanja tekočin po izvršenem dolivanju svežega Quintolubrica 818-02.

### 3.2 Spremljanje stanja in prve ugotovitve

Quintolubric 818-02 v Premogovniku Velenje uporabljajo v centralnem sistemu za oskrbo treh hidravličnih podporij višine 3,2–4,0 m. Delovna koncentracija znaša  $1,75 \pm 0,25$  %. V prvem mesecu uporabe so opravljali kontrolo koncentracije tekočine 3-krat tedensko, kasneje pa 1-krat tedensko. On-line spremljanje koncentracije z refraktometrom prikazuje slika 6. Poleg tega določajo koncentracijo tudi s titracijo.

V tedenske analize stanja je vključeno tudi spremljanje števila mikroorganizmov in pH-vrednosti. Prvi rezultati so odlični, vtisi predstavnikov premogovnika glede lastnosti Quintolubrica 818-01 pa naslednji:

- zelo dobro mešanje z vodo,
- boljše filtracijska sposobnost,



Slika 6. On-line spremljanje koncentracije v Premogovniku Velenje

- lažje odkrivanje netesnosti,
- ni penjenja,
- »lep videz«.

## 4 Zaključek

V sistemu hidravličnega podporja v Premogovniku Velenje so do sedaj uporabljali težko gorljivo tekočino HIDROL 807-S proizvajalca QUAKER-OLMA. Na novo razvita, manj nevarna in okolju bolj prijazna hidravlična tekočina QUINTOLUBRIC 818-02 ima v primerjavi s HIDROL-om 807-S bistvene prednosti, npr. odlične protikorozijske lastnosti, odlično filtrabilnost, nizko nagnjenost k penjenju in izboljšane ekološko-zdravstvene lastnosti. Vse pomembnejše lastnosti nove tekočine so podane v naslednjih točkah:

- Izpolnjuje zahteve specifikacije Deutsche Bergbau Technik (DBT) – EWN 8350 Part 1-3 pri:
  - 1,5 % in 2,0 % v vodi Velenje (skupna trdota 6,0 °dH, 1,08 mmol/l),
  - 2,0 % v vodi Jim Walter Mine (skupna trdota 7,4 °dH, 1,32 mmol/l),
  - 2,0 % v vodi Andalex Westridge Mine (skupna trdota 13,9 °dH, 2,48 mmol/l),
  - 2,0 % v V-vodi (skupna trdota 28,1 °dH, 5 mmol/l). odlična stabilnost, zaščita pred korozijo (na površini in v reži), dobre protipenilne lastnosti in dobra združljivost s tesnilnimi materiali.
- Izpolnjuje zahteve 7. Luksemburškega protokola pri:
  - 2,0 % v V-vodi (skupna trdota 28,1 °dH, 5 mmol/l),
  - odlična stabilnost, zaščita pred korozijo (na površini), dobre protipenilne lastnosti in dobra

združljivost s tesnilnimi materiali.

- Izpolnjuje zdravstveno-okoljske zahteve 7. Luksemburškega protokola: nizek razred nevarnosti za vodo (Low Water Endangering Class) (WEC = 1), biorazgradljivost je 96,8 % po OECD 301-C, ne draži kože ali oči, ni škodljiva pri vdihavanju,
- izjemna odpornost na rast bakterij in plesni,
- izjemna sposobnost filtracije.

## Literatura

- [1] <http://www.dbt.de/en/www-dbt-de/index2.html> – Spletna stran proizvajalca opreme za premogovnike.
- [2] Dwuletzki, H.: Schwerentflammbare Hydraulikmedien vom Typ HFA; 15th International Colloquium Tribology 2006, zbornik prispevkov; Esslingen; str. 1–11.
- [3] Kambič, M.: Pregled težko gorljivih hidravličnih tekočin, Vzdrževalec (1997), št. 58; str. 34–36.
- [4] Anforderungen und Prüfungen schwerentflammbarer Hydraulikflüssigkeiten zur hydrostatischen und hydrokinetischen Kraftübertragung und Steuerung, Luxemburger Bericht 7. Ausgabe, April 1994.
- [5] <http://ec.europa.eu/environment/life/home.htm> – Informacije o LIFE.
- [6] [http://www.quintolubric.com/press\\_releases/quint\\_european\\_union\\_grant2.htm](http://www.quintolubric.com/press_releases/quint_european_union_grant2.htm) – Informacija o dodelitvi podpore LIFE.
- [7] <http://www.tuev-nord.de/index.asp> – Informacije o združenju TÜV Nord.
- [8] <http://www.rlv.si/> – Spletna stran Premogovnika Velenje.
- [9] Leeuwen, W., Fowler, N.: Proposed conversion procedure to Quintolubric 818-02, Quaker Uithoorn, 2007, The Netherlands.



## The Development and Use of Less Hazardous and More Environmentally Friendly HFA fluids and their practical application in Slovenian Coal Mining

**Abstract:** The requirements of an HFA fluid, both generally and as applied in mining as a longwall fluid, are explained. The paper goes on to cover the conflicts that occur between the ideal attributes for the system and the need to minimise the harm done to both workers and the environment. The development of less hazardous and more environmentally friendly HFA fluids, including how the conflicting requirements of the system and the environment are resolved to the benefit of both, is explained in detail. The commercialization of these technologies was "LIFE" funded and the paper explains the role of the EU "LIFE" project in this project as well as generally. The route from the laboratory to the field, including satisfying the OEM requirements and European legislation, is covered explicitly. Field trials of the second-generation product in the Slovenian Velenje coal mine are covered, highlighting the progress made between the generations and the benefits to both the users and the environment.

**Keywords:** HFA, LIFE, Environment, Mining, Longwall Fluid,



### **HIIB, 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](mailto: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**, Kovinostrugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,  
 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

# 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)

# Robotsko spajkanje po postopku CMT ohišja elektromagnetnega ventila

Janez TUŠEK, Benjamin BERNARD, Robert LISAC

**Povzetek:** V prispevku je predstavljena izdelava ohišja elektromagnetnega ventila z robotskim spajkanjem po postopku CMT (Cold Metal transfer). Ohišje je sestavljeno iz dveh krajših okroglih jeklenih cevi, ki sta med seboj trdo spajkani. V prvem delu članka je podan uvod, v drugem je predstavljen in opisan problem, ki ga je treba rešiti. Slikovno in z besedo je opisano ohišje, ki ga moramo izdelati s spajkanjem. Za tem je podan splošen opis tehnologij, ki so se do sedaj uporabljale za izdelavo ohišja in jih je mogoče uporabiti poleg spajkanja po postopku CMT. Nato sledi predstavitev uporabljene opreme in opisane so napake, ki se najpogosteje pojavijo na spajkanih spojih. Na koncu članka pa so podane ugotovitve in zaključki. Glavna ugotovitev je, da je predstavljeno ohišje za elektromagnetni ventil možno s tehnološkega in ekonomskega vidika izdelati le s spajkanjem s tako imenovanim CMT-procesom, ki omogoča zanesljivo in ponovljivo proizvodnjo.

**Ključne besede:** ohišje elektromagnetnega ventila, spajkanje CMT, makroobrus, spajka,

## ■ 1 Uvod

Vedno večja konkurenca na trgu kovinskih in drugih tehničnih proizvodov in vedno večje zahteve po kakovosti končnih proizvodov narekujejo proizvajalcem uvajanje zanesljivih avtomatiziranih in robotiziranih izdelovalnih procesov. Varjenje in spajkanje sta dva procesa, ki se uporabljata v skoraj vseh izdelovalnih tehnologijah končnih proizvodov. Celo več: ta dva procesa sta v številnih izdelkih odločilnega pomena glede kakovosti, produktivnosti in končne cene na trgu.

Prav zato moramo v podjetjih, v katerih sta varjenje in spajkanje ključni

tehnologiji, do potankosti analizirati vse faze teh dveh procesov in ju v čim večji možni meri mehanizirati, avtomatizirati ali celo robotizirati.

V industriji srečamo številne primere spajkanja materialov, ki bi jih bilo možno optimirati in znižati stroške izdelave. En tak primer je opisan v tem prispevku.

Celoten razvoj in izvedbo te tehnologije spajkanja zaradi zahtevnosti postopka, ostrih toleranc, potrebne opreme in kontrole izdelanih ohišij ter končne cene upravičeno štejemo med tako imenovano »High-Tech« dejavnost.

## ■ 2 Opis problema

Kot smo že omenili, je ohišje elektromagnetnega ventila sestavljeno iz dveh jeklenih elementov (glej *sliko 1*), ki sta med seboj spajkana. Linija oziroma ravnina, ki ločuje jekleni del z medjo (spajka), mora biti zelo ostra, kar pomeni, da med medjo in

jeklom ne sme priti do taljenja niti do razmešanja.

Praktično to pomeni, da se med spajkanjem lahko tali samo dodajni material (spajka), da se jeklo ne sme taliti, ampak le segreti do delovne temperature spajke. Po definiciji se spajkanje razlikuje od varjenja prav po tem, da se osnovni material ne tali.

Takšne zahteve narekujejo pogoji, v katerih se uporablja ohišje za elektromagnetni ventil. Elektromagnetno polje se mora v spajki prekiniti oziroma spajka se ne sme namagnetiti. Merilo za kakovost spajkanega spoja je ustrezna histerezna zanka, ki jo izraža celotno ohišje med obratovanjem.

Na *sliki 1a* je shematsko prikazan postružen surovec z utorom, ki ga moramo zaliti s trdo spajko. Način nanašanja spajke v utor je lahko različen. Poznanih je več metod in postopkov, ki bodo v grobem pred-

Prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo;  
Benjamin Bernard, Invar, univ. dipl. inž., d. o. o., Ljubljana;  
Robert Lisac, univ. dipl. inž., AVP, d. o. o., Ljubljana

stavljani v tem članku. Ko je spajka nanesena v utor, se surovec dodatno obdelava, da dobi zahtevano obliko.

Na zunanji strani se postruži in v notranjost zvrta luknja, kot je prikazano na *sliki 1c*. V tej odprtini je med uporabo nihajoča tuljava, ki predstavlja elektromagnetni ventil.

Glavni del članka je posvečen tehnologiji nanašanja spajke v utor: v surovec (glej *sliko 1a* in *b*), ki smo jo razvili in izvedli s popolnoma novo opremo in inovativno tehnologijo.

Uporabili smo postopek CMT (Cold Metal Transfer) [1, 2, 8], ki je podoben varjenju – MIG ali pa spajkanju MIG

biti jekleni varjenec med spajkanjem segret na delovno temperaturo, ki je nekoliko nad tališčem spajke, in da se jeklo med spajkanjem ne sme raztaliti.

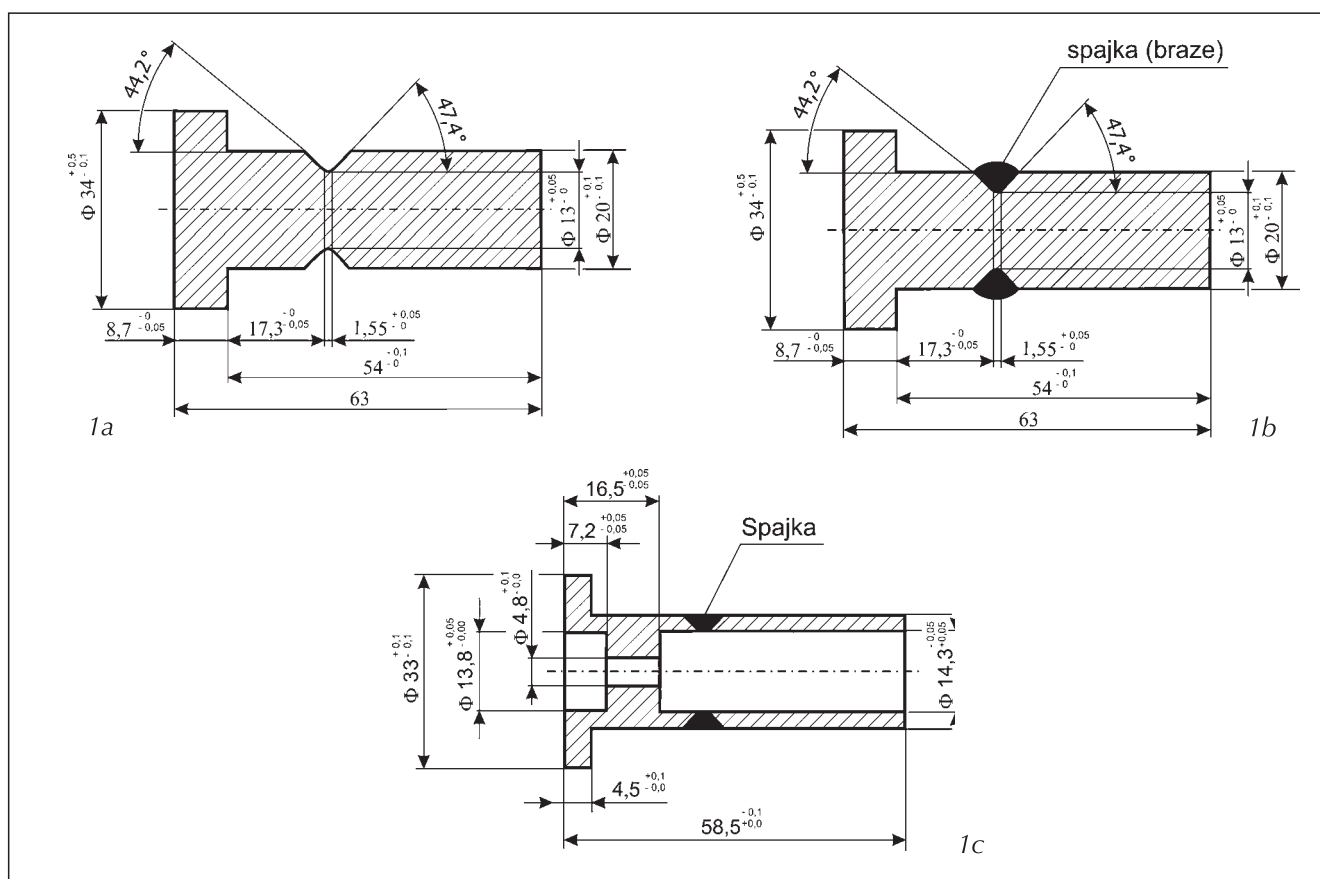
Dodatna težava, ki nastopi pri spajkanju takšnih delov, kot je prikazano na *sliki 1a*, je premer okroglega elementa. Ta je namreč zelo majhen. Med spajkanjem se okrogli element vrti in dodajni material v obliki žice se v obloku tali na »vrhu« elementa in pada v žleb (utor). Zelo hitro se dogodi, če parametri niso optimalni, da se spajka v utoru ne ohladi in ne spoji z osnovnim materialom in zaradi gravitacije steče iz žleba, ko se ohladi elektromagnetnega ventila

elektromagnetnim zahtevam in ga moramo izločiti kot nesprejemljivo.

### 3 Izvedba tehnologije spajkanja

S *slike 1a* in *1b* ter opisa problema v točki 2 lahko zelo natančno ugotovimo, za kakšen problem gre. Omenili smo že, da je priprava tehnologije zaradi zahtevanih toleranc in majhnega premera izjemno zahtevna. Za rešitev opisanega problema sicer lahko uporabimo več različnih postopkov in tehnologij spajkanja. Prav veliko izbire pa nimamo.

K celotni tehnologiji spajkanja spada izbira postopka z vsemi parametri, iz-



**Slika 1.** Surovec za ohišje elektromagnetnega ventila, katerega žleb je treba zaliti z nemagnetnim materialom (1a), spajkani surovec (1b) in končni izdelek (1c)

in omogoča spajanje materialov z zelo nizkim vnosom energije. To pomeni, da je »uvar« zelo plitek ali pa ga sploh ni, kot je zahteva pri spajkanju ohišja za elektromagnetni ventil.

V našem primeru moramo vedeti, da ima trda spajka na osnovi bakra tališče med  $800$  in  $900$  °C, da mora

vrti. To se dogodi, če je hitrost vrtenja previsoka ali pa če lega dovajanja spajke v obliki žice ni prava.

Če se ohišje vrti prepočasi, je energija na enoto površine ohišja previsoka in se površina jeklenega dela ohišja raztali. Spajkano ohišje z raztaljeno jekleno površino ohišja pa ne odgorja

bira dodatnega materiala in določitve potrebnih ukrepov pred varjenjem, med njim in po njem.

#### 3.1 Izbira postopka spajkanja

Ohišje elektromagnetnega ventila v principu lahko spajkamo po več različnih postopkih. Ti se med seboj

razlikujejo po vrsti energije, ki jo uporabljamo za segrevanje in taljenje, po načinu izvedbe, po vrsti dodatnega materiala, po načinu dovajanja dodatnega materiala na mesto taljenja spajke in po stopnji avtomatizacije.

V splošnem za spajkanje ohišja, kot je prikazano na sliki 1, lahko uporabimo ročno plamensko spajkanje, obločno spajkanje – MIG, plazemsko spajkanje in lasersko spajkanje. Vsi drugi postopki, kot je uporovno, livarsko ali celo termično spajkanje in drugi, so neprimerni. To so pokazale teoretične raziskave in praktični poskusi v več organizacijah v Sloveniji in tujini.

**Ročno plamensko spajkanje** se je za izdelavo ohišij, kot je prikazano na sliki 1, uporabljalo do nedavnega in ga je še možno uporabljati tudi sedaj in v bodoče. Toda postopek je zelo neproduktiven in kakovost je močno odvisna od spretnosti osebe (spajkalca), ki izvaja spajkanje. V preteklosti smo uporabljali izključno ta postopek, ker so bile serije relativno majhne. Pri plamenskem spajkanju uporabljamo plamen, ki nastane ob zgorevanju gorljivega plina in kisika. Kot gorljivi plin najpogosteje uporabljamo aceten, ki ima najboljše kalorične lastnosti.

**Obločno spajkanje MIG** se v splošnem uporablja povsod tam, kjer je potreben nizek vnos energije v obdelovanec. To se zahteva tudi v našem primeru. S spajkanjem MIG lahko vnesemo v var tudi do 10-krat manj energije kot pri varjenju MIG (Metal Inert Gas) enakih materialov, enakih varjenecv in enakih premerov oziroma mas. Ta postopek uporabljamo predvsem za spajkanje prevlečene pločevine, različnih materialov med seboj in tudi za spajkanje nerjavne jeklene pločevine [1, 2–6, 9, 10].

V našem primeru smo naredili nekaj poskusov tudi s spajkanjem MIG, toda rezultati niso bili spodbudni. Postopek je za doseganje predpisanih toleranc na ohišju (glej sliko 1) za elektromagnetni ventil pregrob. Ne glede na parametre spajkanja je v vseh naših poskusih oblok raztalil površini jeklenih delov v utoru in izdelek ni imel zadovoljivih karak-

teristik. Tu gre predvsem za zahteve glede elektromagnetnih lastnosti. Preprosto povedano: histerezna zanka ohišja mora imeti predpisano obliko, ki mora biti stalna.

V praksi pa so možne še druge izvedbe obločnega spajkanja, na primer spajkanje TIG.

**Spajkanje s plazmo** se v praksi vedno bolj uveljavlja. Tudi tu lahko govorimo o zelo nizkem vnosu energije v spoj in o relativno dovolj visoki produktivnosti.

Sam postopek se bistveno ne razlikuje od plazemskega varjenja, plazemskega navarjanja in od varjenja TIG z dodatno žico. Plazemski gorilnik uporabimo kot vir toplotne energije za taljenje spajke in za ogrevanje obdelovanca. Priprava celotne tehnologije plazemskega spajkanja z okroglo žico je izjemno zahtevna. Tu moramo ločeno optimirati hitrost žice (spajke), njeno lego pri dovajanju v plazemski oblok in v utor spajkanca ter parametre plazemskega obloka in njegovo lego [11, 12].

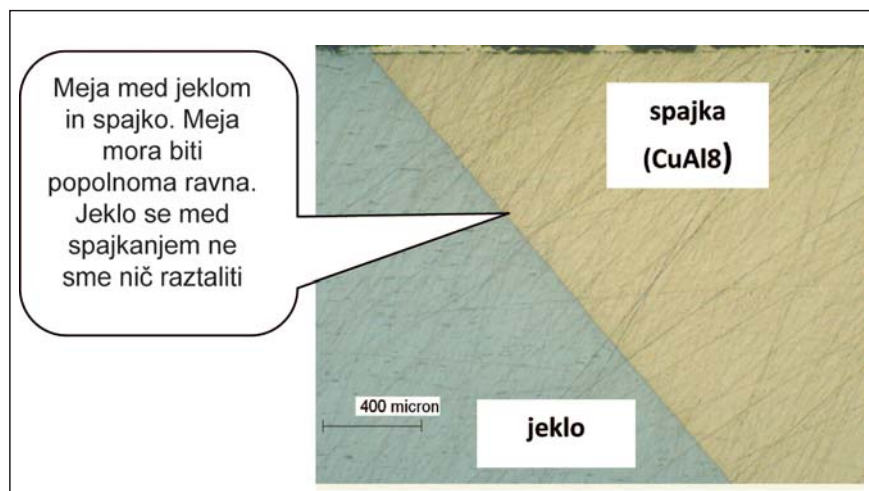
**Lasersko spajkanje** se je prvič pojavilo pred desetletjem za spajkanje elementov pri izdelavi karoserije v avtomobilski industriji. Danes ga uporabljajo že skoraj vsa podjetja pri izdelavi posameznih pločevinskih elementov avtomobilskih vozil, v industriji gospodinjstvih aparatov, v solarni tehniki, v elektrotehniki in drugje [10].

**Spajkanje MIG s CMT-postopkom** je postopek, ki je že v svoji osnovi razvit za zvarjanje zelo tankih materialov, kjer je potrebno variti ali spajkati z nizkim vnosom energije. Prav to je bil razlog, da smo se lotili opisanega problema s spajkanjem MIG s CMT-postopkom z lotom v obliki tanke, na kolut navite žice [1, 2, 9].

### 3.2 Izbira dodatnega materiala

Dodatne materiale za spajanje v prvi vrsti izbiramo glede na vrsto osnovnega materiala in trdnostne zahteve spoja. V določenih primerih pa moramo pri varjenju ali spajkanju vrsto dodatnega materiala izbrati glede na druge zahteve: glede na omočljivost, kapilarnost in površinsko napetost v tekoči fazi. Prav zaradi kapilarnosti tekoče spajke je uporaba spajkanja v mnogih primerih ugodnejša od varjenja ali drugih tehnik spajkanja. Različne spajke imajo v tekoči fazi različne lastnosti. Na tem področju je še veliko nejasnosti. Znanе so spajke z boljšo in s slabšo omočljivostjo in kapilarnostjo. Pri pripravi tehnologije spajkanja elementa, kot je prikazan na sliki 1, je treba to upoštevati.

Spajko lahko uporabljamo v obliki okroglih palic, praha, paste, folije ali pa tanke žice, navite na kolut. Žica je lahko masivna ali pa strženska. V strženu v sredini žice so navadno talila za lažje spajkanje [4–7].



**Slika 2.** Makroobrus spoja med spajko in jekleno osnovo, ki je ustrezen glede na zahteve uporabnika

### 3.3 Priprava tehnologije spajkanja

Pogostokrat je priprava tehnologije za spajkanje bolj zahtevna od tehnologije varjenja. V našem primeru je oblika spoja oziroma žleba predpisana. Osnovna zahteva, ki je bila že omenjena zgoraj in jo moramo doseči s tehnologijo spajkanja, je, da stranice utora (glej sliko 1a) ostanejo nespremenjene, kar pomeni, da se med spajkanjem ne smejo raztaliti. To lahko vidimo na *sliki 2*, kjer je meja med obema materialoma zelo ostra. Za pripravo takšne tehnologije potrebujemo ustrezno opremo, ustrezen dodajni material, ustrezno tehnologijo in ustrezno pripravo obdelovanca.

Oprema za izvedbo spajkanja je slikovno predstavljena in opisana spodaj. Dodajni material smo izbrali na osnovi lastnosti tekoče spajke, kar pomeni, da mora imeti ustrezne metalurško-fizikalne lastnosti v tekoči fazi in ustrezne elektromagnetne ter mehanske lastnosti v strjeni fazi. K metalurško-fizikalnim lastnostim štejemo površinsko napetost, kapilarnost in omočljivost v tekoči fazi. Te so pomembne, če želimo zaliti utor in celoten žleb obdelovanca in da spajka med spajkanjem ne odteče iz žleba.

Ustrezne elektromagnetne lastnosti v strjeni fazi se zahtevajo zaradi funkcije, ki jo ima elektromagnetni ventil med obratovanjem. Spajka, ki povezuje dva jeklena dela, mora prekiniti potek magnetnega polja preko ohišja. Merilo za ustreznost spajkanega spoja je ustrezna histerezna zanka.

Za spajkani spoj se zahtevajo tudi primerne mehanske lastnosti. Te preizkušamo preprosto tako, da spajkani element preizkusimo na upogib. Če se pri tem prej deformira in splošči cev na tanjšem delu spajkanega ohišja (glej sliko 1c), kot pride do porušitve spajkanega spoja, govorimo o ustrezni kakovosti.

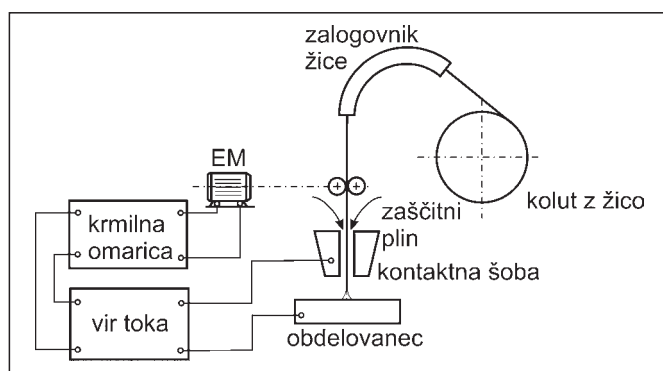
### 4 Opis opreme

Opis opreme je razdeljen na predstavitev opreme za varjenje in spajkanje po postopku CMT ter na

opis in predstavitev opreme za izvajanje celotne tehnologije robotskega spajkanja po postopku CMT ohišja elektromagnetnega ventila.

#### 4.1 Oprema za varjenje in spajkanje po postopku CMT

Oprema za postopek CMT je shematsko prikazana na *sliki 3*. Na prvi pogled je podobna opremi za varjenje MIG ali pa za spajkanje MIG. Bistvena in zelo pomembna razlika je v posebni



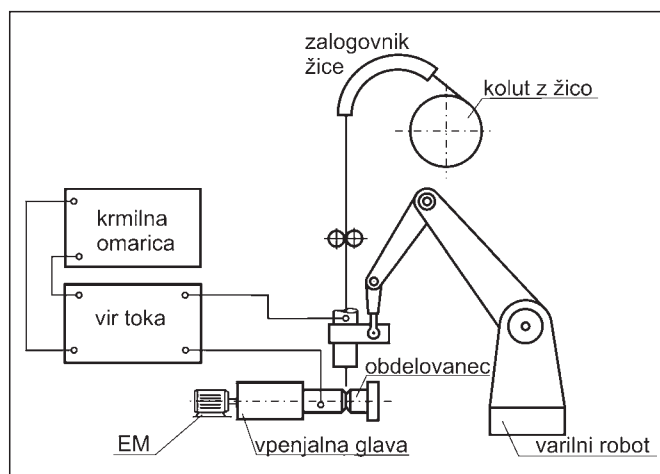
**Slika 3.** Shematski prikaz opreme za spajkanje in/ali za varjenje po postopku CMT

dotatni enoti, ki jo imenujemo zalogovnik žice in v pogonskem sistemu za pogon žice. Kot izvor varilnega toka nam služi sinergetski vir, ki omogoča varjenje z enosmernim tokom s tokovnimi pulzi (tokovnimi utripi). Vir toka je opremljen s krmilno omarico, s kolutom za žico, z zalogovnikom žice, računalniško enoto, s cevnim paketom in z varilno glavo. Posebno enoto predstavlja sistem za pogon žice. Ta omogoča pogon žice naprej in nazaj. Frekvenca nihanja pogona žice je nastavljiva od 50 do 70 Hz. Ta sistem ima, kot smo že omenili, poseben cevni sistem z zalogovnikom žice (glej *sliko 3*), v katerem se žica »shrani« za tisti čas, ko se pomika nazaj. To pomeni, da kolut žice ni obremenjen s pomikom naprej in nazaj.

S spreminjanjem pomika žice naprej in nazaj se spreminja električna upornost v celotnem tokokrogu. Ko se žica med spajkanjem dotakne obdelovanca, se ustavi in pomakne nazaj. S tem se poveča upornost v obloku in skozi žico in oblok teče manjši tok. Vse to pa pomeni, da se v varjenec ali v našem primeru v spajkanec vnese manj energije in da je »uvar« zelo nizek. V primeru spajkanja ohišja elektromagnetnega ventila pa »uvara« sploh ni. To je zahteva za doseg predvidenih toleranc in elektromagnetnih lastnosti ohišja elektromagnetnega ventila.

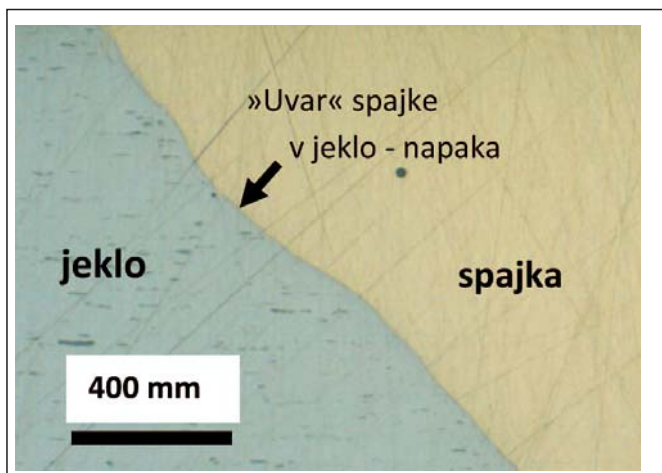
Pri načrtovanju tehnologije spajkanja in pri izbiri opreme smo v prvi fazi načrtovali uporabo naprave za spajkanje po postopku CMT, vrtljivo mizo z vpenjalno pripravo za okrogel

surovec in pa napravo za prečno nihanje gorilnika ali obdelovanca, da se med taljenjem spajke zalije ves utor (glej sliko 1a). Raziskovali smo tudi spajkanje brez prečnega nihanja z enim, dvema ali celo tremi prehodi pri nanosu spajke v žleb. Načrtovali smo tudi samo en prehod s prečnim nihanjem obdelovanca ali pa gorilnika. Zaradi zahtev, ki smo jih opisali zgoraj, pa nobena od opisanih rešitev ni bila dobra. Treba je bilo uporabiti robot



**Slika 4.** Shematski prikaz celotne opreme za robotsko spajkanje ohišja za elektromagnetni ventil po postopku MIG s CMT-procesom

za vodenje gorilnika po določenih trajektorijah. Te smo določili na osnovi teoretičnega in praktičnega raziskovalnega dela. Za vrtenje obdelovanca pa smo uporabili klasično vrtljivo mizo s konstantno hitrostjo, kot je shematsko prikazano na *sliki 4*.



**Slika 5.** Napaka spoja zaradi »uvara« spajke v jekleno površino ohišja

## ■ 5 Napake, ki se pojavljajo med spajkanjem

Opisana tehnologija spajkanja ohišja za elektromagnetni ventil je tako zahtevna, da morajo biti parametri izbrani optimalno, njihova ponovljivost pa izvedena v zelo ozkem tolerančnem območju. Kljub optimalni pripravi tehnologije, izjemno precizni in kakovostni opremljeni ter optimalnim pogojem okolja (vlaga in temperatura zraka ter stabilnost zraka), pa se dogodi, da se napake pojavijo v sami spajki, na meji med spajko in osnovnim materialom ter v korenu spoja. Napake lahko razdelimo v štiri skupine. Prva napaka nastane, če v spoj vnesemo preveč energije in z oblikom raztalimo steno utora, ki sta iz jekla. V takšnem primeru se porušijo elektromagnetne lastnosti in ohišje ventila ni uporabno.

Takšno napako vidimo na *sliki 5*.

Druga napaka nastane na stiku začetka in konca strjene spajke, ko začetek in konec nista v celoti raztaljena in spojena v samem korenu spoja, to je na dnu utora. Tudi v takšnem primeru ohišje nima primernih elektromagnetnih lastnosti in izdelek ni ustrezen.

Če v spoj vnesemo premalo energije in spajka in jeklo nista zadosti spojena, dobimo tretjo skupino napak. Te največkrat nastanejo na temenu spoja. Do takšne napake pride, ko gorilnik in žica nista pravilno vodena glede na lego utora ali pa, da žica, ki priteče iz kontaktne šobe v utor obdelovanca, ni popolnoma ravna.

Četrta skupina napak pa so poroznost in vključki v spajki. Te nastanejo zaradi vključkov trdnih ali plinastih delcev. V obeh primerih je napaka nedopustna. Do trdnih delcev lahko pride zaradi nečistosti obdelovanca pred spajkanjem ali pa zaradi drugih nečistoč na žici ali celo v plinu. Nezaželeni plinski mehurčki pa pridejo v spajko zaradi slabe zaščite z nevtralnimi plini, zaradi nečistoč v samem plinu ali pa zaradi drugih nečistoč na obdelovancu in/ali žici, ki se med spajkanjem uplinijo in preidejo v talino spajke.

## ■ 6 Zaključki

V zaključkih lahko napišemo le eno ugotovitev. Opisana tehnologija izdelave ohišja za elektromagnetne ventile s spajkanjem po CMT v zaščiti argona je glede na trenutno poznavanje stroke doma in v svetu in zahtevane lastnosti spojenega elementa blizu idealni rešitvi. To trditev lahko argumentiramo s podatki o konkurenci, ki je bila zelo številna in ni uspela rešiti opisanega primera. To je razvidno tudi iz pregledane svetovne literature in drugih virov.

## Literatura

- [1] [http://www.graepel.org/fileadmin/download/pdf/InForm/2006/CMT-Prozess\\_FH.pdf](http://www.graepel.org/fileadmin/download/pdf/InForm/2006/CMT-Prozess_FH.pdf).
- [2] <http://www.munk-online.de/info/MIG-LOETEN.pdf>.

- [3] H. Holthaus: MIG – Löten und MSG – Schweißen in der Karosserie – Instandsetzung. Pilot – Lehrgang in der SLV Duisburg, 2007.
- [4] A. Esterts, V. Wesling, R. Masendorf, A. Schram, T. Medhurst: Low Heat Joining – Manufacture and Fatigue of Soldered Locally. Advanced Materials Research, vol. 22, 2007, 101–111.
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/L%C3%B6ten>.
- [6] <http://www.mig-welding.co.uk/brazing.htm>.
- [7] C. Chovet, S. Guiheux: Possibilities offered by MIG and TIG brazing of galvanized ultra high strength steels for automotive applications. Air Liquide, C.T.A.S. France, 2006.
- [8] <http://www.google.com/search?hl=en&q=CMT+brazing&btnG=Search>.
- [9] Y. Bruckner: Cold Metal Transfer Has a Future Joining Steel to Aluminum. AWS Detroit Section's Sheeting Metal Welding Conference XI, May 11–14, 2004.
- [10] J. Tušek, D. Klobčar: Trenutni smeri razvoja pri spajanju materialov v avtomobilski industriji = Current development trends for material joining in the automotive industry. Strojniški vestnik, vol. 50, št. 2, str. 94–103, 2004.
- [11] B. Bouaifi, B. Ouaisa A. -Helmich: Plasma arc brazing in sheet metal construction. Science and Technology of Welding & Joining, vol. 7, nu. 5, pp. 326–330, 2002.
- [12] U. Draugelates, B. Bouaifi, A. Helmich, B. Ouaisa, J. Bartzsch: Plasma-arc brazing: A low-energy joining technique for sheet metal. Institute for Welding and Machining (ISAF), Technical University, Clausthal, Welding journal, vol. 81, nu. 3, pp 38–42, 2002.

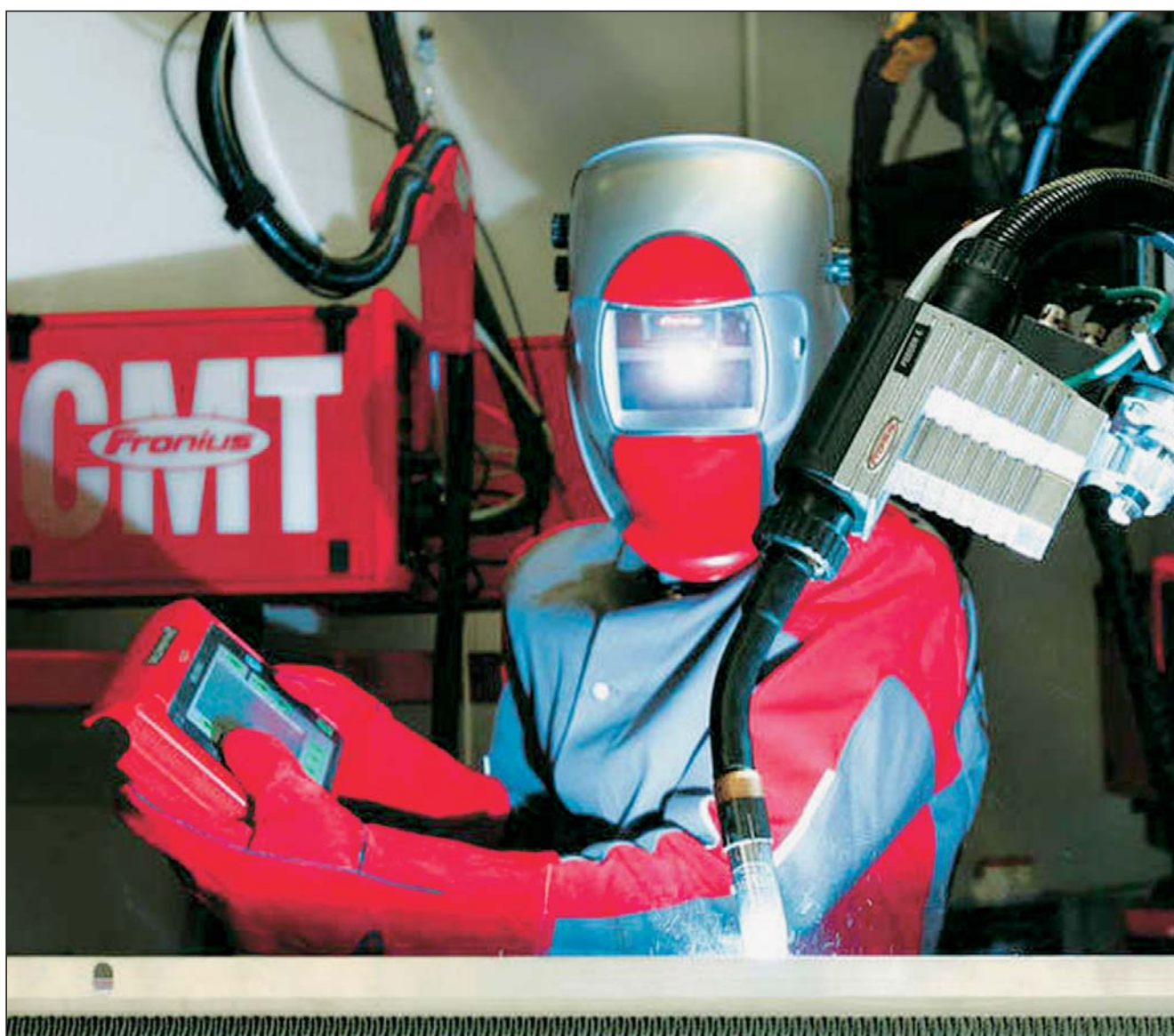
Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



## Robotic brazing using CMT for an electromagnetic valve body

**Abstract:** The paper treats the fabrication of an electromagnetic valve body using robotic brazing a CMT (cold metal transfer) process. The body comprises two shorter, round steel tubes joined by brazing. The introduction is followed by a description of the issue to be solved. The body to be produced by brazing is described and shown in the figures. A general presentation of the technologies used up to now, in addition to the MIG brazing, to manufacture the valve body is given. This is followed by descriptions of the equipment and the defects that most often occur in brazed joints. Finally, some conclusions are drawn. The main finding is that the electromagnetic valve body presented here can only be manufactured by the CMT process, as this permits reliable and reproducible manufacturing.

**Keywords:** electromagnetic valve body, CMT process, macro-section, brazing filler material,



**INGVAR d.o.o.**

Generalni zastopnik za varilno opremo Fronius. Ptujška 19,  
1000 Ljubljana Tel: 01/236 14 20 email: [ingvar@siol.net](mailto:ingvar@siol.net)





# Visoko produktivna robotska celica za varjenje v avtomobilski industriji

Primož PRIMEC, Hubert KOSLER

**Povzetek:** V prispevku bo predstavljen projektni pristop k reševanju izziva avtomatizacije in robotizacije varjenja mehanizmov prtljažnih vrat za Audi B8 in Q5. Robotska celica je strogo namenska in mora ustrezati zahtevam o visoki produktivnosti, kontroli in stabilnosti procesa strege ter varjenja konkretnih izdelkov. Robotska celica je bila razvita za končnega kupca CIMOS, d. d., in je rezultat znanja in dolgoletnih izkušenj na področju robotizacije proizvodnih procesov podjetja Motoman Robotec, d. o. o., iz Ribnice.

**Ključne besede:** avtomatizacija, inovativnost, robotika, integracija, varjenje, strega, vizualizacija, laserska triangulacija,

## ■ 1 Zahteve po robotizaciji proizvodnega procesa

Največji izziv so projekti, pri katerih naročniki postavijo visoke, na prvi pogled celo nedosegljive zahteve. Iz izkušenj vemo, da nam vedno uspe izboljšati obstoječe ali razviti nove tehnologije, ki pomenijo na koncu projekta konkurenčno prednost naročnikov. Zadnji tak projekt je razvoj, izdelava in postavitve robotizirane celice za Cimos iz Kopra, ki je namenjena varjenju parov mehanizma za odpiranje prtljažnih vrat avtomobilov Audi.

Zahteve namenske varilne celice so bile zelo visoke. Celica mora zvariti 4234 kakovostno ustreznih izdelkov na dan oziroma v treh izmenah, kar pomeni takt, krajši od 15 sekund, pri tem izvesti 100-odstotno optično kontrolo kakovosti zvarov, posluževati pa jo mora in z njo upravljati samo en operater na izmeno.

Primož Primec, dipl. inž., Hubert Kosler, univ. dipl. inž., Motoman Robotec, d. o. o., Ribnica

Izkušena ekipa, sestavljena iz strokovnjakov za razvoj vpenjal, orodij in prijemal, projektiranje strojnega in elektrodela robotskih celic ter inženirjev za programiranje in zagon, je pred dokončno ponudbo naredila veliko študij različnih postavitve robotov, zasnov vpenjalnih in dodajalnih naprav ter postopkov dela, da so prišli do rešitve, ki izpolnjuje vse tehnološke in organizacijske zahteve ter cenovne omejitve.

potrebujemo štiri različne varilne priprave za pozicioniranje in vpenjanje sestavnih delov. Vsak izdelek ima dva sestavna dela, večjega in manjšega. Manjši sestavni deli so enaki za oba tipa, razlikujejo se samo med levim in desnim izdelkom. Urejajo se v vibracijskem urejevalniku in dodajajo na mesto odvzema v varilno celico. Operater mora zgolj polniti vibracijski urejevalnik. Večjih sestavnih delov ni mogoče učinkovito strojno



Slika 1. Audi Q5 in B8 (tovarniške oznake)

## ■ 2 Logistika procesa

V celici se varita dva tipa mehanizmov za odpiranje prtljažnih vrat, vsak hkrati v levi in desni izvedbi, zato

oziroma samodejno urejati in pozicionirati, zato jih operater dodaja v celico ročno. V ta namen smo razvili posebno vzdolžno vrtljivo mizo z nosilci pozicioniranih gnezd, v katera

operater vstavlja sestavne dele ter jih tako dodaja v celico. S tem je dosežena 15-minutna avtonomija delovanja celice.



**Slika 2.** Robotsko varjenje, strega in optična kontrola zvarov

Jedro celice sta dva robota za strego (Motoman HP20 in HP20-6), dva robota za varjenje (2 x Motoman HP20), štiri varilne naprave in naprava za optično kontrolo zvarov. Poleg mest za dodajanje sestavnih delov v celico sta v celici še dve mesti za odlaganje gotovih izdelkov v zabojnik, več izhodnih drč za odlaganje oziroma izločanje slabih izdelkov in posebno mesto na predalu s štirimi gnezdi za vračanje pregledanih dobrih izdelkov nazaj v celico.

Veliko pozornost smo posvetili preverjanju delovanja celice s simulacijo. V programskem orodju Catia smo na osnovi že izdelanih 3D-modelov mehanskih delov celice, ki smo jih izdelali v oddelku za razvoj prijemal in orodij ter oddelku za projektiranje strojnih delov, postavitve celice in ravnjanja z materialom, s simulacijo preverili dostopnost prijemal do varilnih pripomočkov in možnih trkov. 3D-model smo nato uvozili v Motomanovo programsko rešitev za off-line programiranje in robotsko simulacijo MotoSimEG (Rotsi), kjer smo modelu dodali še robote in preverjali dostopnost orodij, trke pri delovanju robotov.

## 2.1 Varjenje in strega

Običajni ciklus varjenja izdelka poteka po točno določenem zaporedju

aktivnosti. Prvi robot za strego prime z elektromagnetnim prijemalom manjši sestavni del, nato pa gre še po večjega, ki ga prime s pnevmatskim prijemalom. Ko je vpenjalno gnezdo varilne priprave prazno, robot vstavi manjši, nato pa še večji del v vpenjalno gnezdo. Med roko robota in prijemalom je nameščena posebna pnevmatska enota, ki po vstavljanju in pred vpenjanjem sestavnega dela sprosti gibanje prijemale, tako da položaj prijema-

la na robotu ne vpliva na natančnost pozicioniranja in vpenjanja sestavnega dela v varilni napravi. Po vpetju obeh sestavnih delov gre robot po nova kosa.

Ker je na enem izdelku preveč zvarov, da bi jih lahko v predpisanem času zavaril en sam robot, se uporabljata hkrati dva robota. Glede na tolerance oziroma odstopanja dejanskih mer sestavnih delov morata robota pred varjenjem določiti točen položaj zvarnih robov in s tem mesto zvara.

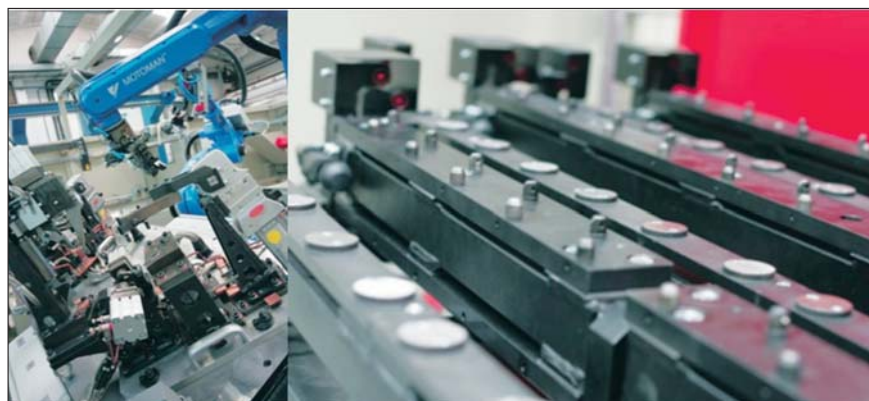
Po končanem varjenju drugi strežni robot prime izdelek, vpenjalna naprava ga odpne, robot pa ga odnese do laserskega skenerja (triangulacija, optična kontrola zvara), kjer ga pod njim vodi po točno določeni poti z

določeno hitrostjo. Pri tem laserski skener posname površino izdelka in opravi optično kontrolo kakovosti. Če izdelek ustreza zahtevam kakovosti, ga robot odloži v zabojnik, drugače pa v drčo za slabe kose. Medtem prvi robot namesti v vpenjalno napravo nova kosa; robota za varjenje pa varita kosa v drugi varilni napravi.

## 2.2 Vpenjanje v varilno napravo, varilna naprava in pozicionirna paleta

Tak način dela robotske celice omogočata dve varilni napravi, na katerih se izmenično vari in streže. Sta plod lastnega razvoja in osrednji del varilne celice, saj omogočata hiter prehod iz enega tipa izdelka na drug. Vsaka od njiju ima namreč po dve varilni mesti, opremljeni s pozicionirnimi in vpenjalnimi elementi za različna tipa izdelka. Za prehod z enega tipa na drug je potrebno vpenjalno napravo samo zasukati za 180 stopinj, kar se izvede samodejno. Pripravo lahko med varjenjem tudi nagibamo. Varilni napravi sta opremljeni z zaznavali, tako da sistem samodejno zazna položaj vpenjalne naprave in s tem tip izdelka ter prisotnost sestavnih delov.

Za pozicioniranje večjih delov sestava (zvarjenca) uporabljamo tako imenovane pozicionirne palete, nameščene na zasučni mizi. Pri zamenjavi tipa izdelka je treba zamenjati tudi večje sestavne dele obeh pozicionirnih palet, to pa naredi operater s tem, da ročno obrne vsak nosilec gnezd na vzdolžni vrtljivi mizi za 180 stopinj. Vsak nosilec je opremljen z zaznavali, tako da sistem samodejno zaz-



**Slika 3.** Vpenjalna priprava in pozicionirna paleta

na tip izdelka, prisotnost sestavnih delov in tudi, ali so pravilno vloženi oziroma pozicionirani v gnezdu na nosilcu. Zaznavala so nameščena tako, da jih pri prehodu na drug tip izdelka ni potrebno prestavljati ali nastavljati.

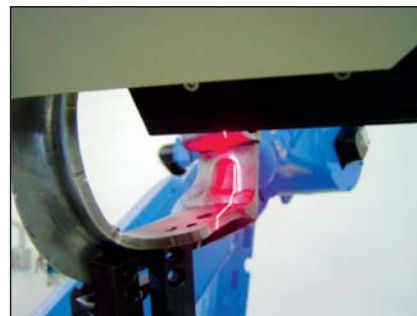
### ■ 3 Varjenje in kontrola kakovosti

Osnovna operacija celice je varjenje in zagotavljanje kakovosti zvara. Za varjenje uporabljamo tehnologijo CMT (cold metal transfer), ki omogoča varjenje tankih pločevin brez obrizga. Na roki robota sta zato nameščena poseben pogon in posebna varilna glava, ki z vodenim nihanjem žice usklajujeta sunke toka in žice, kar omogoča nadzorovan in predvsem manjši vnos energije v zvar in tako kakovostno varjenje tudi tankih pločevin. Varilna naprava je izdelek proizvajalca Froniusa, ki s svojo tehnologijo zagotavlja varjenje popolnoma brez obrizga, in sicer s 100-odstotnim CO<sub>2</sub> ali z mešanico zaščitnega plina. Do obriz-




Slika 4. Robota z gorilniki za varjenje po postopku CMT

gov pride samo, ko se oblok vžge, vendar so to hladne kapljice, ki se ne prilepijo na pločevino oziroma od nje odpadejo.






Slika 5. Optična kontrola zvara (laserska triangulacija)

Čeprav tehnologija varjenja CMT zagotavlja izdelek brez obrizgov, pa je treba tudi optično preveriti. Sistem za kontrolo mora zaznati kapljice s premerom, večjim od 0,5 mm. Če jih je preveč, kakovost izdelka ni ustrezna. Samodejna optična kontrola je izvedena z lasersko triangulacijo podjetja Vitronic. Poleg obrizga razpozna kontrolni sistem tudi dolžino, širino in globino oziroma višino zvara. Če so izmerjene vrednosti teh parametrov izven predpisanih toleranc, robot odloži kos glede na ugotovljeno napako v eno od štirih izhodnih drč.



# 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: Lepovčič 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA  
 Telefon: +386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350  
 Telefaks: +386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si  
 E-mail: info@motomanrobotec.si

### 3.1 Vizualizacija, diagnostika in sledljivost procesa

Dve izhodni drči sta namenjeni popravljivim kosom, dve pa izmetu. Če je kos možno popraviti, pade v eno od dveh drč, ki kos dostavita pred operaterja, da ga ta popravi. Popravljeni kos operater vstavi v poseben predal in ga vrne nazaj v sistem. Ko ima robot »prosti čas«, ga vzame iz posebnega predala in ga odda v ustrezen zabojnik. Na ta način se sistemsko in avtomatizirano štejejo kosi in zagotavlja sledljivost. Ko je določen zabojnik poln, ga posebna loputa zapre, pri čemer se odpre prazen zabojnik. Ta sistem omogoča menjava zabojnikov, ne da bi pri tem

operater posegal neposredno v stroj in bi bilo zaradi tega treba ustavljati delovanje robotov oziroma celice.

Ker so strežne in varilne operacije ločene, sta ločena tudi krmilnika robotov. En krmilnik krmili robota za varjenje, drugi pa strežna robota in osi za sukanje varilnih priprav. Krmilnika sta med seboj povezana v sistem dvojčkov, delujeta pa samostojno. Tako sta krmilna programa bolj enostavna, krmilnika pa lahko programiramo samostojno in sočasno.

V celici sta tudi dva industrijska PC-računalnika, ki skrbita za upravljanje in nadzor celotne celice vključno z vizualizacijo stanja in diagnostiko delovanja

ter za delo s sistemom samodejne optične kontrole zvarov (Vitronic).

### 4 Zaključek

Obratujoča robotska celica je še en dokaz smernic razvoja na področju avtomatizacije oziroma robotizacije proizvodnih procesov. V kombinaciji z avtomatizacijo samega tehnološkega procesa se sedaj zelo pogosto pojavljajo tudi kontrolni optični sistemi, ki lahko zagotavljajo tudi 100-odstotno kontrolo procesa in s tem boljšo sledljivost. Tako lahko v ozadju vsakega avtomatiziranega tehnološkega procesa ob dobri informacijski podpori zagotavljamo ustrezno sledljivost, kakovost in diagnostiko procesa.

## A highly productive robotic welding cell in the automotive industry

**Abstract:** The article describes the technical challenges involved in realising the automation of the welding technology for the Audi B8 and the Audi Q5 trunk-door lift mechanism. The robotic cell is highly productive, unique and must satisfy the requirements for stability control of the welding and handling applications. The robotic cell was developed for the final customer Cimos d.d., based on long-term experience in the production-robot field by the company Motoman Robotec, from Ribnica.

**Keywords:** automation, innovative solutions, robotics, integration, welding, handling, visualisation, weld-seam inspection,



Celje, Celjski sejem  
13.–16. maj 2008

PRIJAZNE ENERGIJE,  
VARČNE TEHNOLOGIJE

13. mednarodni sejem **TEROTECH – VZDRŽEVANJE**

14. mednarodni sejem **ENERGETIKA**

3. mednarodni sejem **VARJENJE in REZANJE**

info@ce-sejem.si  
www.ce-sejem.si

ROK ZA PRIJAVO:  
december 2007

Celjski sejem d.d., Dačkova 1, 3102 Celje  
CELJSKI SEJEM

# Informacijska podpora opremljanju in urejanju končnih izdelkov po logističnih standardih v proizvodnji

Ašo ZUPANČIČ

**Povzetek:** Zagotavljanje sledljivosti je ena od ključnih zahtev logistične verige, ki vključuje tako proizvajalce, distributerje kot tudi prodajalce. V prispevku je predstavljeno, na kakšen način je možno zagotavljati sledljivost v delu logistične verige v proizvodnem podjetju s pomočjo označevanja po logističnih standardih. V prvem delu so predstavljeni standardi, v drugem pa primer iz prakse.

**Ključne besede:** sledljivost, logistična veriga, sistem za vodenje skladišče (SVS), logistična nalepka, informacijska podpora,

## ■ 1 Uvod

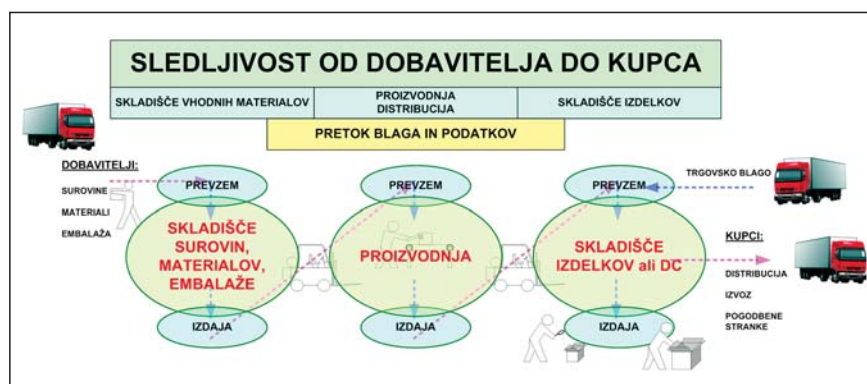
V današnjem času, ko je sledljivost ključnega pomena, je pomembno, da so izdelki označeni na način, ki to omogoča. Pri tem je potrebno poudariti, da samo označevanje še ne zagotavlja sledljivosti. To je samo eden od členov, ki jo omogočajo. Za zagotavljanje sledljivosti je poleg primernega označevanja potrebna tudi ustrezna informacijska podpora.

## ■ 2 Kaj je sledljivost?

Če povzamemo po svetovni organizaciji GS1, ki skrbi za standardizacijo, potrebno za učinkovito upravljanje preskrbovalnih verig, je sledljivost zmožnost ugotavljanja, kje je posamezna enota in kaj se je z njo dogajalo. Zato je za izvajanje

sledljivosti potrebno zagotoviti povezavo med fizičnim tokom dobrin in tokom podatkov, ki se nanašajo nanje. To zahteva upravljanje zaporednih povezav med tem, kaj je prejeto, izdelano, pakirano, hranjeno in odposlano preko celotne preskrbovalne verige (slika 1).

osnovi skupine izdelkov, za katere so značilni enaka transformacija, transporta in skladiščenje. Za komunikacijo so potrebni najmanj GTIN (Global Trade Identification Number – globalna trgovinska identifikacijska številka) in številka serije in/ali enolična oznaka logistične enote – SSCC



Slika 1. Zagotavljanje sledljivosti od dobavitelja do kupca

Ašo Zupančič, univ. dipl. inž.,  
Espro inženiring, d. o. o., Ljubljana

Sledljivost od točke do točke je najpogostejši način za zagotovitev sledljivosti. Ponavadi se izvaja na

(Serial Shipping Container Code – zaporedna koda zabojnika). Zagotovljene morajo biti jasne definicije in

razlage, tako da partnerji v logistični verigi lahko izmenjujejo podatke na preprost, zanesljiv in učinkovit način. Uporaba enotnega jezika in enotnih identifikatorjev je pri tem ključnega pomena. Če eden od partnerjev v celotni verigi ne more upravljati s temi povezavami je posledica izguba zaporednih podatkov in sledljivosti v celotni verigi. [1] [2]

Za zagotavljanje sledljivosti ločimo dva osnovna primera: *proizvodno podjetje* in *distribucijsko podjetje in skladišča*. *Proizvodno podjetje* mora biti samo sposobno obvladovati procese na vhodu materialov v proizvodni proces, pri skladiščenju teh materialov, izdaji v proizvodnjo, izhodu proizvoda iz stroja, skozi skladišče izdelkov do izdaje kupcem – končnim ali distribucijskim skladiščem. *Distribucijska podjetja in skladišča* pa morajo zagotavljati obvladovanje procesov sledljivosti na vhodu naročenega blaga v skladišče, s prevzemi in uskladiščenjem, izdajo in dostavo blaga končnim kupcem.

Obvladovanje procesov se začne z zmožnostjo spremljanja toka materiala skozi proizvodni, skladiščni in distribucijski proces (slika 1). Ta tok je nemogoče spremljati brez ustrezne informacijske podpore. Za uspešno uporabo informacijske podpore je potrebno zagotoviti tudi ustrezno označevanje izdelkov.

Če govorimo o proizvodnem podjetju, je to označevanje izdelkov, ko ti zapuščajo proizvodni proces. Na tej točki poteka tudi predaja med proizvodnjo in skladiščem. Pri distribucijskem podjetju je potrebno na sprejemu izdelkov v skladišče zagotoviti, da je vse blago primerno označeno. Pri tem lahko uporabimo dobaviteljeve oznake (če je blago primerno informacijsko opremljeno) ali pa blago sami označimo. Izdelke označimo s podatki (datum, šarža, količina, serijska številka transportne enote), ki so potrebni v nadaljnjih procesih oskrbovalne verige, skozi katero izdelek potuje. Ti podatki omogočajo transportne in skladiščne manipulacije in so informacije, potrebne za izvedbo kvalitetne storitve in zagotavljanje sledljivosti.

### ■ 3 Nalepke in logistični podatki na nalepkah

V grobem delimo nalepke, ki jih od uveljavitve črtna koda uporablja proizvodnja, v tri skupine:

- nalepke EAN13 (EAN8) (lahko prednatisnjene) za označevanje najnižjih nivojev pakiranja (osnovno pakiranje, zavitek, ogledni karton),
- transportne nalepke za označevanje transportnega pakiranja (transportni karton),
- paletne nalepke.

#### Transportna nalepka na kartonu

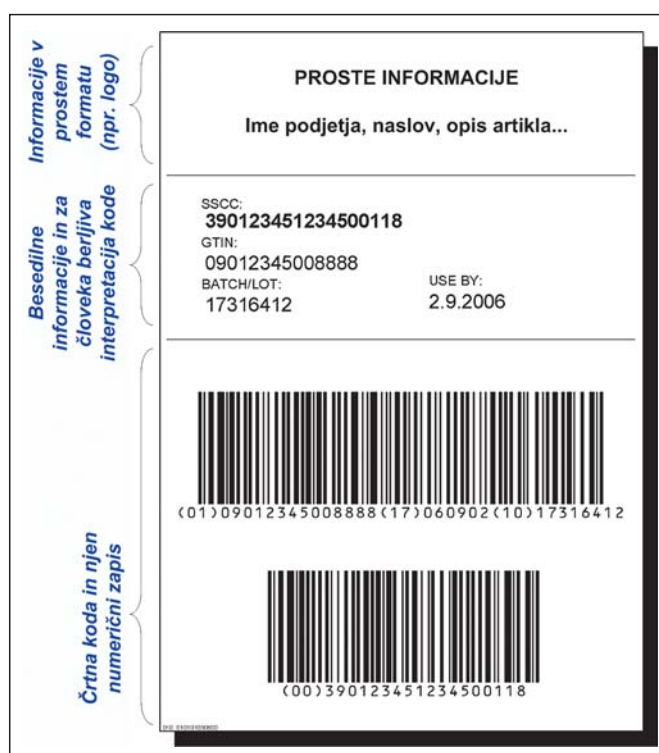
Za označevanje transportnih pakiranj (karton, ovoj, vreča) se uporabljajo nalepke, ki poleg podatkov (šifra artikla, skrajšan naziv artikla, koda osnovnega pakiranja, pretvornik med osnovnim in transportnim pakiranjem ter ostali tehnični podatki in naslov podjetja) vsebuje tudi v črtni kodi (po standardu GS1 [2, 3]) podatke o šarži, datumu izdelave oz. uporabnosti, kodi osnovnega pakiranja in količini osnovnega? v transportnem pakiranju. S pomočjo transportne nalepke lahko na nivoju transportnega kartona zagotovimo zadostne pogoje za sledljivost.

#### Logistična transportna nalepka

Označevanje palet je podobno kot označevanje transportnih pakiranj, le da se podatki na paletni transportni nalepki nanašajo na transportna pakiranja, ki so na njej. Dodatno vsebuje še serijsko številko palete (vsaka transportna enota, ki pride ali pa je odposlana iz podjetja).

Za označevanje palet nam lahko služi samo *nalepka SSCC* (Serial Shipping

Container Code – zaporedna koda zabojnika). To je nalepka, na kateri je poleg prej navedenih informacij o proizvajalcu tudi koda SSCC, ki je sestavljena iz oznake države, oznake proizvajalca in pa tekočega števca. Koda SSCC predstavlja »ključ«, s katerim dostopamo do podatkov v podatkovni bazi. Na ta način označena paleta je primerna za manipulacije znotraj skladišča in ob uporabi standardov GS1 eCom za izmenjavo podatkov med podjetji, tudi pri drugih podjetjih znotraj oskrbovalne verige.



Slika 2. Logistična transportna nalepka [4]

### ■ 4 Paletizacija

Pojem paletizacije lahko opredelimo kot zlaganje izdelkov na paleto po točno predpisanem načinu. Paletizacija, ki mora biti pravilna in kvalitetna, je zelo pomembna faza nastajanja izdelka, saj zagotavlja konsistentnost podatkov v poslovnem sistemu in sistemu za vodenje skladišča oz. upravljanje preskrbovalne verige. [5]

### ■ 5 Informacijska priprava palete

Na koncu proizvodne linije je potrebno vsako paleto pravilno informaci-

jsko pripraviti. Informacijska priprava palete (IPP) zajema vnos podatkov o delovnem nalogu, šarži, datumu, količini in podobno. Nekateri podatki se na podlagi določenih pravil generirajo sami, ostale pa je potrebno vnesti ročno oz. s pomočjo skeniranja. Tako se lahko na primer podatki o datumih (proizvodnje, uporabnosti) generirajo sami, podatki o artiklu pa se pridobijo s pomočjo skeniranja črtnih kode artikla. Tako pripravljena paleta je primerna za primopredajo iz proizvodnje v skladišče.

Po končani IPP je potrebno podatke, ki so se generirali oz. zajeli, pravilno voditi v sistemu za vodenje skladišča (SVS) in jih posredovati naprej udeležencem logistične verige. Za posredovanje teh podatkov imamo dve možnosti – lahko se posredujejo s pomočjo elektronske izmenjave podatkov ali pa na logistični nalepki, s katero so opremljene transportne enote oz. palete.

### ■ 6 Primer iz prakse – označevanje izdelkov ob paletizaciji v podjetju tosama

V podjetju TOSAMA, Tovarna sanitetnega materiala, d. d., smo v letu 2005 izvedli celovito prenovo skladiščnega poslovanja. V sodelovanju z naročnikom smo preučili procese, ki potekajo v skladišču gotovih izdelkov in v končnih točkah proizvodnega procesa. Na podlagi analize je bila določena tehnologija dela, potrebna za zagotavljanje sledljivosti [6].



Slika 3. Označevanje za zagotavljanje sledljivosti

Na naslednji sliki je prikazan princip označevanja za zagotavljanje sledljivosti, kot je uveden v podjetju Tosama.

V končnih točkah proizvodnje (pakiranje in paletizacija) poteka označevanje transportnih kartonov s podatki, potrebnimi za zagotavljanje sledljivosti. Podatki se prenašajo iz poslovnega sistema delno avtomatsko, delno pa se zajemajo na mestu pakiranja ob nastanku transportnega kartona.

Na naslednji sliki je prikazana nalepka za označevanje kartonov, ki poleg podatkov, definiranih v standardu GS1, vsebuje tudi podatke, specifične za sanitetno industrijo (način sterilizacije, enkratna uporaba, znak laboratorija za certificiranje, lot, datum uporabnosti ...).

Po končani paletizaciji (formiranju palete) in ovijanju se paleta označi še z logistično transportno nalepko, ki poleg podatkov, zapisanih na transportni nalepki kartona, vsebuje tudi podatke o paleti.

Na naslednji sliki je predstavljena logistična transportna nalepka z označeno vsebino posameznih polj.

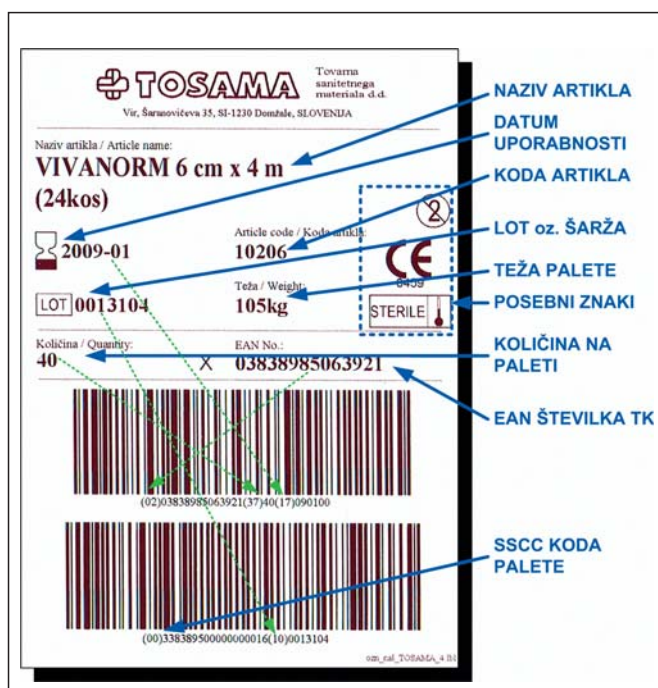
Po standardu GS1 za zagotavljanje sledljivosti zadostuje ozna-



Slika 4. Transportna nalepka kartona [6]

čevanje z nalepko SSCC, vendar ob pogoju, da je med posameznimi členi logistične verige uvedena elektronska izmenjava podatkov. Ker v večini primerov temu ni tako, se za označevanje uporablja transportna nalepka palete, ki poleg vseh podatkov, potrebnih za zagotavljanje sledljivosti, vsebuje tudi kodo SSCC.

Če se operacije paletizacije avtomatizirajo do te mere, da ni več ročnega



Slika 5. Transportna nalepka palete [6]



Slika 6. Nalepka SSCC [6]

dela, je smiselna avtomatizacija označevanja, ki se izvede s pomočjo aplikatorjev nalepk in sprotnega tiskanja logističnih nalepk.

## ■ 7 Zaključek

Za zagotavljanje sledljivosti je ključno, da so transportne enote primerno

podatkov ali pa s pomočjo logističnih nalepk.

Pomembno je, da imajo vsi udeleženci logistične verige podatke, ki so potrebni za zagotavljanje sledljivosti in da v svojem delu logistične verige skrbijo za zagotavljanje sledljivosti na primeren način in v skladu s standardi.

označene. Podatke, potrebne za zagotavljanje sledljivosti, je potrebno na primeren način obdelati, hraniti in posredovati ostalim udeležencem logistične verige. To lahko storimo na dva načina: s pomočjo računalniške izmenjave

## Literatura

- [1] <http://www.gs1si.org/sntportal.asp?p=94>.
- [2] Standard sledljivosti GS1, GS1 Slovenija (avgust 2007).
- [3] Logistični priročnik – priporočila za označevanje in sledenje transportnih enot s standardi EAN, UCC, EAN Slovenija (2004).
- [4] <https://ssl27.inode.at/gs1-label-view.at/front.php?lang=25&new>.
- [5] Zupančič, A.: Načrtovanje distribucijskih skladišč s pomočjo simulacije (2003), str. 18, diplomska naloga univerzitetnega študija.
- [6] Projektna rešitev informacijske podpore za označevanje v proizvodnji in vodenje skladišč gotovih izdelkov, Espro inženiring, d. o. o. (maj 2005).

## IT support for finished-goods labelling according to logistics standards in production

**Abstract:** Traceability is one of the key aspects of supply-chain management; it involves production, distribution and sales. This article describes how to ensure traceability in the part of supply chain within the production company, on the basis of labelling and data management according to logistics standards. In the first part standards are presented; the second part presents a case study.

**Keywords:** traceability, supply chain, warehouse-management system (WMS), logistic label, IT support,






- HIDRAVLIČNI CILINDRI
- KROMIRANE BATNICE
- HONANE CEVI
- KALIBRIRANE CEVI
- BREZŠIVNE CEVI
- UŠESA IN ZGLOBNI LEŽAJI
- SESTAVNI DELI ZA CILINDRE
- TESNILA

**MAPRO, d.o.o.,**  
 Industrijska ulica 12,  
 4226 ŽIRI, SLOVENIJA  
 tel.: +386 (0)4 510 50 90  
 fax: +386 (0)4 510 50 91  
 e-mail: info@mapro.si;  
 www.mapro.si







- IZDELAVA HIDRAVLIČNIH CILINDROV PO NAŠEM KATALOGU ALI PO VAŠIH ŽELJAH
- STROKOVNO SVETOVANJE
- KVALITETA IN FLEKSIBILNOST
- SERVIS HIDRAVLIČNIH CILINDROV
- RAZREZ IN DOSTAVA BLAGA



# Lesno obdelovalni center s trinajstimi hidravličnimi servo osmi

Marijan SAGADIN

**Izveček:** Lesno obdelovalni center SUPERTRAM je namenjen oblikovanju lesenih tramov raznih dimenzij za hitrosti obdelave do 4 m/s. Stroj, ki je bil izdelan za francoskega kupca, kopira makro obliko obžaganega debela, ter po želji doda še mikro obliko (npr. sinusno krivuljo), da se dobi rustikalni videz tramu.

Vsa potrebna podajalna gibanja na stroju so izvedena s trinajstimi hidravličnimi servo osmi, razvrščenimi v tri delovne postaje. Določene servo osi regulirajo samo položaj rezkarja, druge pa razen regulacije položaja omogočajo še regulacijo pritiskne sile rezkarja na podlago. Za regulacijo hidravličnih valjev so bili uporabljeni proporcionalni ventili z integrirano elektroniko proizvajalca Bosch-Rexroth. Regulacija proporcionalnih ventilov je bila izvedena z digitalnim več osnim NC regulatorjem gibanja »Multi Axis Control MAC-8«, komunikacija z nadzornim krmilnikom pa izvedena s Profibus-DP. Skobeljni stroj je projektiralo in izdelalo podjetje Ledinek Engineering, celoten hidravlični sistem in programsko opremo pa projektiralo, dobavilo in zmontiralo podjetje LA&CO iz Maribora.

**Ključne besede:** lesno obdelovalni stroj, elektro hidravlika, podajalne servo osi,

## 1 Uvod

Skobeljni stroj SUPERTRAM je namenjen skobljanju žaganih tramov. Obdelovalno linijo, katere naročnik je bilo francosko podjetje, sestavljata dva stroja. Prvi stroj je žaga, ki obžaga deblo v kvadratno ali pravokotno obliko, pri tem pa kopira naravno makro obliko debela. Ker je deblo pri koreninah debelejšje in proti krošnji vedno tanjše, ima tudi obžagani tram konično obliko, kot jo ima deblo. Vz dolžna os tramu ni ravna, temveč je ukrivljena, kot je bilo ukrivljeno samo deblo. Na ta način je les izkoriščen v največji možni meri, s čim manjšim odpadkom. Žago je izdelalo nemško podjetje.

Drugi stroj v liniji, takoj za žago, pa je skobeljni stroj, ki ga je ponudilo in dobavilo podjetje Ledinek Engineering. Stroj mora površine poskobljati v kvadratno ali pravokotno obliko, ohraniti pa mora makro obliko tramu.

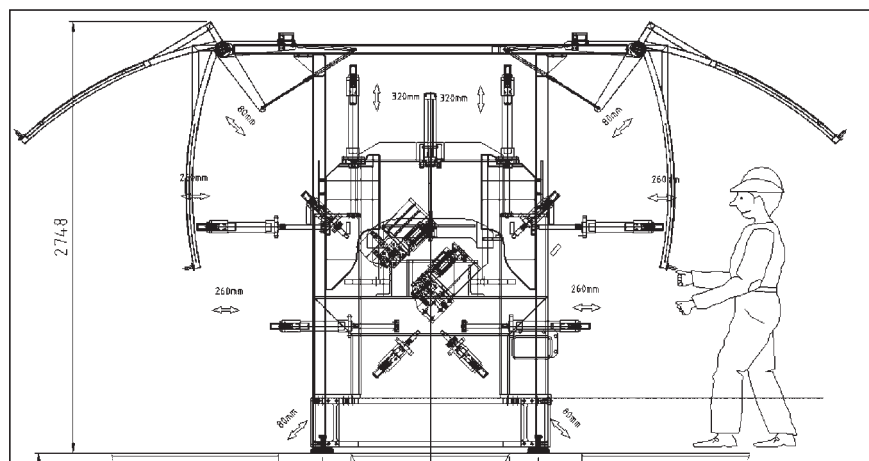
Marijan Sagadin, dipl. inž.,  
LA & CO, d. o. o. Maribor

Vogale tramu lahko na željo posname in zaokroži. Da bi tram dobil čim bolj naraven in rustikalni videz, se vogalom vzdolžno lahko doda mikro oblika v obliki vzdolžne sinusne krivulje. Za pozicioniranje in krmiljenje skobeljnih rezkarjev bi načeloma lahko prišli v poštev elektromotorni servopogoni s krogelnimi navojnimi vreteni ali hidravličnimi servopogoni. Vendar se je za to aplikacijo hidravlični servopogon izkazal kot primernejša in cenovno ugodnejša varianta.

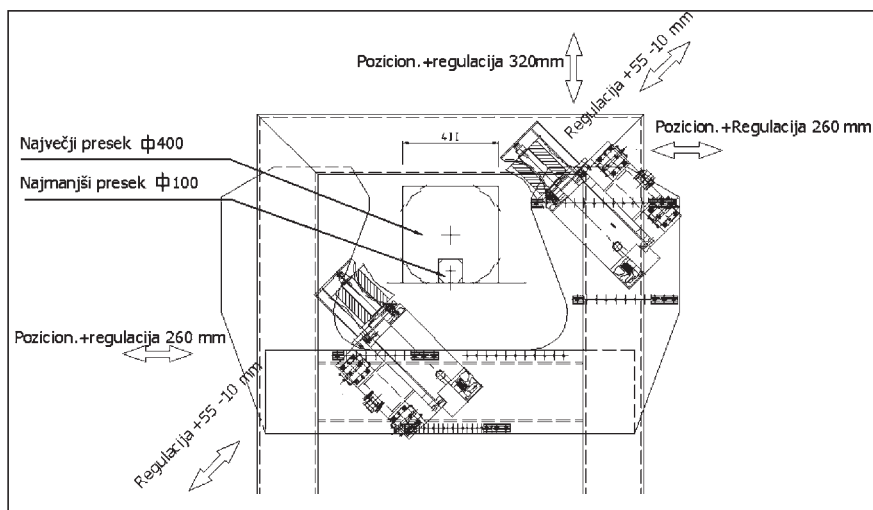
## 2 Skobeljni stroj SUPERTRAM

Skobeljni stroj sestavljajo tri delovne postaje, razmeščene vzdolž stroja.

Tram se pomika v stroju po Z-osi, vedno v smeri od manjšega prereza proti večjemu. Druga delovna postaja ni premična v X-osi. Ostali dve delovni postaji pa se morata prilagajati ukrivljenosti debela po X- in Y-osi.



Slika 1. Prečni prezek stroja



Slika 2. Prezerna slika prve delovne postaje

Prva delovna postaja skoblja zaokrožene vogale tramu in po želji doda vzdolžno sinusno krivuljo. Skobeljni rezkarji so štirje. Postavljeni so pod kotom  $45^\circ$ . Spodnja rezkarja sta premična po X-osi, po vertikalni osi pa se ne premikata, ker tram drsi po podlagi. Poleg tega je premičen pod kotom  $45^\circ$  v smeri proti sredini prereza. Vsak spodnji rezkar potrebuje zato po dve servo osi. Zgornja valja pa sta premična v X- in Y-osi ter pod kotom  $45^\circ$ . Torej potrebuje vsak zgornji skobeljni valj po tri servoosi. Skupno je na prvi delovni postaji za obdelavo vogalov vgrajenih 10 hidravličnih servoosi. Ko se tram približa prvi delovni postaji, senzori sporočijo, kje se nahaja središče prereza in kolikšna je velikost začetnega prereza. Skobeljni valji se hitro pomaknejo na začetno pozicijo in pričakajo tram. Ko je tram že med rezkarji, pa zunanji senzori, ki so nameščeni tik pred rezkarji, sporočajo trenutno »mikro« in »makro« obliko tramu, skobeljni rezkarji pa to obliko kopirajo v realnem času. Seveda pa mora elektronika kratke neravnine ignorirati in obliko mehko in ne skokovito spreminjati, da bi bila površina gladka, brez opaznih sledi in stopnic.

Druga delovna postaja ima dva skobeljna rezkarja, ki sta postavljena horizontalo, za obdelavo spodnje in zgornje horizontalne površine. Orodje je fiksno v X- in Z-osi. Ker tram drsi po fiksni spodnji površini, spodnji skobeljni rezkar pritiska s konstantno silo na površino in jo ravna. Pritisk

rezkarja na površino izvaja hidravlični valj s proporcionalno regulacijo tlaka. Vertikalni hidravlični valj pa krmili ena hidravlična os. Najprej se rezkar pozicionira na pričakovano višino. Ko se tram dotakne rezkarja, pa se regulacija pozicije spremeni v regulacijo konstantne sile na površino.

Tretja delovna postaja skoblja vertikalni površini, za kar sta potrebni 2 hidravlični servoosi. Y-os je fiksna.



Slika 3. Lesno obdelovalni center SUPERTRAM

Prvi hidravlični valj oz. prva hidravlična servoos nastavi začetno širino med rezkarjema. Druga servoos pa voziček s skobeljnima rezkarjema pozicionira na pričakovano pozicijo na X-osi, ki jo sporočijo senzori preko programirnega krmilnika. V trenutku, ko pride tram med rezkarja, prva os spremeni vrsto regulacije – iz regulacije pozicije v regulacijo konstantne sile in pritiska rezkarja na površino lesa. Zaradi

ukrivljenosti lesa pa se mora druga servoos sprostiti tako, da se voziček z valjema prosto premika po X-osi, s čim manj upora, kajti (ukrivljen) tram sedaj sam vodi voziček s skobeljnima valjema. Če bi se pojavil odpor pri gibanju vozička, bi en skobeljni rezkar odrezoval bolj kot drugi.

Vzdolžni pomik tramu opravlja pet parov vlečnih valjev. Vsak par vlečnih valjev tišči skupaj hidravlični valj. Tlak v hidravličnih valjih je nastavljen s proporcionalnim regulatorjem tlaka.

## 2.1 Tehnični podatki stroja SUPERTRAM

Glavne karakteristike postrojenja so naslednje:

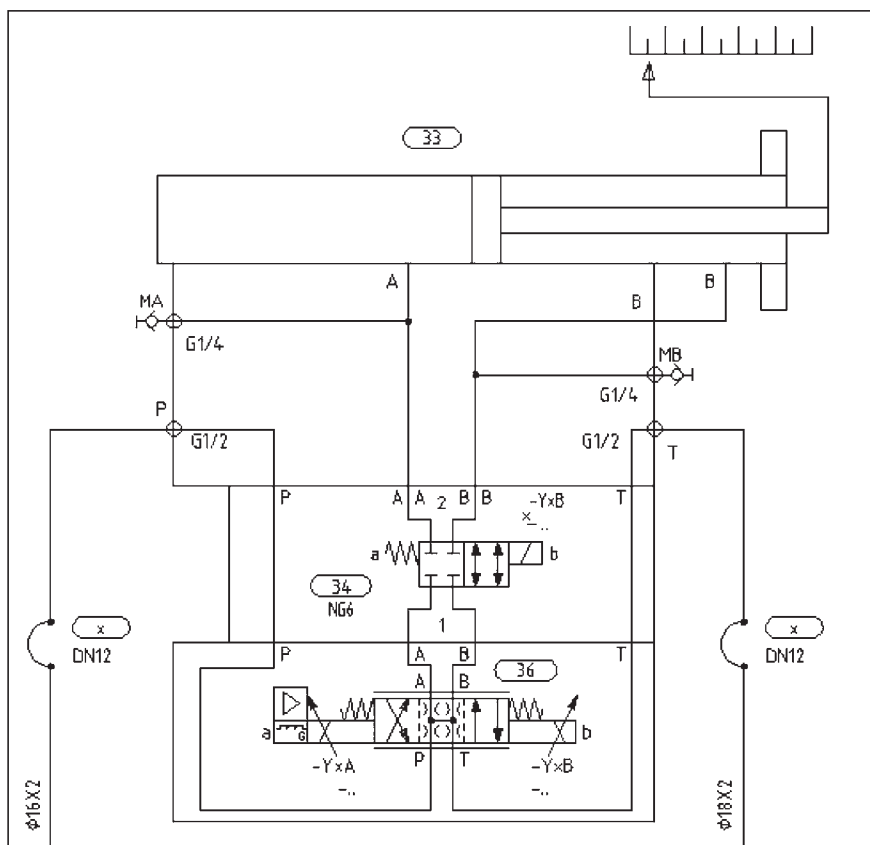
- hitrost skobljanja (hitrost vzdolžnega pomika tramu) do 4 m/s
- maksimalna vzdolžna ukrivljenost tramu 300 mm
- frekvenca za skobljanje mikro (sinusne) oblike  $f = 3\text{ Hz}$
- amplituda mikro oblike  $a = 3\text{ mm}$
- povprečna hitrost pomika hidravličnih valjev 40 mm/s

## 3 Hidravlični pogon stroja

### 3.1 Hidravlični agregat

Osnovni tehnični podatki hidravličnega agregata:

- volumen rezervoarja 630 l
- moč elektromotorja 45 kW
- pretok črpalke  $Q = 171\text{ l/min}$
- maksimalni delovni tlak  $p = 120\text{ bar}$



**Slika 4.** Hidravlična shema enega od desetih servohidravličnih valjev na prvi delovni postaji

Za pogon je bila izbrana krilna regulacijska črpalka. Ker je stroj v neogrevanem prostoru v francoskih Alpah in so spremembe temperature okolice zelo velike, agregat potrebuje električne grelce za gretje olja. Za ustrezno filtriranje in hlajenje skrbi obtočni filtrirno-hladilni sistem z zračnim hlajenjem.

Da bi se dosegla zahtevana dinamika, je na vsaki delovni postaji tudi hidravlični akumulator.

## 3.2 Skobeljne delovne postaje

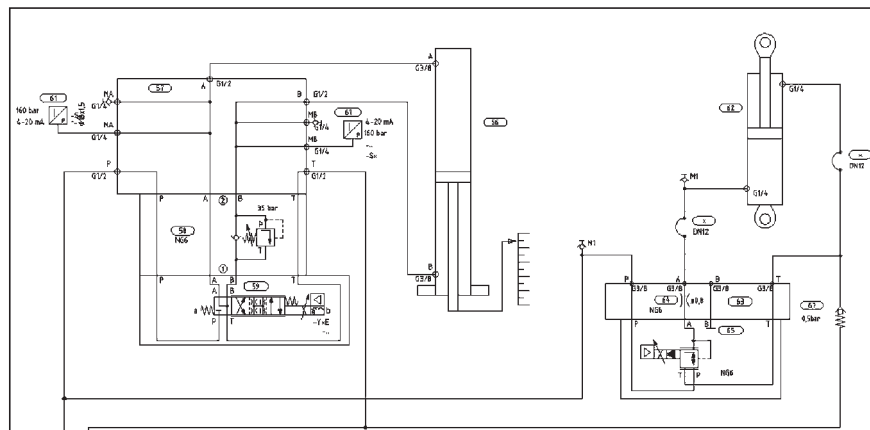
### 3.2.1 Prva delovna skobeljna postaja – skobljanje vogalov

Na prvi delovni postaji je vgrajenih deset hidravličnih servovaljev, tip 160SV ..., proizvajalca Bosch-Rexroth. Merilne letve so prigradjene ob vodila stroja. Na ventilsko ploščo na hidravličnem valju je pritrjen proporcionalni regulacijski ventil 4WRSEH6V ..., Bosch Rexroth z LVDT-merilnim senzorjem in integrirano elektroniko. Za varovanje zaradi napak v regulaciji ali proženja tipke stop je pod proporcionalni

ventil vgrajen še 4/2 krmilni potni ventil, ki zapre dotok olja, ko ventil ni v funkciji (slika 4). Proporcionalni ventili krmilijo hidravlične valje po krivuljah, kot jih generira/regulira digitalni večosni numerično krmiljeni regulator gibanja MAC-8.

### 3.2.2 Druga delovna skobeljna postaja – skobljanje horizontalnih površin

Na drugi delovni postaji sta dva hidravlična valja Bosch Rexroth, tip CDT3.

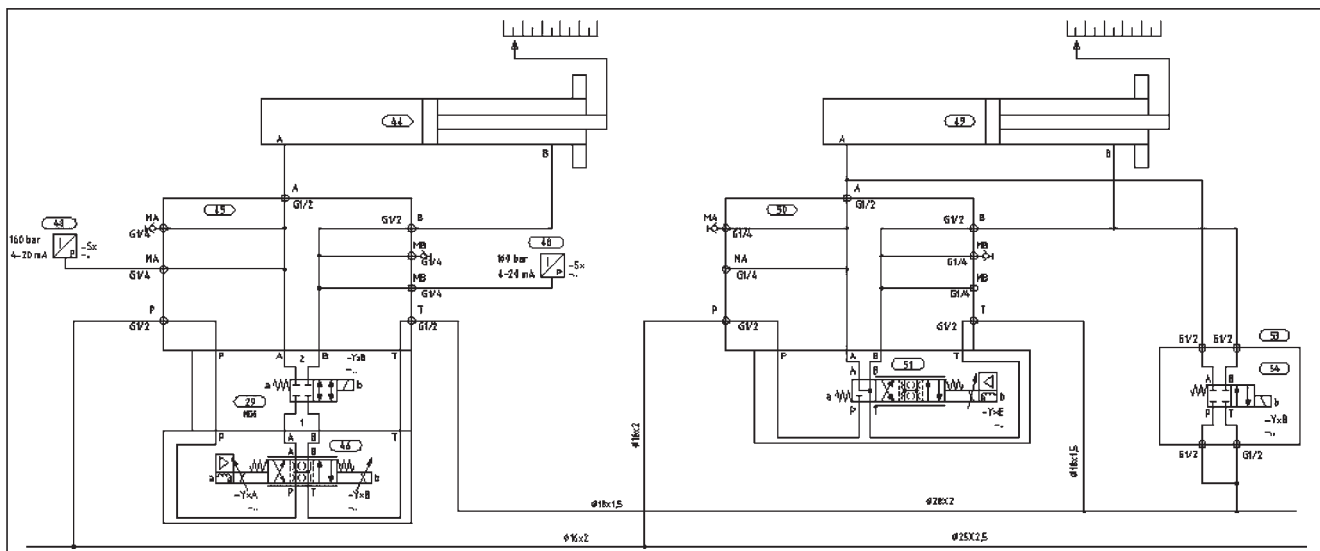


**Slika 5.** Shema regulacije rezkarjev na drugi delovni postaji

Spodnji valj (desni na sliki 5) je klasični hidravlični valj, ki vedno s konstantno silo pritiska skobeljni rezkar na spodnjo ploskev obdelovanca. Na servohidravlični valj (slika 5 levo) je obešen suport z zgornjim skobeljnim rezkarjem, ki je reguliran s servohidravličnim valjem s 5/4 proporcionalnim ventilom 4WRSEH6C3B ..., ki ima položaj »fail safe« in LVDT ter integrirano elektroniko. Zgornji rezkar se najprej pozicionira na ustrezno višino, ko pa začne tram odpraviti rezkar, preide regulacija pozicije pri sili 1 kN v regulacijo sile in pritiska skobeljni rezkar samo še z zahtevano silo na zgornjo ploskev. Na osnovi razlike tlakov, ki jih posredujeja senzorja tlaka v veji A in B, regulator MAC-8 preračuna dejansko silo in temu ustrezno regulira proporcionalni ventil. Zaradi velike mase orodja je pod proporcionalni regulacijski ventil vgrajen tlačni ventil za kompenzacijo bremena, ki je nastavljen na tlak, ki je samo malo večji, kot je tlak zaradi mase orodja. Na ta način se kompenzira stalna vertikalna sila orodja in s tem poenostavi sama regulacija. V primeru napake oziroma pritiska na tipko stop se proporcionalni ventil postavi v položaj »fail safe« in rezkar obstane v zatečenem položaju, ker ga tam zadrži tlačni ventil za kompenzacijo bremena.

### 3.2.3 Tretja delovna skobeljna postaja – skobljanje vertikalnih površin

Na tretji delovni postaji sta dva servohidravlična valja Bosch Rexroth. Levi valj (glej sliko 6) regulira razdaljo med vertikalnima rezkarjema. Ko pride



Slika 6. Shema regulacije rezkarjev na tretji delovni postaji

tram med rezkarja, se pri sili 1 kN spremeni regulacija pozicije v regulacijo sile. Na osnovi razlike tlakov, ki jih posredujeja senzorja tlaka v veji A in B, se preračuna dejanska sila in regulira potrebna pritiska rezkarja na obde-

velikosti NG6. Za merjenje položaja so bile izbrane absolutne digitalne merilne letve, nameščene zunaj hidravličnih valjev. Proporcionalne ventile krmili digitalni večosni NC-regulator gibanja MAC-8.

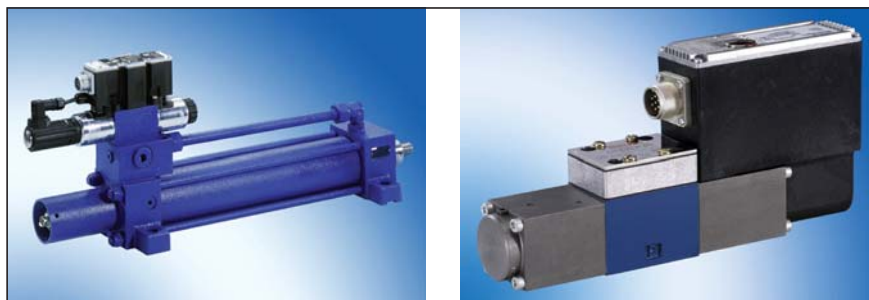
tih ali odprtih tokokrogih, s poljubnimi gibalnimi in obremenitvenimi primeri. S simulacijo smo določili tipe ventilov in mejne vrednosti oz. zmogljivost posameznih osi.

#### 4.1 Večosni regulator gibanja "Multi Axis Control MAC-8"

Za izvedbo regulacije tako kompleksnega in dinamično zahtevnega sistema je bil izbran večosni, numerično krmiljen regulator gibanja »Multi Axis Control MAC-8«.

Zmogljivosti MAC-8 so naslednje:

- možnost regulacije in interpolacije od 2 do 32 osi,
- velika izbira regulacijskih funkcij,
- močan programski jezik,
- močna programska orodja,
- obširne aritmetične funkcije,
- sinhronizacija osi.



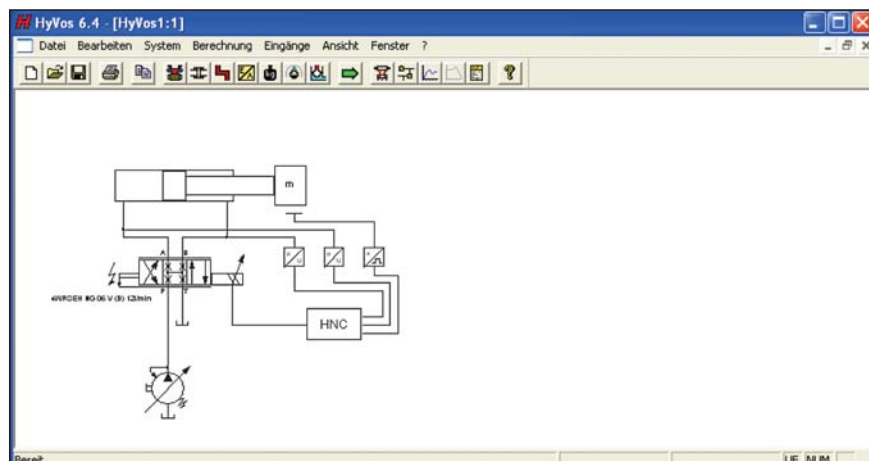
Slika 7. Hidraulični valj CDT3 s proporcionalnim ventilom – a in proporcionalni ventil 4WRSEH – b

lovanec. Ventili na tem hidravličnem valju so enaki kot na prvi postaji. Desni hidraulični valj (na sliki 6) se najprej pozicionira na določeno pozicijo, ko pa prva os preide v tlačno regulacijo, se os sprosti tako, da se vključi 4/2 krmilni ventil in poveže priključka A in B na hidravličnem valju med sabo in s T-priključkom. Sedaj se hidraulični valj lahko premika v X-osi z minimalnim uporom. Voziček z batnico desnega hidravličnega valja se sedaj premika zaradi ukrivljenosti tramu, vodita pa ga skobelna rezkarja.

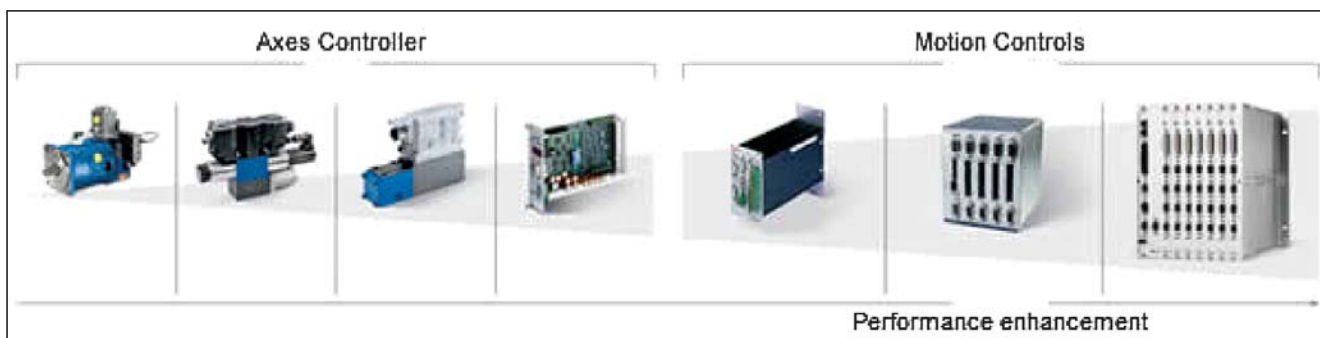
Pri projektiranju in izbiri ventilov za posamezne osi smo si pomagali s simulacijo s programom HyVos 6.4. Program omogoča simulacijo z ventili reguliranih hidravličnih valjev, v zapr-

### 4 Regulacija hidravličnih valje

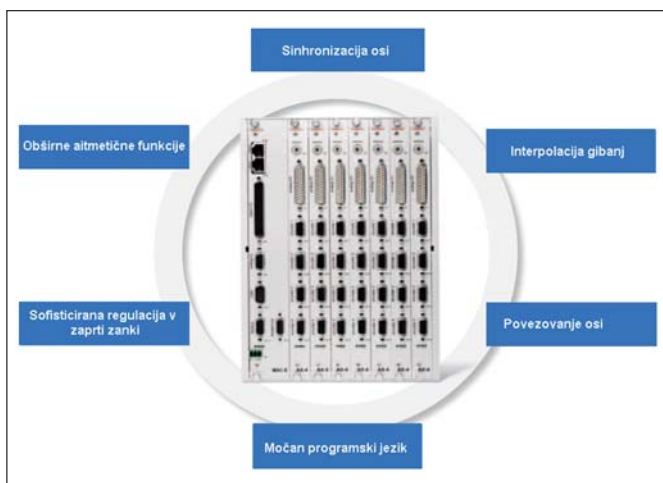
Regulacija hidravličnih valjev je izvedena z regulacijskimi proporcionalnimi ventili Bosch Rexroth 4WRSEH6



Slika 8. HyVos 6.4 – program za simulacijo



Slika 9. Različni regulatorji osi, razvrščeni po zmogljivostih [6]



Slika 10. Zmožnosti MAC-8 [5]

## 4.2 Zgradba in delovanje MAC-8

MAC-8 se lahko uporablja kot samostojen sistem avtomatizacije, kot inteligen ten večosni regulator, lahko pa je preko lokalnega ethernet a povezan z drugimi MAC-8. Z nadzornim sistemom lahko komunicira preko Profibus DP, Ethernet UDP, Hitri Ethernet TCP/IP in CAN bus sistemov. S senzorsti in aktuatorji lahko komunicira preko CAN busa.

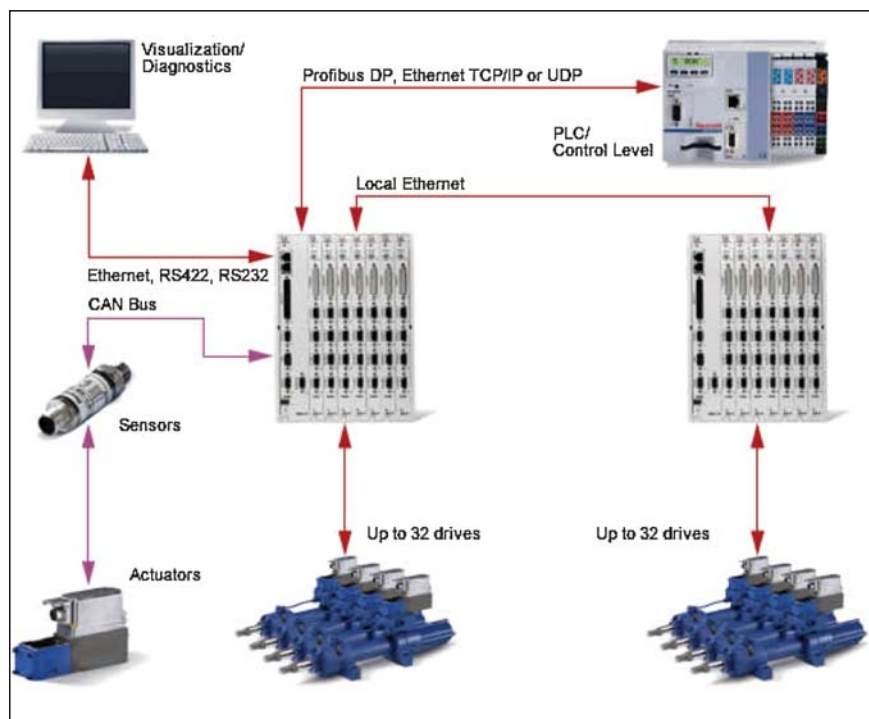
Zgradba MAC-8 je modularna. Glede na potrebe lahko MAC-8 v ohišju vsebuje t. i. »master« karto z vgrajenimi regulatorji za 2 ali 4 osi in dodatne »slave« karte (maksimalno 7 kart), vsaka s po 4 osmi. Master karta sinhronizira in interpolira osi med seboj. Optimalno podporo procesu zagotavlja 32 digitalnih vhodov in 24 digitalnih izhodov. Slave karte sprejemajo funkcije in komande, nadzirajo posamezne osi in izvajajo lokalno regulacijo. Regulatorji podpirajo inkrementalni merilni sistem, Ssi interface in analogni merilni sistem.

MAC-8 bazira na zelo zmogljivi aparaturi procesor MPC860 CPU izvira iz avtomobilske industrije in komunikacijskega inženiringa, ki je zelo robusten in odporen na udarce ter vibracije. Z osebnim računalnikom izvajamo vizualizacijo, diagnostiko in programiranje. Programiranje se izvaja s programskim sistemom MACpro z iskalnikom napak (debugerjem). Za vizualizacijo se uporablja program WinView. Delovanje sistema spremlja-

mo s programom System Parameter Assistant. Preko interneta in dveh osebnih računalnikov je mogoča tudi diagnostika in programiranje na daljavo.

## 4.3 MAC-8 na stroju SUPERTRAM

Konfiguracija MAC-8 na stroju SUPERTRAM je vsebovala eno »master« karto s po 4 osmi in 3 »slave« karte s po štirimi osmi, skupaj 16 osi. Za potrebe stroja je bilo izkoriščenih 13 osi. Tri prosta mesta se lahko uporabijo pri defektaži sistema ali okvari ene od osi. Nadzor delovanja je izveden preko krmilnika Simatic S7 (Siemens). Komunikacija med sistemoma je bila izvedena s Profibus DP. Krmilnik sprejema podatke od krmilnika žage, o hitrostih podajanja in prečnih presekih. Te podatke in podatke s senzorjev krmilnik



Slika 11. Povezljivost MAC-8 v sistem krmiljenja in regulacije [5]

obdela in pošilja MAC-8 podatke o trenutnem položaju sredine prereza in o velikosti prereza tramu, podatke o hitrosti pomika itd. MAC-8 nadzira in regulira vseh 13 hidravličnih osi. Nadzornemu računalniku vrača podatke o končnih vrednostih obdelave, dimenzijah in napakah. Ker je aplikacija instalirana v Franciji, je na MAC-8 priključen še en osebni računalnik, ki ima povezavo z internetom. Preko njega je omogočena diagnostika delovanja na daljavo, v primeru težav z delovanjem stroja in eventualne potrebe po korekciji parametrov.

#### 4.4 Uporabnost MAC-8 v industriji

MAC-8 je primeren za uporabo na kompleksnih strojih in napravah na naslednjih področjih:

- stiskalnice: za oblikovanje cevi, stiskalnice SMC/IMC, stiskalnice sinter, stiskalnice za steklo, upogibne stiskalnice, globoki vlek/vlečna blazina, preoblikovanje z visokim notranjim tlakom, laboratorijske stiskalnice, 3-valjne upogibne stiskalnice, za izmetala, tlačno litje, stroji za brizganje plastike itd.;
- železarstvo in valjarne: regulacija valjarniških valjev, regulacije segmentov, oscilacije kokil, ekstruzijske in vlečne stiskalnice, leteče škarje, livni vozički in livne naprave, naprave za formanje;
- mobilna tehnika in dvigala: avtodvigala, kontejnerski žerjavi, pristaniški žerjavi, tekoči trakovi;

- odrska in gledališka tehnika;
- papirna in lesna industrija;
- preizkuševalne in laboratorijske naprave itd.

#### ■ Zaključek

Skobeljni stroj SUPERTRAM je z uporabo hidravličnih servoosi in z digitalnim večosnim regulatorjem gibanja MAC-8 uspešno nadomestil elektromotorne servoosi. Izkazalo se je, da je lahko servohidravlika, ne le samo tehnično enakovredna elektromotornim servopogonom, ampak da je lahko tudi cenovno konkurenčna. Stroj SUPERTRAM je namreč potreboval hidravliko in hidravlični agregat za pritiskanje vlečnih valjev na površino, zato ni bil potreben dodaten hidravlični agregat za servoosi. Hidravlika je bila neizogibno potrebna za pritiskanje skobeljnih valjev na drugi in tretji delovni postaji. Z uporabo hidravlične servoosi na teh delovnih postajah smo se izognili kombinaciji elektromotorne servopogona in proporcionalne hidravlike za regulacijo tlaka. Prihranili smo na številu hidravličnih komponent, saj smo samo z enim proporcionalnim ventilom regulirali pozicijo in silo na površino. Na prvi delovni postaji pa se je z uporabo 10 hidravličnih servoosi prihranilo tudi pri enostavnejši konstrukciji in masi gibajočih se delov, in s tem na potrebni moči in energiji. Kompletna regulacija je bila izvedena samo z enim MAC-8, zato niso bili potrebni dodatni regulatorji za elektromehan-

ske osi. Prihranek se je pokazal tudi pri prvem zagonu stroja, saj je bil za izdelavo programske opreme (krmilnega programa) in za parametrisiranje regulatorjev vseh servoosi potreben samo en programer.

#### Literatura

- [1] RE 30156/04.05: Digital multi-axis NC control; Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main; kataloški list.
- [2] RE 29 069/02.03: 4/3 and 4/4 high response directional control valves, direct operated, with electrical position feedback Type 4WRSEH; Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main; kataloški list.
- [3] RE 17039/09.05: Hydraulic cylinders Tie rod design; Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main; kataloški list.
- [4] RD 09373/10.99, HYVOS 6.0 – Simulationssoftware fuer ventilgesteuerte Zylinderantriebe; Mannesmann Rexroth AG; D-97813 Lohr am Main; kataloški list.
- [5] [http://www.boschrexroth.com/business\\_units/bri/en/products/p\\_specials/i\\_mac-8/index.jsp](http://www.boschrexroth.com/business_units/bri/en/products/p_specials/i_mac-8/index.jsp) - Informacije o MAC-8.
- [6] <http://www.boschrexroth.com/Rexroth-IHD/> – proizvodi Bosch Rexroth, katalogi.

### A wood-machining centre with thirteen hydraulic servo axes

**Abstract:** The SUPERTRAM wood-machining centre is designed for forming wooden beams of various sizes up to a speed of 4 m/s. The machine, which has been made for a French customer, forms the tree trunk in its natural pointed form (from the treetop to the roots), following the curve of the trunk. The machine copies the macro-shape of the cut trunk, and on demand also adds micro-forms (if a rustic look is required).

All the required feed motions on the machine are carried out using 13 hydraulic servo axes, arranged in three working units. Some servo axes are used to control the position of the milling cutter, while some additional axes enable the necessary press force to the surface structure. For the control of the hydraulic cylinders, proportional valves with LVDT and integrated electronics from the company Bosch-Rexroth were used. The control of the proportional valves is carried out with a digital multi-axis NC-controller ("Multi Axis Control MAC-8"), and the communication with a supervisory controller from Profibus-DP. The machine was designed and produced by the company Ledinek Engeneering. The entire hydraulic system and the necessary MAC-8 software were designed, supplied and assembled by the company LA&CO.

**Keywords:** Wood-machining centre, electro-hydraulic, positioning servo axis,

## Wise Technologies v razvoju fuzijskega reaktorja

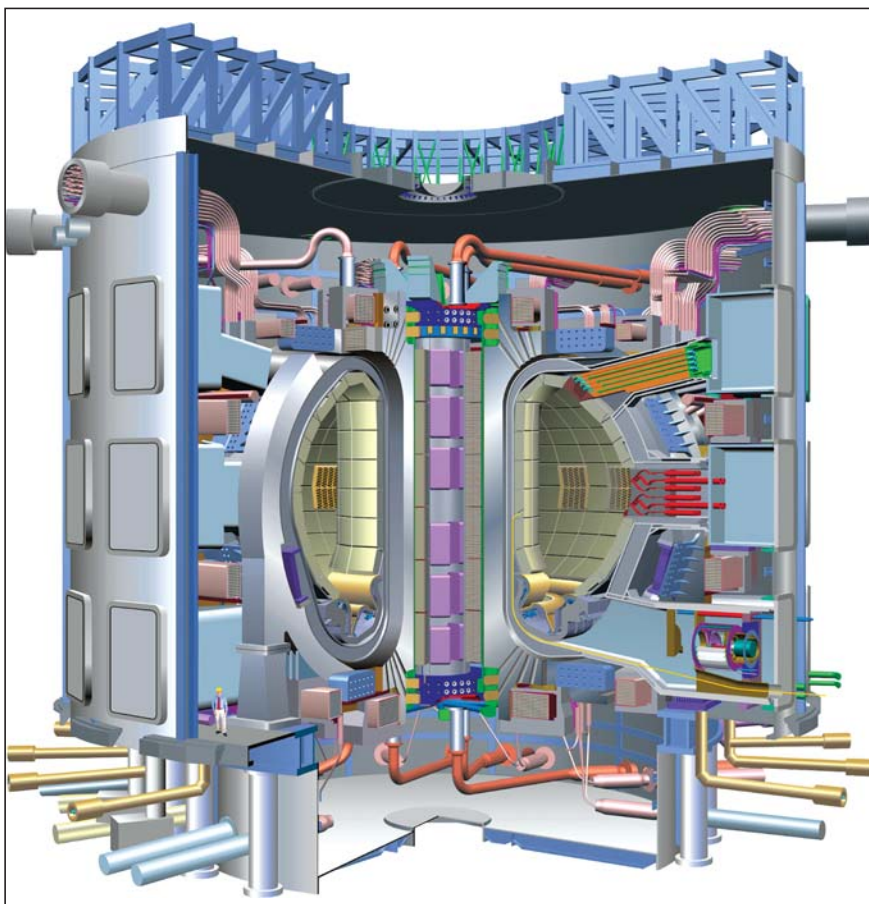
Konec prejšnjega leta se je **slovensko podjetje Wise Technologies, d. o. o.**, pridružilo množici svetovnih podjetij, ki gradijo prvi »uporaben« fuzijski reaktor. Skupaj s podjetjem National Instruments (s sedežem v ZDA in zastopstvom v Celju) so naredili povezave z vodilnimi inštitucijami na področju razvoja in gradnje **plazemskih reaktorjev – Tokamak** (na *sliki*).

v južni Franciji, poleg znanstvenega centra Cadarache, ki že sedaj gosti 5000 znanstvenikov, ki razvijajo različne aspekte fuzijskih in fisijskih reakcij (reaktorji, gorivo za nuklearne podmornice, zaščita in podobno). Največji izziv pri razvoju reaktorja je vzdrževanje krožnega toka plazme v jedru za daljši čas – zahtevna naloga, če vemo, da dosegajo temperature

Nujno je, da se samo vzdrževanje reaktorja opravlja brez direktnega posega ljudi, saj je jedro reaktorja visoko radioaktivno. Za to so razvili specialni roboti, ki znajo avtonomno menjati obrabljene dele reaktorja.

Wise Technologies je že navezal stike z velikimi evropskimi partnerji na področju analize dobljenih signalov iz senzorjev, nameščenih okrog reaktorja. Poleg samega reaktorja sistem vključuje še celo vrsto »satelitskih« postrojenj, kjer je še veliko priložnosti za razvoj in sodelovanje. V podjetju so ustanovili tudi posebno raziskovalno skupino – Laboratorij za umetni vid, ki se bo kot raziskovalna inštitucija udeležila tega in podobnih evropskih projektov.

Vir: WISE Technologies, d. o. o., Jarška cesta 10 a, 1000 Ljubljana, tel.: 01 541 41 30, fax: 01 541 41 32, e-mail: [info@wise-t.com](mailto:info@wise-t.com), internet: [www.wise-t.com](http://www.wise-t.com), g. Mihovil Šantič



Tokamak ITER reaktorja: v prstanu (v sredini) je stalen pretok plazme, kjer se dogaja fuzija, ki proizvaja višek energije

Wise Technologies in National Instruments bosta sodelovala pri različnih vrstah oddaljene kontrole (avtomatizacija) in pri zajemu/analizi podatkov iz različnih senzorjev (teh je na reaktorju več tisoč). Presenetila je skoraj nična udeležba drugih slovenskih podjetij na tem večmilijardnem projektu – v evrih, seveda. Projekt ITER (tako imenujejo celotno zadevo) financirajo Evropska unija, Japonska, Kitajska, Indija, Južna Koreja, Rusija in ZDA. Postavitev razvojnih laboratorijev in samega reaktorja bo

višje ravni, kot so na površini Sonca. Za to je bila potrebna vrsta novih tehnologij za razvoj trpežnih materialov, ki obkrožajo plazmo, in tudi za razvoj različnih tehnik za postopno višanje in kontrolo temperature v plazemskem toku. Seveda so tudi superprevodni magneti, ki vzdržujejo plazmo, »čudo tehnike« za sebe. Istočasno je potrebno zagotoviti zaščito celega reaktorja pred možnostjo »curljanja« radioaktivnega tricijuma iz plazemskega toka.

**WT**  
Wise Technologies  
AVTOMATIZACIJA IN OPTIČNA KONTROLA

**IRT** 3000  
inovacijerazvojtehnologije  
[www.irt3000.si](http://www.irt3000.si)

**VENTIL**  
REVIVA 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](mailto:ventil@fs.uni-lj.si)

## Fluidnotehnična forenzika

Avtor vsebine tega prispevka (glej vir) je lastnik laboratorija za raziskovanje motenj, okvar in zanesljivosti delovanja strojev in naprav. Še posebej se ukvarja z odpovedmi hidravličnih naprav.

Pri statistični obravnavi odpovedi se je znašlo kar 20 primerov, ko je v napravo zašel pesek in povzročil resne poškodbe sestavnih delov. Primeri so iz različnih vej industrije, vključno z livarno jekla, živilsko industrijo, valjarno jekla, rafinerijo nafte, izdelovalcem motorjev za tovorna vozila, viličarjem, vlačilnikom peska, izdelovalcem orodja in izdelovalcem koles.

Pri analizi usedlin iz filtrov se je skoraj vedno pokazalo, da gre poleg peska še za druge delce nečistoč, kot so: glina, prah, steklo, delci barve in kovinski obrabni delci sestavin. Pesek je trši od jekla in le nekaj njegovih delcev lahko povzroči resne poškodbe na ventilih, ležajih in drugih delih hidravličnih sestavin. Včasih se ostanki najdejo v vzorcih hidravlične tekočine, največkrat pa je tekočina videti popolnoma čista, saj so delci, ki so povzročili poškodbe, večinoma že izločeni s filtrom. Zato je od poročevalca poškodbe smotno zahtevati tudi filter, ki je bil ob poškodbi vgrajen v napravo, saj je tam največkrat evidenten tudi vir poškodbe.

Če pride do hitre zamašitve filtra, je največkrat vzrok zunanje onesnaženje. Če je za pregled na voljo tudi poškodovana črpalka, to lahko pomembno poveča zanesljivost identifikacije vzroka problema.

Ena od strank je bila izdelovalec valjanih jeklenih izdelkov. V postroju so uporabljali tekočine na osnovi fosfornege estra. Doživljali so ponavljajoče se odpovedi. Ob podobnem primeru v preteklem letu je eden od tehnologov shranil majhen del iz bron, ki je bil obložen s črno lepljivo prevleko. Menil je, da je lahko trenutni problem podoben, zato je del poslal na analizo. Pri tem so ugotovili, da je lepljiva prevleka v resnici razgrajeni fosforni ester, pomešan z znatno količino silikona, kalcija in drugih zunanjih primesi. Filter takrat ni bil vgrajen. So pa zbrali določeno količino prahu s stroja, katerega analiza je pokazala, da gre za podobne elemente, kot so bili najdeni v lepljivi prevleki. Lastniki postroja so opozorjeni, da analiza kaže na to, da je prah lahko povezan z lepljivo prevleko na bronastem delu.

Čez kakšen mesec sta na analizo prispela še dva poškodovana bata. Podobno kot predhodni bronasti del sta bila bata prevlečena s črno lepljivo plastjo. Po obdelavi s topilom so bili presenečeni nad tem, da je površina

ostala prevlečena z množico majhnih belih kristalčkov. Mikroskopski pregled je pokazal, da gre za drobce peska, zarinjenega v površino ventilov. Med temi so bili tudi obrabni jekleni in bronasti delci. Sistem je bil dobesedno obrušen s peskom in drugimi delci nečistoče. Stranka je bila obveščena, da v napravo verjetno prodirajo pesek in druge nečistoče in da je nujno ugotoviti mesto vdora. Z ostanki fosfornege estra prevlečeni delci so bili torej posledica in ne vzrok poškodbe črpalk. Uspeli so ugotoviti mesto vdora peska v napravo in tako priti do rešitve problema.

Neverjeten konec zadeve je sledil že mesec pozneje, ko sta bila na analizo poslana dva filtra, ki naj bi bila potrdila rešitev problema. Analiza filtrov je pokazala popolno odsotnost peska in drugih nečistoč. Problem je bil rešen. To je še posebej potrdilo naknadno najdeno eno leto staro poročilo drugega referenčnega laboratorija z ugotovitvijo, da so v vzorcu pregledane hidravlične tekočine našli pesek. Očitno tehnološko osebje ob valjalnem postroju poročila takrat ni upoštevalo. Če bi ga, bi verjetno lahko preprečili pogosto se ponavljajoče okvare na postroju.

**Vir:** Johnston, R.: *The case of no day at the beach (Fluid Forensics) – Hydraulics & Pneumatics 60(2007)11 – str. 22*

A. Stušek

## Dodatki proti ustvarjanju lepljivih usedlin v hidravličnih napravah

Ustvarjanje lepljivih usedlin v hidravličnih ventilih s časom lahko povzroča povečanje trenja ali celo prekinitve normalnega delovanja. Pojav je še posebej neprijeten pri servo- in proporcionalnih ventilih, pri katerih zelo hitro pride do nenormalnega delovanja, zatikanja in poškodb. Zatikanje ventilov v hidravlični napravi neposredno učinkuje na enakomernost hidravličnih tokov

in natančnost krmiljenja tlakov, to pa povzroča splošno zmanjšanje učinkovitosti in povečanje stroškov vzdrževanja.

Uveljavljena mednarodna firma *Lubrizol Corp* iz Wickliffa, Ohio, ZDA, zato ponuja poseben aditiv *Lubrizol 6776*, ki zagotavlja odlično odpornost hidravličnih tekočin proti ustvarjanju lepljivih usedlin. Na voljo je v okviru

njihovega programa *Lubrizol's Clean Technology*.

Na trgu hidravličnih naprav se je oblikoval trend povečane izhodne moči ob sočasni uporabi manjših rezervoarjev. Posledica tega so povečane obratovalne temperature hidravličnih tekočin, z njimi pa tudi povečano tveganje njihove hitrejše oksidacije in toplotne degradacije aditivov.



Slednje pa lahko poveča nenačrtovane zastoje v delovanju naprav in povečane stroške vzdrževanja oz. splošno zmanjšanje dobičkonosnosti ustreznih strojev – postrojev.

Ustrezen novi komplet aditivov *Lubrizol's Clea Technology* zato hidravličnim tekočinam zagotavlja:

- podaljšano odpornost proti oksidaciji, ki povečuje trajnost in preprečuje stvarjanje lepljivih usedlin,
- visoko temperaturno stabilnost in s tem zmanjšano stvarjanje lepljivih usedlin,

- visoko demulgacijsko sposobnost in s tem hitro ločevanje vode,
- izvrstno protiobrabno odpornost sestavin sistema,
- visoko protikorozijsko odpornost, ki podaljšuje trajnost sestavin ter
- odlično filtrirnost, tudi ob prisotnosti vode.

*Lubrizol 6776* je posebno primeren za temperaturno nadpovprečno obremenjene naprave, kot so mobilni delovni stroji, stroji za predelavo plastičnih mas, metalurški stroji in postroji ipd. Seveda je primeren tudi

za opremo, pri kateri lastniki želijo podaljšanje trajnosti uporabljene hidravlične tekočine in sestavin, kot so: črpalke, ventili, filtri itd.

Več informacij o *Lubrizol's Clean Technology* dobite v brošuri *Lubrizol 6776* in preko e-pošte: [industrial@lubrizol.com](mailto:industrial@lubrizol.com)

Po H & P 60(2007)11 – str. 20  
pripravil A. Stušek



# Hypex

## 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 indukcijski 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)

**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)

## Servopogoni družine IndraDrive

Vodilno podjetje na področju servopogonov in servomotorjev **Bosch Rexroth AG** se predstavlja z no-vim izboljšanim servopogonom IndraDrive, ki je zamenjava starejšega modela EcoDrive.

Prednosti, ki odlikujejo servopogone IndraDrive pred konkurenco, so naslednje:

### SAFETY ON BOARD

- **Safety on Board**, skladen s standardom EN-954-1, kategorija 3, ki omogoča varno delovanje in varno zaustavitev,
- široko območje delovanja, od 1 kW do 160 kW,
- standardni komunikacijski vmesniki,
- integriran **Motion Logic**, skladen s standardom IEC 61131-3 (PLCo-pen),
- inteligentne tehnološke funkcije,
- visoka dinamika in natančnost,

- vsestranska funkcionalnost,
- programski paket IndraWorks.

### Osnovne lastnosti

Servopogoni IndraDrive se delijo v dve skupini:

- IndraDrive C – **kompaktni** regulatorji z integriranim inverterjem in napajalno enoto so idealna rešitev za enoosne aplikacije.
- IndraDrive M – **modularni** inverterji so lahko v enoosni ali dvoosni izvedbi z zunanjo napajalno enoto.

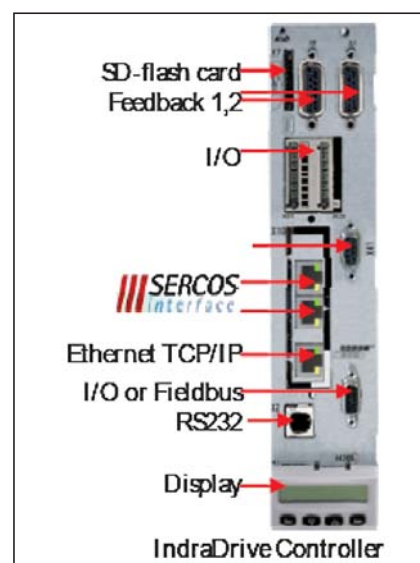
Kombinacija IndraDrive C in IndraDrive M predstavlja cenovno ugodno rešitev v večosnih aplikacijah, saj je IndraDrive C istočasno lahko tudi napajalna enota za IndraDrive M. Za doseg maksimalnega izkoristka energije se lahko uporabi napajalna enota z regeneracijo energije.

Safety on Board je varnostna tehnologija, ki zagotavlja varno delovanje naprave in njeno zaustavitev v primeru okvare ali nedovoljenih posegov. V primerjavi z običajnimi varnostnimi modeli pri tej tehnologiji ne potrebujemo več motorskih kontaktorjev in dodatnih kontrolnih naprav za kontrolo hitrosti, napajalne

napetosti itd. Reakcijski čas je krajši od 2 ms.

Komunikacija z višjenivojskimi kontrolnimi sistemi je mogoča preko standardnih vmesnikov:

- SERCOS,
- SERCOS III,
- PROFIBUS DP,
- PROFINet IO,
- CANopen,
- DeviceNet,



Kontrolna enota regulatorja IndraDrive

- analogni,
- paralelni,
- analogno-digitalni (open loop),
- ethernet TCP/IP.

Integrirane inteligentne tehnološke funkcije v kombinaciji z vgrajenim PLC Motion Logic tvorijo enostavno izvedbo aplikacij, kjer se zahteva sinhronizacija, servodelovanje ali pogon glavnega vretena.

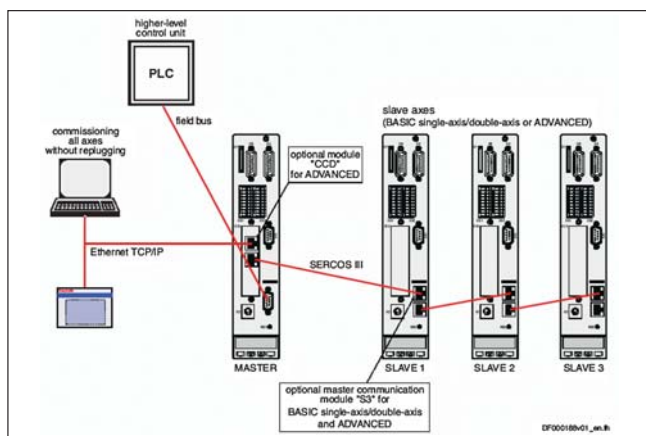
Vmesnik SERCOSIII (CCD – cross communication drives) je namenjen elektronskemu spajanju osi. CCD je še posebej primeren za aplikacije, kjer je potrebna regulacija več osi.

### Programski paket IndraWorks

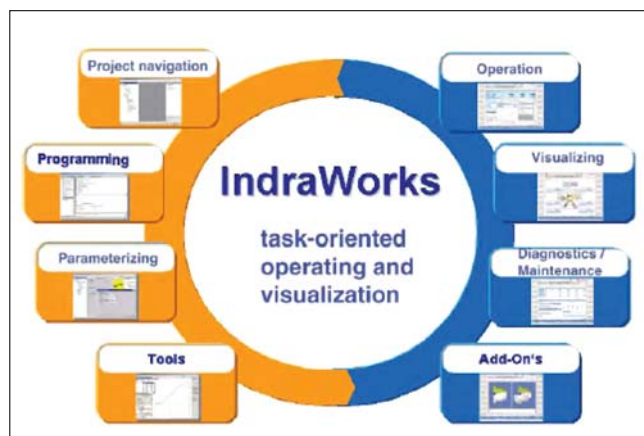
Programski paket IndraWorks omogoča hitro in enostavno parametrisiranje in diagnostiko.



IndraDrive sistemi



Principelna shema sistema z več osmi



Uporabniku prijazno programsko okolje IndraWorks

Program IndraLogic, ki je sestavni del programa IndraWorks, je namenjen programiranju vgrajenega PLC-ja in vizualizaciji na osebni računalnik. Programiranje je v skladu s standardom IEC 61131-3 in PLCopen, kar omogoča programiranje v naslednjih jezikih: IL, ST, FBD, LD,

SFC, CFC. S funkcijskimi bloki, kot so MoveAbsolute, MoveRelative, MoveVelocity in MoveAdditive, je programiranje pomikov motorja hitro in enostavno. Prej omenjeni funkcijski bloki in še veliko drugih sestavljajo osnovno knjižnico programa IndraLogic.

Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 51 17 344, faks: 04 51 17 357, e-mail: matjaz.solar@domel.si, internet: www.domel.com, g. Matjaž Šolar



# DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

zastopstvo in prodaja robotov Stäubli

DOMEL d.d. Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija  
T: +386 (0)4 51 17 355; F: +386 (0)4 51 17 357;  
E: info@domel.com; I: www.domel.com

Nudimo široko paleto robotov **STÄUBLI**, ki vam omogočajo:

- zanesljivost
- natančnost
- hitrost
- kompaktnost
- vsa instalacija in pogoni so v notranjosti robota, ni možnosti poškodb, večja gibljivost

## Servopogoni Mitsubishi MR-J3



Servoojačevalnik MR-J3 in motor 400 V/200 V

Servopogonom Mitsubishi MR-J3 so se pridružili novi modeli s 3-faznim 400-vatnim priklopom. S to dopolnitvijo pokriva serija MR-J3 velik razpon moči od 100 W do vključno 55 kW. Za posamezen servoojačevalnik so na voljo različni tipi motorjev glede na namen uporabe. Vsi 400-vatni motorji imajo deklarirano zaščito IP67, kar omogoča uporabo v zelo zahtevnih industrijskih okoljih. Serija MR-J3 se ponaša s funkcionalnostjo priključi & predvajaj (Plug & Play). Za lažje in hitrejše konfiguriranje in diagnostiko je na voljo programsko orodje MR Configurator, ki vključuje obsežno grafično strojno/mehansko analizo in simulacijo. Oblikovno se dopolnjuje z obstoječo serijo, prednost pa je predvsem v 40 % manjšem ohišju v primerjavi s serijo MR-J2, tako predstavlja eno najmanjših na tržišču. Serijo sestavljajo servoojačevalniki tipa A in B, pri čemer so izredno zanimivi ojačevalniki tipa B, ki omogočajo komunikacijo s PLK oziroma procesorjem gibanja preko namenskega vodila SSCNET III. Vodilo SSCNET III s periodo cikla samo 0,44 ms temelji na optiki in omogoča nemoten prenos podatkov do hitrosti 50 Mbit/s. Skupna lastnost vseh servopogonov serije MR-J3 je

absolutni enkoder visoke resolucije (18 bitov, 262.144 p/obr.), napreden sistem za izničenje mehanskih vibracij z visoko prilagodljivostjo



Servoojačevalnik MR-J3 z vmesnikom SSCNET III

mehanskim zahtevam, ki zagotavlja zmanjšanje pojave vibracije bremena in doseganje hitrosti do 6.000 obr./min. z visokim navorom.

Glede na zavidljiv nivo specifikacij so omenjeni servopogoni primerni za področja visoke tehnologije, kot so IT, polprevodniki in različne aplikacije pakiranja.

Izpostaviti je potrebno posebno izvedenko servoojačevalnika iz serije MR-J3, in sicer model MR-J3-T, ki je združljiv s področnim vodilom CC-Link in ima vgrajene funkcije pozicioniranja. Vgrajeni vmesnik CC-Link omogoča priključitev do 32 osi. Omenjeni servosistem je najbolj primeren za konfiguracije enostavnih sistemov pozicioniranja, kjer ni potrebe po sočasnem usklajenem gibanju dveh ali več osi (interpolacija). Na ta način se izognemo modulum za pozicioniranje (krmilnikom gibanja) in dosežemo cenovno in aplikativno ugodnejšo rešitev.

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](http://www.mitsubishi-automation.com)  
g. Tone Accetto

**01.-03.10.2008**  
Celje, Slovenija  
[WWW.INTRONIKA.SI](http://WWW.INTRONIKA.SI)

## Decentralizirani sistemi vakuumskih prijemal PIAB VGS™

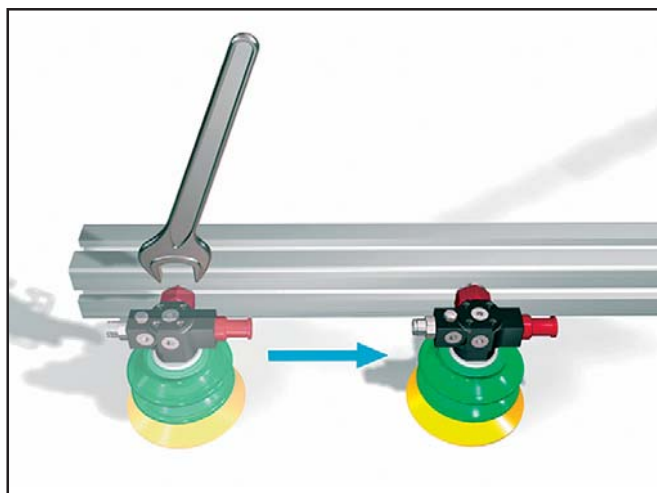
PIAB, svetovno vodilna firma na področju industrijske vakuumske tehnike, je objavila ponudbo novih serij vakuumskih prijemal VGS™. Ponuja tri družine različnih velikosti, ki uporabnikom zagotavljajo povečanje produktivnosti in zmanjšanje stroškov. S spreminjanjem vakuumskega toka omogočajo prilagajanje različnim potrebam strege ob sočasnem zmanjšanju porabe energije, hitrejšem odzivanju in povečani zanesljivosti. Primerna so za uporabo v različnih vejah industrije, na različnih mestih v proizvodnji, za opravljanje nalog, kot so dodajanje, paletiziranje, strega strojev za predelavo plastičnih mas ipd.



Nova vakuumska prijemala sistema VGS™ treh različnih velikosti

Vsaka družina ima integriran ustrezen vakuumski ejektor COAX®, ki zagotavlja precizno krmiljenje moči vakuuma ob najboljšem izkoriščanju energije in povečanju hitrosti delovanja, kadar je to potrebno. Vakuumski tok je odvisen od dimenzije ejektorja. Serije VGS™ omogočajo tudi delovanje s sesalnimi prijemali DURAFLEX® različnih velikosti, ki zagotavljajo močnejše in zanesljivejše tesnjenje za strego – ravnanje s plastičnimi vrečkami in kartonskimi škatlami.

Serije VGS™ se lahko uporabijo na vsakem mestu izdelovalnega procesa za povečanje njegove učinkovitosti. VGS™ 2010 je idealen za ravnanje z majhnimi obdelovanci iz neporoznega materiala. Za učinkovito ravnanje s škatlami je primeren VGS™ 3010, ki omogoča prilagodljive konstrukcijske rešitve brez zahtev po večkratnosti



Fleksibilna montaža prijemala sistema VGS™

končnih efektorjev (več enotah VGS™ prijemal). To omogoča enostavno in hitro zamenjavo prijemal različnih oblik in velikosti, npr. za različne plastične izdelke pri strojih za njihovo izdelavo.

Za uporabo, kot je strega – ravnanje s težjimi kartonskimi škatlami in vrečkami, je primeren VGS™ 5010, ki zagotavlja največji vakuumski tok in se lahko vgrajuje neposredno na sesalna prijemala pri decentraliziranih namestitvah. Tudi pri delno poroznih materialih je VGS™ 5010 sposoben kompenzirati izgube zaradi netesnosti, kar je lahko pomembno pri ravnanju s kartonskimi škatlami. Na splošno VGS™ 5010 zagotavlja pomembno večje hitrosti strege kot tradicionalne izvedbe podobnih strežnih naprav s centraliziranim vakuumskim sistemom.

### Firma PIAB je

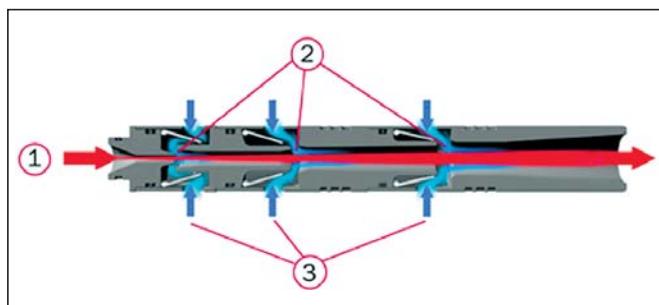
bila ustanovljena leta 1951. Njen cilj je bilo iskanje inovativnih rešitev za povečanje produktivnosti v okoljih z uporabo vakuumske tehnike v svetovnih

razmerjih. Izdeluje in dobavlja kompletne družine vakuumskih črpalk, vakuumskih transporterjev in vakuumskih prijemal za avtomatizirane strežne naprave in izdelovalne procese v različnih vejah industrije.

Z uporabo sistema vakuumskih ejektorjev

COAX® pa PIAB predstavlja naslednjo stopnjo razvoja vakuumske tehnologije glede na poznane originalne sestavine in rešitve naprav. V primerjavi z generiranjem vakuuma s pomočjo stisnjenega zraka ima COAX® povsem novo, naprednejšo tehnologijo.

Vakuumski ejektorji COAX® (glej sliko) so manjši, učinkovitejši in zanesljivejši od konvencionalnih izvedb ejektorjev in se lahko neposredno integrirajo v ustrezne strežne naprave, kar omogoča njihovo prilagodljivo in modularno snovanje.



Vakuumski ejektorji COAX®: 1. dovod stisnjenega zraka, 2. šobe za ustvarjanje podtlaka, 3. odsesavanje zraka iz okolice (vakuumskih prijemal)

Vir: INOTEH, d. o. o., Ruška cesta 34, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: (0)2 6730135, fax: (0)2 6652081, mk@inotech.si, www.inotech.si

## IDEC – integrirani digitalni elektronski krmilni sistem batnih črpalk Parker s spremenljivo iztisinno

Podjetje Parker Hannifin je v letu 2006 predstavilo novo izvedbo 75 cm<sup>3</sup> batne črpalke s spremenljivo iztisinno serije P1/PD z integriranim digitalnim elektronskim krmiljem IDEC (Integrated Digital Electronic Control), ki uporabnikom omogoča edinstveno krmiljenje funkcij črpalke v realnem času.

Uporabniki črpalke P1-075 IDEC lahko s pomočjo programske opreme, ki deluje na podlagi Windows™, proporcionalno krmilijo njeno iztisinno in tlak, elektronsko omejijo moment na gredi, preprečijo blokado pogona, nastavijo konstantni tok in tako optimirajo delovanje črpalke v različnih delovnih pogojih.

IDEC je popolnoma integriran v črpalko. Poleg kabla za elektronsko krmiljenje toka in tlaka ni nobenih drugih dodatnih zunanjih žic ali hidravličnih vodov. Merilniki tlaka, vrtilne hitrosti, temperature in iztisinne so vgrajeni v črpalko in tovarniško kalibrirani. Merilniki skupaj s programsko opremo omogočajo doseči optimalno karakteristiko črpalke tudi v pogojih spremenljive pogonske hitrosti, temperature, viskoznosti in spremenljive obremenitve,

ki so v aplikacijah tovrstnih črpalk dokaj običajni. Izhodni signali merilnikov nudijo napredno možnost sprotnega in zanesljivega nadzora ter diagnoze sistema na centralnem krmilju stroja, to pa lahko pomeni tudi daljšo življenjsko dobo in zmanjšanje števila vzdrževalnih posegov na črpalki ter drugih sestavinah sistema.

### Znatni prihranki

Ob bistveno višji delovni učinkovitosti lahko z uporabo črpalk P1/PD-IDEC zmanjšamo število proporcionalnih ventilov v sistemu, saj v tem primeru enostavno izkoristimo zmožnosti proporcionalnega krmiljenja same črpalke. Poleg tega lahko med samim delovanjem elektronsko spreminjamo način krmiljenja črpalke, s čimer lahko krmilje iste črpalke glede na potrebe sistema v določenem trenutku deluje kot load-sensing, tlačno kompenzirano ali močnostno regulirano. S tem nam je na razpolago zelo prilagodljivo krmiljenje, kot če bi kombinirali tri različne črpalke.

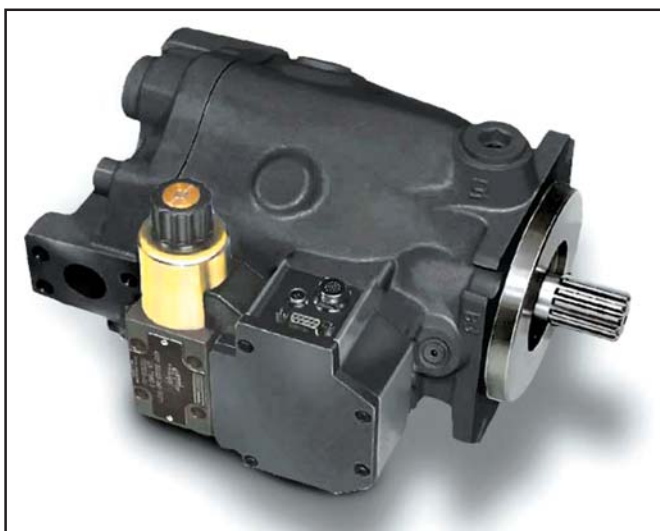
Parker poudarja, da lahko sistem IDEC ustvarja znatne prihranke v konstruiranju, proizvodnji in delovanju industrijske in mobilne opreme, ki uporablja nove črpalke P1/PD-IDEC. V enem izmed primerov so bili ocenjeni prihranki proizvajalca gradbene mehanizacije 83.000 USD zaradi prihrankov v času konstruiranja določenega nakladalnika, 1.000 USD na izdelek zaradi nižjih stroškov vgradnje črpalke in pripadajočega hidravličnega krmilja ter

100 USD na hladilnem sistemu vsakega izdelka, saj se zaradi višje učinkovitosti črpalke P1-075-IDEC generira tudi manj toplote.

Uporabniki tega nakladalnika lahko sedaj letno prihranijo do 2.000 USD zaradi nižjih stroškov goriva, kar je možno zaradi odpravljenih tlačnih izgub pri load-sensing krmilju, ter dodatnih 1.000 USD zaradi nižjih stroškov vzdrževanja, saj naj bi merilna oprema v sami črpalki odpravila najmanj en servisno-diagnostični poseg letno.

V drugem primeru lahko proizvajalec strojev za brizganje plastike ravno tako v času konstruiranja prihrani do 83.000 USD in do 60 USD na stroj zaradi nižjih stroškov zagona. Uporabniki takšnega stroja lahko prihranijo do 800 USD letno z uporabo proporcionalnih lastnosti črpalke, ki nadomešča proporcionalno hidravlično krmilje, do 1.600 USD letno z load-sensing krmiljenjem črpalke, ki nadomesti druge load-sensing sestavine, ter do 1.000 USD letno zaradi nižjih stroškov servisno-diagnostičnih posegov.

Tovrstni prihranki so bili ugotovljeni ob uvajanju črpalk, opremljenih z IDEC pri kupcih, ki so sodelovali pri samem razvoju. 83.000 USD predstavlja mesečni strošek inženirskega razvojnega dela, ki je bil do sedaj namenjen reševanju problemov stabilnosti load-sensing sistema v določenem stroju – temu se lahko sedaj s črpalkami IDEC izognemo. Poleg tega so uporabniki ugotovili, da so črpalke IDEC v povprečju za 10 % bolj učinkovite, kar pomeni približno 2.000 USD prihrankov na gorivu ob tipični uporabi na mobilnih strojih. Ker črpalka s svojimi proporcionalnimi zmožnostmi nadomesti tudi marsikateri ventil, lahko v povprečju pričakujemo približno 1.000 USD prihranka na sestavinah hidravličnega sistema.



## Aksialne batne črpalke s spremenljivo iztisinino

Parkerjeve aksialne batne črpalke s spremenljivo iztisinino serije P1 (mobilna hidravlika) in PD (industrijska hidravlika) so namenjene uporabi v odprtih tokokrogih. Omogočajo tlak do 280 bar, so kompaktne, tihe in učinkovite ter primerne za uporabo v najbolj zahtevnih aplikacijah industrijske in mobilne hidravlike. Sistem IDEC se širi tudi na črpalke Parker drugih modelov.

Parkerjeva divizija Hydraulic Pump Division (HPD) je bila oblikovana leta 2003, ko je Parker Hannifin razširil svoje področje aksialnih batnih črpal s prevzemom podjetja Denison Hydraulics. Je vodilni svetovni proizvajalec hidravličnih sestavin in sistemov za gradbeno mehanizacijo, rudarstvo, papirno industrijo, opremo za kemijsko in procesno industrijo, ladjedelništvo, vojaško in industrijsko opremo, kot so obdelovalni stroji, stroji za brizganje plastike, livarski stroji in preše.

Nadaljnje informacije so na voljo v podjetju Kladivar Žiri, d. d., ki je uradni distributer hidravlike podjetja Parker na slovenskem tržišču. Kontakt: Aleš Bizjak, ales.bizjak@kladivar.si, tel. 04/5159-209.

*Iz revije Parker Hydraulics Unlimited, oktober 2006, št. 7, povzel Aleš Bizjak, Kladivar Žiri, d. d.*



Zveza strojnih inženirjev Slovenije

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA FLUIDNO TEHNIKO

Gregorčičeva ulica 29a / 2000 Maribor / Tel. 02/234 85 57 / marjana@nevija.si



Maribor, februar 2008

Spoštovane članice in člani SDFT ter prijatelji fluidne tehnike,

po sklepu zbora članov Slovenskega društva za fluidno tehniko, ki je bil 21. septembra 2007, je tudi uradno spremenjen sedež društva.

*Novi sedež je na naslovu:*

**SDFT**

**Gregorčičeva ulica 29 a  
2000 MARIBOR**

**e-mail: marjana@nevija.si  
tel.: 02 / 234 85 57  
faks 02 / 234 85 51**

IO SDFT želi med drugimi aktivnostmi tudi objektivno preveriti dejansko članstvo in vsako leto okrepiti društvo z novimi člani, ljubitelji fluidne tehnike.

Revija VENTIL vsekakor aktivno prispeva k temu cilju. Plačana članarina prinese posebno ugodnost. Vsak član, ki plača članarino – za leto 2007 je 15 evrov – dobiva VENTIL vse leto (6 števil) brezplačno.

Zato tiste prejemnike revije VENTIL, ki še niso plačali članarine, vljudno prosimo, da to storijo do konca februarja 2008 na TR SDFT št.:

SI56 0201 0025 3746 728.

Za IO SDFT  
predsednik  
Dragan Grgić



## Nova sesalna prijemala PIAB

Pri *PIAB-u* so posebej za strego – ravnanje z vrečkami z občutljivo vsebino razvili povsem nova sesalna prijemala *BL40-4*. Njihov osnovni namen ni zamenjava obstoječih izvedb vakuumskih prijemal, am-



pak omogočanje ravnanja z občutljivimi vrečkami, za kar dosedanja prijemala niso bila najbolj primerena. Prijemala *BL40-4* so izdelana iz silikonskega materiala (glej sliko), imajo premer meha 30 mm in premer ustnic 40 mm. Notranje zareze na ustnicah omogočajo učinkovito delovno površino premera 40 mm namesto stare s premerom 30 mm. Sesalno prijemalo mora delovati stabilno, vendar tudi prilagodljivo. To je doseženo z bogatejšim mehkom, ob bolj širokih in tanjših ustnicah. *BL40-4* je konstrukcijsko oblikovano z večjim priključkom, ki omogoča visok začetni vakuumski tok, potreben pri stregi – ravnanju z občutljivimi vrečkami.

Prijemala *BL40-4* so primerna za ravnanje z vrečkami, ki so polnjene z:

- lomljivo vsebino, kot so keksi, čipsi,
- bonboni,
- tekočimi napitki ipd.

Seveda pa so nadvse primerna tudi za podobne farmacevtske, tehnične in druge izdelke.

Dodatne informacije in navodila za naročila dobite na naslovu:

Vir: *INOTEH, d. o. o., Ruška cesta 34, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: (0)2 6730134, fax: (0)2 6652081, mk@inoteh.si, www.inoteh.si*

## Ventili serije H

Ventilski otoki serije *H* so izredno prilagodljivi tako v pnevmatskem kot tudi v električnem smislu. Nudijo veliko možnosti za uporabo v različnih primerih avtomatizacije.



Kombinacija materialov, kjer so ventili iz polimerov, osnovna plošča pa iz aluminija, zagotavlja dovolj veliko trdnost in majhno maso sestavljenega otoka. Ventili se odlikujejo po majhnih zunanjih merah in velikih pretokih. Omogočajo tudi sestavljanje otoka z ventili, ki imajo različne pretoke.

Vir: *KOVIMEX, d. o. o., Podskrajnik 60, 1380 Cerknica, tel.: 01 70 96 430, faks: 01 70 51 930, internet: www.kovimex.si, e-mail: kovimex@kovimex.si*

## Novo Rexrothovo elektronsko tlačno stikalo PE5

Rexroth predstavlja novo kompaktno elektronsko tlačno in vakuumsko stikalo *PE5*. Stikalo *PE5* je zahvaljujoč trem ergonomsko razporejenim tipkam zelo prijazno za uporabnika in ima veliko variant za priključitev zraka. Velik LCD-zaslon omogoča branje tudi z večje razdalje. Ohišje stikala je narejeno iz plastike in ustreza zaščitnemu razredu *IP65*. *PE5* se lahko uporablja tudi v avtomobilski industriji.

Rexrothovo elektronsko tlačno in vakuumsko stikalo *PE5* je dobavljivo v dveh različicah: z dvema digitalnima izhodoma ali z enim digitalnim in enim analognim izhodom. Digitalni vklopni izhod ima možnost preklopa *PNP* ali *NPN*. Njegov analogni signal lahko preklopi med napetostjo (0–10 V) in električnim tokom (4–20 mA). Tlačno elektronsko stikalo *PE5* je namenjeno za merjenje relativnega tlaka preko tlačno odpornega tlačnega senzorja in ima tlačno merilo od –1 do 10 bar. Tlak na osvetljenem LCD-ju je prikazan z 11 mm velikimi znaki.

S kompaktnimi zunanjsimi merami 35 x 64 x 33 mm je stikalo *PE5* lahko pritrjeno s prilagojenim nosilcem ali na *DIN*-tračnico. Stikalo *PE5* je lahko dodatno kombinirano z Rexrothovo serijo pripravnih grup *AS* ali *NL*.



Privijači se z dvovijačnikom. Glede na verzijo tlačnega stikala je lahko dovod zraka s hitrim priključkom  $\varnothing 4$  mm ali z notranjim navojem *G1/4"* na spodnjem delu ohišja.

Mogoč je prikaz številnih funkcij – od spreminjanja tlaka do histereze. Prikaz na zaslonu se da hitro in enostavno aktivirati s tremi velikimi gumbi. Preden je nastavljen preklopni tlak, vidimo na zaslonu trenutni tlak v sistemu. Nastavljeni tlak je viden v spodnjem delu zaslona, preklopni izhodni signali pa v zgornjem.

Vir: *LA & Co., d. o. o., Limbuška cesta 42, 2000 Maribor, tel.: 02 42 92 660, faks: 02 42 05 550, e-mail: info@la-co.si, www.la-co.si, g. Gregor Topler*

## Tiskanje etiket pri nizkih temperaturah

Pri izpisovanju etiket v industrijskem okolju se pogosto soočamo z zahtevnimi vplivi okolja, kot so temperaturne razlike, voda, prah in druga umazanija. Da bi v takšnih razmerah nemoteno tiskali etikete, moramo za izpisovanje uporabiti industrijske termične tiskalnike Zebra. Ti so zaradi svojega robustnega ohišja, kakovostne izdelave in trpežne tiskalne glave sposobni nemoteno delovati tudi v najzahtevnejših pogojih. Z njimi lahko hitro izpisujemo zelo veliko število etiket v ritmu 24/7.

Zebra je za tiskanje etiket pri nizkih temperaturah (včasih celo pod ničlo ali v območju med 0 °C in +5 °C) pripravila zanimivo rešitev – industrijski tiskalnik z vgrajenim grelcem (glej sliko). Grelec je opcijski dodatek, ki ga je mogoče namestiti k termalni glavi tiskalnikov Zebra 110XiIIIPlus in Zebra 105SL. Oba modela sta sicer standardno namenjena za nemoteno tiskanje etiket pri najnižji temperaturi do +5 °C. Za uporabo pri nižjih temperaturah, npr. označevanje v hladilnicah, izpisovanje etiket ob dobavi blaga neposredno na prostem, označevanje

ob nakladalni rampi ali v skladišču na odprtem, distribuciji paketov in pošiljk ipd. pride industrijski tiskalnik z vgrajenim grelcem še kako prav. V mrazu je tiskanje etiket zaradi termalnega prenosa preko folije pogosto moteno, saj se odtis pri temperaturah, ki so nižje od +5 °C, pogosto ne pozna dovolj na etiketi, ki prileze iz tiskalnika. Rezultat so neberljivi podatki (deklaracija, logistična nalepka), vključno z obledelo črtno kodo, kar predstavlja veliko



motnjo v oskrbni verigi. Za kakovosten izpis nalepk pri nizkih temperaturah potrebujemo grelec, ki ne zagotavlja samo kakovostnega izpisa, ampak tudi podaljšuje življenjsko

dobo termalne glave. Sistem ukinja potrebo po nenehnem nastavljanju temperature odtisa.

Vklopljeni tiskalnik z grelcem ob termalni glavi sam (firmware) stalno preverja temperaturo in kadar je ta okoli ledišča, se na LCD-prikazovalniku izpiše napis »Warning Head Warming«, kar nam pove, da je tiskalnik pričel z ogrevanjem termalne glave. Ogrevanje traja približno tri minute in pol, odvisno od temperature okolja. Ko je termalna glava dovolj ogreta, napis izgine in tiskalnik je pripravljen na delo.

Zebrin grelec termalne glave tiskalnika zagotavlja nemoten izpis kakovostnih etiket tudi pri temperaturah okrog ledišča. Uporaba grelca ne izključuje možnosti uporabe drugih dodatkov za navedena industrijska termična tiskalnika.

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

## PSE550 – senzor za zaznavanje majhnih razlik tlaka

Zaradi potreb po zaznavanju majhnih tlačnih razlik je koncern SMC tržišču ponudil tlačni senzor PSE550. Odlikujejo ga njegove karakteristike

in kompaktna izvedba, kar je pri produktih koncerna SMC že ustaljena praksa. V kombinaciji s prikazovalnikom PSE300 z analognim izhodom

(4–20 mA DC/1-5VDC) je možen učinkovit nadzor stanja tlačnih razlik. Najbolj pogosti primeri uporabe so pri sistemih prezračevanja in pri filtraciji zraka, kjer sta iz razlike tlaka razvidna delovanje sistema in stopnja morebitne onesnaženosti filtra.

Območje delovanja – 0,5 ~ 0,5 bar.  
Zaznavanje razlike tlaka 0 ~ 0,02 bar.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, fax: 07 388 54 35, e-mail: [office@smc.si](mailto:office@smc.si), internet: [www.smc.si](http://www.smc.si)



# Varovanje naprav z razpočnimi membranami

Branko PAPLER

## 1 Uvod

Razpočne membrane (večkrat imenovane tudi razpočni diski) uvrščamo med varnostne naprave, ki varujejo sisteme pred porastom tlaka preko dimenzioniranega – dovoljenega – oz. pred previsokim vakuumom. Se samodejno aktivirajo (razpočijo) in niso odvisne od ostale regulacije sistema. V nasprotju z varnostnim ventilom, ki se po aktiviranju in padcu tlaka v sistemu, ki ga varuje, zapre, razpočna membrana ostane odprta in jo je potrebno pred ponovnim povišanjem tlaka v sistemu, glede na okolico, zamenjati z novo.

Razpočne membrane (diski) se uporabljajo: v plinski in naftni industriji, za varovanje tlačnih sistemov s komprimiranim zrakom ali vodno paro, pri tlačnih sistemih s tekočinami, v farmaciji, prehrabeni in kemični industriji, v avtomobilski industriji (air-bag), letalstvu (hidravlični krmilni sistemi), ladjedelništvu, rezervoarjih, silosih itd. Če na kratko povzamemo, lahko razpočne membrane uporabimo prav na vseh vrstah tlačnih in vakuumskih sistemov.

Razpočne membrane lahko uporabljamo tudi v sklopu z varnostnimi ventili. V tem primeru se sklop razpočne membrane vgradi pred varnostni ventil.

## 2 Izdelava, lastnosti

Vse razpočne membrane, ki jih ponujamo v **Hypexu, d. o. o.**, (proizvajal-

Branko Papler, inž. str., Hypex, d. o. o., Lesce

ca Continental Disc Corporation) so izdelane tako (izjema grafitni tip), da ob trganju membrane ne pride do drobljenja materiala, ki bi ga lahko skupaj z medijem odplaknilo do varnostnega ventila (v primeru skupne vgradnje) ali naprej po odvodni cevi. Poznamo dva načina raztrganja membran (diskov). Enostavno rečeno: v obliki »cveta«, kjer se material po odprtju obdrži na celotnem nosilnem obroču, ali v obliki »pokrova WC-školjke«, kjer se material na obroču obdrži samo na eni strani. Pri tem ves material membrane ostane skupaj (povezan).

Izdelava membrane zagotavlja, da po odprtju ne pride do oviranja pretoka medija preko dovoljene meje. Enako velja tudi v primeru kombinacije z varnostnim ventilom.

Vsak tip razpočne membrane ima točno določeno držalo (nosilec). Tako ne more priti do zamenjave membran pri vgradnji z drugim tipom ali drugim proizvajalcem. Vsako držalo je sestavljeno iz dveh delov, kjer ima spodnji del kljukasti nastavek (J-Hook), ki omogoča točno namestitev diska med prej določene tipe in dimenzije priključnih prirobnic. Med držala se vstavi razpočna membrana – za namestitev imamo na tablici v pomoč označeno smer pretoka. Za lažjo vstavitve v sistem celotnega sklopa je proizvajalec na samih držalnih izdelal manjša nosilca, ki se po sestavi sklopa pritrdira z vijaki, da je sklop trden.

### Prednosti razpočnih membran (diskov):

- po vgradnji držala (nosilca) se kasneje po potrebi menja samo razpočna membrana,
- potrebujejo manj prostora za vgradnjo,

- razpočne membrane lahko vgradimo v sistem na vse možne položaje, medtem ko so nekateri varnostni ventili primerni za vgradnjo samo v vertikalni legi,
- manjša poraba posebnih in dragih materialov kot pri ostalih varnostnih napravah (npr. varnostni ventil za zahtevne medije) in s tem nižja cena,
- ni prepuščanja na sedežu ventila – 100-odstotna tesnost,
- možnost pokrivanja nadtlaka in podtlaka z eno membrano,
- ni potrebe po periodičnem preskusu varnostne opreme – membrane, priporoča se samo občasni vizualni pregled (manj zaustavitvev in stroškov).

### Prednost kombinacije razpočne membrane (diska) in varnostnega ventila:

- 100-odstotna tesnost – ni prepuščanja na sedežu ventila,
- varnostni ventil v času neraztrgane membrane ni v neposrednem stiku z medijem, kar podaljša njegovo življenjsko dobo, manj je čiščenj in servisov, ki se običajno izvajajo skupaj s periodičnim preskusom varnostnega ventila (ker ni demontaže – če preskušate ventile na sistemu s preskusno napravo, čiščenja in revizije notranjih delov ventila, se izvede samo preskus, kar je bistveno cenejše),
- ker varnostni ventil ni v neposrednem v stiku z medijem, ne more priti do lepljenja pladnja ventila na sedež (nabiranje vodnega kamna pri vodi, strjevanje (kristalizacija) pri smolah, ... tako se zagotovi dodatna varnost za pravilno delovanje varnostnega ventila),
- v primeru vgradnje te kombinacije na sistem z agresivnim medijem se

lahko v nekaterih primerih uporabi varnostni ventil s cenejšim materialom ohišja (v primerih, ko material, uporabljen pri varnostnem ventilu, zdrži v stiku z medijem določen (omejen) čas – dokler se membrana ne zamenja). S tem ni potrebe po varnostnem ventilu iz boljših dražjih materialov, ki so dalj časa ali popolnoma odporni na delovni medij;

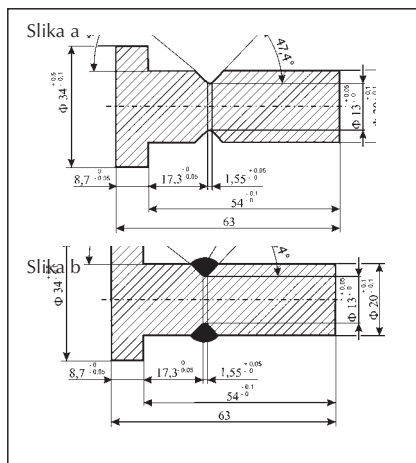
- če pride v sistemu do porasta tlaka preko dovoljenega, se membrana raztrga in varnostni ventil odpre, ko se tlak v sistemu zniža do vrednosti, kjer se varnostni ventil zapre, sistem zopet lahko nemoteno obratuje naprej in se membrana zamenja ob prvi planirani zaustavitvi. Takrat se očisti tudi notranjost varnostnega ventila.

**Pomanjkljivosti razpočne membrane (diska):**

- ko se membrana odpre, jo je potrebno pred nadaljnjim obratovanjem zamenjati (če ni v kombinaciji z varnostnim ventilom),
- razpočni membrani ni mogoče spreminjati tlaka nastavitve kot pri varnostnih in razbremenilnih ventilih.

**3 Izvedbe razpočnih membran in delovanje**

Ločimo **natezne** in **tlačne** razpočne membrane. Pri natezni deluje delovni tlak na membrano v smeri vbokline (slika 1). Ko tlak naraste preko dovoljene meje, se prične membrana napenjati, deformirati in počni, ko tlak doseže mejno vrednost.



Slika 1. Natezni tip razpočnih membran, a – sedež pod 30°, b – raven sedež



Slika 2. Tlačno delujoče razpočne membrane

Tlačno (povratno) delujoča razpočna membrana je v vpenjalu obrnjena tako, da delovni tlak medija deluje na izboklino (slika 2). Pri večanju tlaka se membrana deformira tako, da se material stlači ter zravnava in pri nadaljnem višanju tlaku membrana počni na zareзах, ki jih naredi rezilo.

Povratno delujoči tip membran ima v primerjavi z razteznim tipom nekaj

upravičenih prednosti, ki jih je treba upoštevati, ko se odločamo za nakup razpočne membrane (diska).

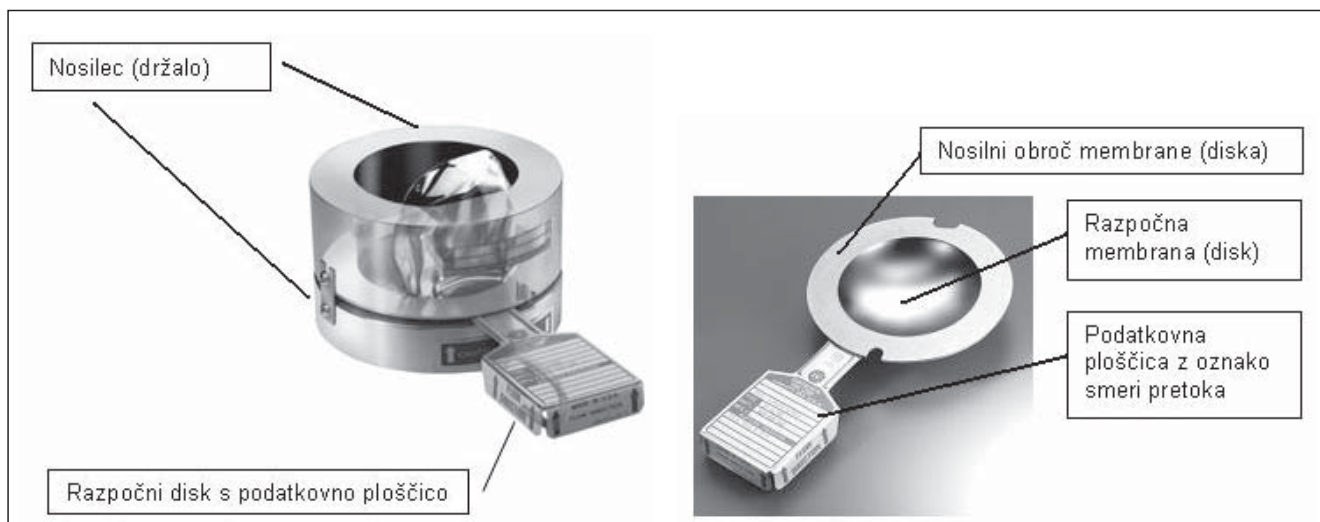
Te prednosti so:

- izhodiščno območje izdelave dovoljuje, da razpočna membrana obratuje do 90 % na tablico vtisnjene razpočnega tlaka,
- polne vakuumske zmožnosti brez potrebe po dodatnem podpornem členu,
- daljša obratovalna doba tako v cikličnih kot pulznih pogojih delovanja,
- diski so konstruirani iz debelejšega materiala, ki je zato bolj odporen na korozijo.

**4 Izbira razpočne membrane**

V mnogih primerih lahko najdemo tip za dano aplikacijo po naslednjih korakih:

1. Najprej napišete vse specifične podatke o vašem sistemu:
  - najvišji dopustni delavni tlak posode, kotla ... (MAWP): psig, barg, kg/cm<sup>2</sup> itd.;
  - najvišji delovni pogoji – tlak: psig, barg, kg/cm<sup>2</sup> itd.; temperatura: °F, °C;
  - pri katerih pogojih, tlaku in temperaturi naj bi membrana počila: tlak: psig, barg, kg/cm<sup>2</sup> itd.; temperatura: °F, °C;
  - delovni medij: tekočina ali plin ter naziv medija;
  - povratni tlak in/ali vakuumski pogoji;
  - dovod, pogoji obratovanja: statični,



Slika 3. Sestavni deli razpočne membrane

- ciklični ali pulzni; če je mogoče poznana frekvenca ciklov ali pulzov;
  - kodne/standardne zahteve: ASME odsek III ali VIII, BSI, ISO, TUV, JIS, DIN itd.;
  - primeren material razpočne membrane in držala – nosilca, da zadošči zahtevam glede korozije in/ali temperature aplikacije;
  - prirobitični tip priključka in klasifikacije napeljave, montaže;
  - druge posebne zahteve.
2. Izračun obratovalnega sistema in tlačnega razmerja, najvišji delovni tlak x 100, minimalni tlak, pri katerem se membrana lahko razpoči.
  3. Preizkusni izbor po tabeli proizvajalca (npr. Continental Disc Corporation), pri čemer se upora-

- bljajo sistemski podatki, povzeti v korakih 1 in 2.
4. V tehnični literaturi proizvajalca (npr. Continental Disc Corporation) se prepričajte, da boste izbrali tak tip in material membrane, ki se bo razpočila znotraj minimalnega in maksimalnega tlaka.
  5. Izberite med možnostmi, ki ustrezajo vašim zahtevam, in za membrano in držalo izberite dodatke, kot je npr. prevleka, premaz, obloga, J-Hook, za preobremenitev pretočnega ventila, za vakuumsko podporo itd.
  6. Za podrobnejše urejene informacije pregledajte specifično literaturo izdelkov ali se obrnite na dobavitelja.

**Tridimenzionalna tablica:**



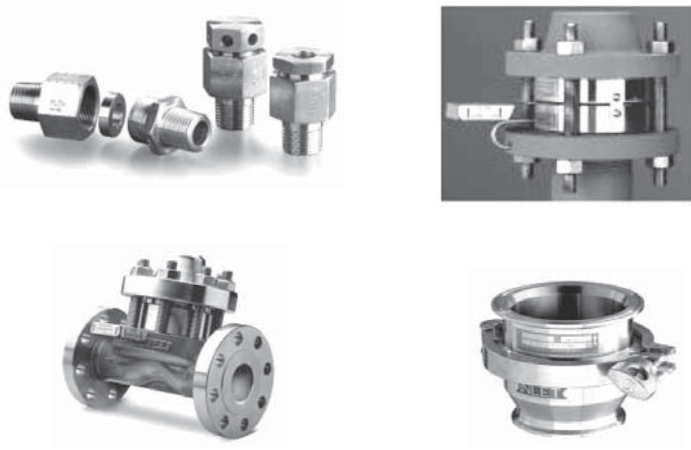
Je iz korozijsko odpornega nerjavčega jekla, ki omogoča vizualno kontrolo, da je razpočna membrana v sistemu pravilno obrnjena.

**5 Certifikati, delovanje, način dobave**

Vse razpočne membrane, ki jih svojim strankam dobavlja **Hypex, d. o. o.**, imajo za vgradnjo v Sloveniji in EU nameščeno potrebno oznako CE kot tudi poročilo o tlaku odpiranja (raztrganja). Glede na namen membrane se pred dobavo tudi določi, ali naj bo membrana pri proizvajalcu preskušena samo s plinskim medijem ali tudi s tekočino. Glede na to do-

**Tabela 1.** Izdelki iz programa Continental Disc Corporation – CDC

	<p><b>ULTRX® – razpočna membrana</b> z zarezi, povratno delujoča razpočna membrana tako za plinske kot za tekočinske sisteme</p> <p><b>LOTRX™ – razpočna membrana</b> z zarezi, za nizke tlake 1.5 psig (0,103 barg)</p>
	<p><b>B.D.I.® – ALARMNI SISTEM</b> ... indikator, ki takoj opozori, da je razpočna membrana počila; uporaba do 206 °C</p>
	<p><b>CAL-VAC®/POS-A-SET® – razpočna membrana</b> Prva industrijska razpočna membrana primerena za zelo nizek tlak, merjen v inčih vodnega stolpca.</p>
	<p><b>QUICK-CHANGE® HOLDER</b> ... – za hitro in enostavno zamenjavo</p>
	<p><b>SANITRX – razpočna membrana</b> deluje v nasprotni smeri. Izdelana je iz trde kovine s posebnim patentom, ki je konstruiran tako, da varuje pred previsokim tlakom v higienskem okolju.</p>

	<p><b>GRAFSET – razpočne membrane (diski)</b> so izdelane iz enega grafitnega kosa in impregnirane s fenolom. Grafitni diski so odporni na korozijo in na mnoge kemikalije.</p>
	<p>C.D.C. – <b>odvodne plošče</b> so oblikovane tako, da dopuščajo popolno in nenadno odpiranje. Na ta način zmanjšujejo konstrukcijske in mehanske poškodbe, ki bi lahko nastale ob eksploziji praha, plina ali drugih drobnih medijev.</p> <p><i>Posebnosti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- takojšnje odpiranje v dinamičnih ali statičnih pogojih tlaka,</li> <li>- oblikovane tako, da ne prihaja do drobitve,</li> <li>- kvadratne, pravokotne ali okrogle oblike,</li> <li>- zamenljive z že obstoječimi sredstvi,</li> <li>- združljive z alarmnim sistemom B.D.I.</li> </ul>
	<p>C.D.C. – <b>držala</b> so dobavljiva v različnih variantah in različnih tipih, tako da ustrezajo vašim potrebam. Na zadnjih straneh so v tabeli predstavljeni diski in navedena razpoložljiva držala. C.D.C vam ponuja široko paleto držal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vstavno,</li> <li>- z zapahom,</li> <li>- navojno,</li> <li>- zvezno (v enem sklopu),</li> <li>- Clean-sweep,</li> <li>- sanitarno,</li> <li>- za hitro menjavo.</li> </ul>

ločitev se ob membrani dobavijo ustrezna poročila.

Tako kot drugod je tudi v Sloveniji zakonsko dovoljena njihova uporaba tako pri samostojni vgradnji in v kombinaciji z varnostnimi ventili.

Ob prvi dobavi (prvi vgradnji) dobimo na en nosilec 3 ali 5 kosov razpočnih membran (odvisno od tipa). Če imate več podobnih sistemov in potrebujete tudi več držal, je možno dobaviti tudi manj kot tri membrane na nosilec. Kasneje, ko pa že imate vgrajen no-

silec, se po potrebi dobavljajo samo še pripadajoče membrane (običajno zopet minimalno po 3 ali 5 v kompletu – lahko tudi manjša količina, vendar se v tem primeru cena za kos poviša). V nujnih primerih se membrane lahko izdelajo in dobavijo v nekaj dneh (urah).

## 6 Zaključek

Razpočne membrane so oprema, ki je in bo v prihodnosti še pomembnejši člen pri varovanju sistemov tako glede varnosti kot tudi vpliva na okolje (ni

prepuščanja – manj onesnaževanja, manj segrevanja okolice in manj izgube energije).

**Hypex, d. o. o.**, vam nudi dodatno pomoč tudi z lastno bazo podatkov, ki ob nakupu rezervnih razpočnih membran omogoča ustrezno dobavo novih kosov in prihranek časa. Prisluhnil bomo vašim zahtevam, da boste zadovoljni z našimi izdelki.

**Vir:** Literatura podjetja *Continental Disc Corporation*

**LE-TEHNIKA**  
VSE ZA HIDRAVLIKO  
IN PNEVMATIKO

ODGONI ZA  
KAMIONE

**LE-TEHNIKA d.o.o.**  
Šuceva 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] Bock, W.: **Hydraulik-Fluide als Konstruktionselement** – Hidravlične tekočine predstavljajo osnovne konstrukcijske elemente vsake hidravlične naprave, saj kot delovni medij zagotavljajo prenos energije in informacije. Kot osnovne strojne elemente jih zato moramo upoštevati že pri načrtovanju in projektiranju, enako kot pri zagonu in obratovanju hidravličnih naprav – sistemov. Hidravlične tekočine kot takšne odločujoče vplivajo na funkcionalnost, zanesljivost in trajnost posameznih hidravličnih sestavin, enako kot naprav v celoti. Knjiga sicer predstavlja kompilacijo serije strokovnih prispevkov z obravnavanega področja, ki so bili v zadnjem času objavljeni v strokovni reviji O + P, Ölhydraulik und Pneumatik. – Zal.: Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz; 2007; ISBN: 978-3-7830-0362-8; cena: 15,00 EUR.
- [2] Kümmel, W.: **Technische Strömungsmechanik – Theorie und Praxis** (3. izdaja) – Že tretja izdaja učbenika za mehaniko fluidov je namenjena študentom konstruktorskih energetskih in procesnotehniških usmeritev na strokovnih visokih šolah. Obravnava teoretične osnove hidrodinamike in dinamike plinov s številnimi rešenimi nalogami. Sistematično prikazuje tudi odpornost teles pri relativnem gibanju v fluidih. Skupaj obsega 54 podrobno preračunanih praktičnih nalog in navaja 89 praktičnih navodil. Nova izdaja obsega tudi prikaz numerične simulacije s prikazom oblikovanja ustreznih izhodiščnih enačb. Upoštevana so tudi načela delovanja in vprašanja snovanja vetrnih turbin. – Zal.: Teubner Verlag; Weisbaden; 2007, ISBN: 178-3-8351-0141-8; cena: 29,80 EUR.
- [3] Seddon, D.: **Hydraulic Troubleshooter** – Tehnična diagnostika, tj. iskanje vzrokov napak in odpovedi, je tudi pri vzdrževanju hidravličnih naprav med najpomembnejšimi fazami dela. Uveljavljeni strokovnjak s 40-letnimi izkušnjami pri dveh svetovno znanih firmah *Vickers* in *Denison* je pripravil lahko razumljiv priročnik za obravnavano področje. Številne ilustracije še olajšajo razumevanje gradiva. Poleg standardnih sestavin hidravličnih naprav posebna poglavja obravnavajo tudi vprašanja preskušanja, prvega zagona, preprečevanja nesreč, rezervnih delov, tehničnih podatkov, dokumentacije ipd. – Zal.: Arima Publishing, G. B. (naročila na spletni strani: [www.arimapublishing.co.uk](http://www.arimapublishing.co.uk)); obseg: 180 strani, cena: USD 50,00 (broširana izdaja).
- [4] Will, D., Gebhardt, N., Ströhl, H. (ed): **Hydraulik – Grundlagen, Komponenten, Schaltungen** (3. predelana in dopolnjena izdaja) – Avtorski kolektiv uveljavljen na področju fluidne tehnike že v letih pred združitvijo Nemčije, je pripravil popolnoma predelani in dopolnjeni, izčrpani priročnik za hidravliko, z obravnavo vseh pomembnih vprašanj konstruiranja, projektiranja, preskušanja in uporabe sodobnih hidravličnih naprav. Podrobno so obravnavane teoretične osnove, simulacija in izračuni sestavin ter snovanje in analiza ustreznih vezij in naprav. Opisane so značilne izvedbe in lastnosti (vključno z dinamiko obnašanja) vseh osnovnih hidravličnih sestavin, kot so črpalke in motorji, valji, ventili, akumulatorji ipd. ter značilna hidravlična vezja. Dana so tudi osnovna napotila za preskušanje, montažo in vzdrževanje sestavin in naprav, vključno s sodobnimi postopki diagnosticiranja in pravilnim ravnanjem s hidravličnimi tekočinami. – Zal.: Springer Verlag; 2007; ISBN: 978-3-540-34322-6; obseg: 441 stvari, 343 slik, 49 preglednic; cena: 59,95 EUR.

## Priručnik Tehnična čistoča komponent in sistemov

V preteklih letih so se zahteve po čistoči komponent, sklopov in končnih izdelkov v optiki, precizni mehaniki, elektromehaniki, predvsem pa v avtomobilski industriji in pri dobaviteljih zelo zvišale. Rezultat nenehnega izboljševanja karakteristik in miniaturizacije sklopov je tudi zvišana občutljivost na nečistoče, s katerimi te pridejo v stik v procesu proizvodnje, montaže, embaliranja, skladiščenja itn.

Čistost površine postaja eden od večjih virov stroškov v proizvodnji, lahko pa ima tudi znaten vpliv na kvalitetne karakteristike in zanesljivost proizvoda. Zaradi tega je kontrola čistosti površine postala pomembna tema pri vseh proizvajalcih, ki želijo izboljšati karakteristike izdelkov, zmanjšati izmet ter povečati produktivnost in konkurenčnost podjetja.

HYDAC je v preteklih dveh letih postal vodeči dobavitelj naprav za ločevanje in izločanje nečistoč v zaščiteni at-

mosferi z izdelkom Contamination Test Unit serije 1000 in 2000.

Kot nadaljevanje pravilnika TECSA je bil v juliju 2007 predstavljen ISO 16232. Ta se tako kot pravilnik VDA Analize tehnične čistoče – Onesnaženje funkcionalnih avtomobilskih komponent in sklopov s trdnimi delci, zvezek 19, ukvarja s tehnično/površinsko čistočo komponent in sistemov.

Da bi svojim kupcem dali osnovne podatke o tej temi, smo pripravili povzetek pravilnika v priručniku **Cleanlines Handbook – Technical Cleanlines in Components and Systems**.

Priručnik vsebuje:

- vse pomembne tabele in razlage za določanje oznake čistoče komponent CCC (Component Cleanliness Code);
- pravila za primerjavo, podana v tabelah in grafih, primere iz prakse;



- aplikacije – posebne vrste onesnaženja;
- različne tehnične rešitve, ki jih ponuja HYDAC.

Priručnik je trojezičen (nemško, angleško, francosko).

Priručnik kakor tudi več informacij na temo površinske čistoče lahko dobite na:

**Vir:** Hydac, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: 0 2 460 15 20, faks: 02 460 15 22, info@hydac.si, www.hydac.com

## 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



# Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev

Jure MIKELN

## ■ 1 Uvod

Smo priče silnemu napredku na vseh področjih tehničnih znanosti. Za ta napredek se morajo novodobne tehnične znanosti zahvaliti predvsem razvoju procesorske moči osebnih računalnikov, kar je omogočilo razvoj novih zmogljivih programskih orodij. Elektroniki poznamo veliko programskih orodij, brez katerih si sodobnega dela ne znamo več predstavljati. Podobno velja tudi za moderne elektronske komponente, izmed katerih bi poudaril mikrokontrolerje, ki so v zadnjih 15 letih tudi naredili ogromen korak naprej. Ta napredek se vidi na cenovnem, predvsem pa na tehničnem področju. Tako danes za nekaj evrov dobimo izredno zmogljiv ARM-mikrokontroler (32-bitni mikrokontroler), ki ima izredno zmogljivo periferijo, kot so analogno/digitalni in digitalno/analogni (A/D in D/A) pretvorniki, ethernet, CAN ter USB-vmesniki, krmilniki za motorje, moduli za realno uro in podobno. Pri tem pa ne zamešajmo izrazov: v PC-ju ne deluje mikrokontroler, pač pa zmogljiv procesor (64-bitni), ki signale po vodilu pošilja na razne enote, kot so video, spominska, krmilnik trdih diskov itd. Razlika med procesorjem in mikrokontrolerjem je v tem, da procesor nima vgrajene periferije.

V seriji člankov, ki je pred vami, se ne bomo spoznavali z ARM-mikrokontrolerji, pač pa smo pripravili osnovne informacije, ki naj bi jih poznal

strojnik, da bi lahko suvereno začel programirati mikrokontrolerje družine AVR. Takšen mikrokontroler bo brez težav poganjal motorje, vklapljal ter izklapljal releje, sprejemal signale z različnih senzorjev in tipk, signale obdeloval ter s pomočjo LCD-prikazovalnika prikazoval podatke. Serija člankov bo imela več delov, kjer bomo prikazali osnove programiranja mikrokontrolerjev. V zadnjem delu boste suvereno znali sprogramirati mikrokontroler in sami nadgrajevati osvojeno znanje.

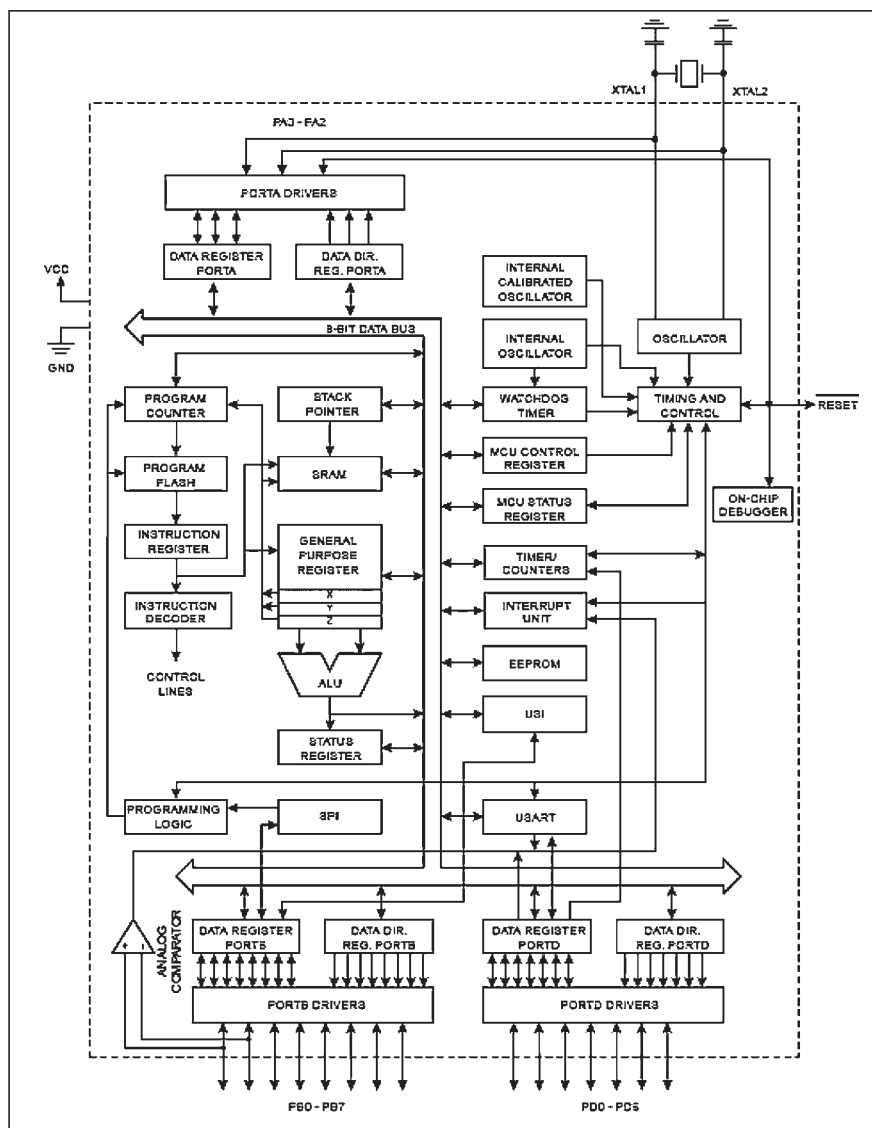
## ■ 2 Mikrokontrolerji, procesorji in krmilniki

Poskusimo najprej definirati razliko med mikrokontrolerjem, procesorjem in krmilnikom. Izraz krmilnik uporabljamo takrat, kadar govorimo o industrijskih PLC-krmilnikih, kot so npr. Simatic in podobno. Krmilnik je torej naprava v svojem ohišju s priključnimi konektorji. Velikokrat je na ohišju tudi nekaj tipk in prikazovalnik. Procesor je izraz za zmogljiv čip, ki se ponavadi nahaja v naših PC-jih in ne vsebuje periferije, kot so A/D ali D/A-pretvorniki, spomin in podobno. Procesor podatke prejema in jih pošilja preko vodila na ostale enote. Mikrokontroler pa je čip, ki vsebuje šibek procesor in že ima vgrajeno periferijo ter spomin.

AVR-mikrokontrolerji so eni izmed popularnih mikrokontrolerjev, ki so dobavljivi že približno 10 let. Ker bom prispevek skušal napisati kar se da razumljivo, naj predstavim mikrokontroler kot "črno škatlo", ki ima vhodne in izhodne priključke. Mikrokontroler brez programa je mrtev in kot tak res neuporaben.

Zaživi le, ko se v njem vpisan program prične izvajati. Jasno pa je, da je za to potrebna tudi napajalna napetost. Mikrokontrolerje dandanes uporabljamo v praktično vsaki napravi, bodisi da je to igrača ali zahteven industrijski PLC-krmilnik. V vseh teh napravah je vsaj en mikrokontroler, vemo pa, da v sodobnih avtomobilih deluje več mikrokontrolerjev. Obstaja več vrst mikrokontrolerjev, od 1-, 4-, 8- pa tja do 32-bitnih. Danes se največ uporabljajo 8- in 32-bitni, redko pa še kakšni drugi. Mikrokontrolerji, o katerih bo govor v seriji člankov, so 8-bitni. AVR mikrokontroler vsebuje ALU-enoto (arithmetic logical unit), več vhodno/izhodnih (V/I, v tuji literaturi je uveljavljen izraz I/O – input/output port) vrat ali portov, spomin FLASH in še več enot, o katerih bo govor kasneje. V spomin FLASH s pomočjo programatorja naložimo naš program, ki ga v zaporednih korakih izvaja ALU. V/I porti so večinoma dvosmerni, pri čemer moramo s programom definirati, ali bo posamezen pin vhodni ali izhodni. Mikrokontroler za svoje delovanje potrebuje napajalno napetost in večinoma tudi kvarčni kristal oziroma keramični resonator, ki daje ALU-ju t. i. takti signal, s katerim ALU izvaja programsko kodo. Če ALU nima takta, se njeno delovanje ustavi in se spet nadaljuje, ko obnovimo takti signal. V določenih primerih pa tudi kvarčni kristal ali resonator nista potrebna, saj imajo AVR-mikrokontrolerji vgrajen t. i. RC-oscilator, ki daje takt ALU-ju in s tem omogoča delovanje mikrokontrolerja. Izbor med RC-oscilatorjem ali zunanjim kvarčnim kristalom oz. resonatorjem definiramo med postopkom programiranja.

Jure Mikeln, dipl. inž.,  
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana



Slika 1. Notranja blok shema mikrokontrolerja ATtiny2313

Kot vidite, je v notranjosti mikrokontrolerja veliko blokov, o katerih ne bomo izgubljali besed. Zaenkrat naj bo mikrokontroler za nas črna škatla z vhodi in izhodi, ki jo bomo sprogrimirali z našim programom.

Program v mikrokontrolerju poteka glede na ukaze t. i. strojne kode, ki ALU-ju določa, kaj bo naredila. Ker deluje ALU z binarno matematiko, je ukaz v strojni kodi sestavljen iz ničel in enic – pač v binarni kodi. Na začetkih mikrokontrolerjev so programerji za programiranje uporabljali strojno kodo, vendar so kmalu ugotovili, da je to izredno nepraktično. Zato so pričeli

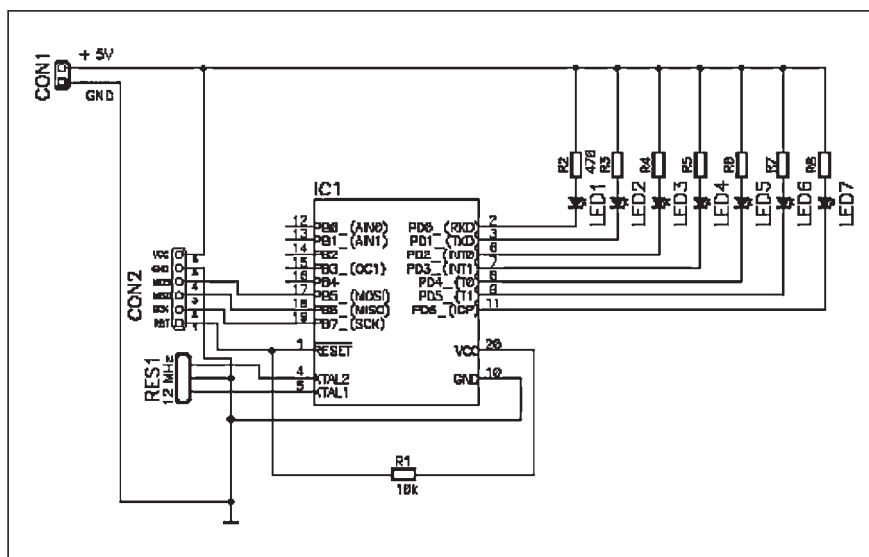
uporabljati zbirnik (v tuji literaturi se uporablja izraz assembler), dandanes pa vedno bolj posegamo po višjih programerskih jezikih, kot so C, različne vrste „visual basic“ programov ter basic programov, ki programsko kodo, napisano v basicu, prevedejo v strojno kodo. Med basic programe spada tudi programski jezik bascom, ki se je v Evropi, pa tudi v Sloveniji lepo uveljavil. Zavedam se, da ima bascom (kot tudi drugi višji programski jeziki) svoje prednosti in slabosti, vendar trdno stojim za stališčem, da je bascom idealno programsko orodje za začetnike v programiranju, kar bom pokazal v nadaljevanju.

### 3 Predstavitev razvojnega okolja Bascom-AVR

Bascom-AVR obstaja v dveh verzijah: Bascom-AVR in Bascom-8051. Končnica nam nakazuje, za katero vrsto mikrokontrolerjev je namenjen prevajalnik. Mi bomo seveda uporabljal Bascom-AVR, ki si ga lahko brezplačno snamete s spletne strani [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com). Z navedene spletne strani si snemite DEMO verzijo, ki je popolnoma delujoča verzija z omejitvijo velikosti programske kode, ki jo lahko prevedemo. Kot programerjem začetnikom nam bo DEMO verzija popolnoma zadostovala, saj bodo naši programi kratki in ne bodo dosegali omejitve DEMO verzije.

Bascom je identičen večini programov, ki tečejo v MS Oknih (Windows), zato tukaj ne bi izgubljali besed. Ker je Bascom-AVR programsko orodje, je prav, da se spoznamo z vrstami števil – spremenljivk, ki jih lahko uporabljamo v naših programih. Na voljo so nam spremenljivke Bit (1 bit), Byte (8 bitov = 1 byte), Integer (2 byte, vrednost spremenljivke je lahko od -32,768 do +32,767), Word (2 byte, vrednost spremenljivke je lahko od 0 do 65535), Long (4 byte, vrednost spremenljivke je lahko od -2147483648 do 2147483647), Single (32 bitov, vrednost spremenljivke je lahko od  $1.5 \times 10^{-45}$  do  $3.4 \times 10^{38}$ ), Double (64 bitov, vrednost spremenljivke je lahko od  $5.0 \times 10^{-324}$  do  $1.7 \times 10^{308}$ ) in String (do 264 byte, spremenljivke so tipa byte z dodatnim bytom vrednosti nič na koncu).

Spremenljivke imajo lahko poljubna imena, ki jih ponavadi izberemo tako, da so med programiranjem prepoznavna. Načeloma lahko spremenljivke poimenujemo X1, X2, X3 itd., vendar bomo med programiranjem program lažje razumeli, če bomo spremenljivko, ki ponazarja vklop/izklop, npr. releja, poimenovali Rele. Vsekakor pa ne smemo uporabljati t. i. rezerviranih imen. Teh je preveč za ta prispevek, zato si jih le oglejte v Helpu. Nekaj teh imen pa lahko naštejemo za boljši občutek: OFF, ON, OR, OUT, OUTPUT, LCASE, LCD, LCDAT, LEFT, LEFT, LEN, LINE in podobno.



Slika 2. Shema vezave mikrokontrolerja

Preden bomo začeli s programiranjem, se podrobno spoznajmo še z izrazi bit in byte. Oba izraza smo srečali že v osnovni šoli pri predmetu matematika, kjer smo spoznavali binarni številski sistem, ki ima samo dve števili: 0 in 1. Spremenljivka vrste bit ima tudi dve vrednosti 0 ali 1. Medtem ko ima število vrste byte vrednosti med 0 do 255 (binarno: 00000000 do 11111111).

Zdaj, ko smo spoznali nekaj osnov, pa že lahko pričnemo s programiranjem. Za začetek si zapomnimo enega najpogostejših ukazov: Do Loop. Ta ukaz pomeni, da program, ki je napisan med Do in Loop, teoretično poteka v neskončnost. Prične se pri Do, ko pa med izvajanjem od ukaza do ukaza pride do Loop, se vrne na Do in tako naprej, dokler ne izklopimo napajalne napetosti. Morda se bo komu to zdelo nelogično, vendar vam bom pokazal, da večina programov poteka v zanki Do Loop, izjemno redki programski primeri so narejeni brez te zanke.

#### ■ 4 Prvi program

Prvi program bo izjemno enostaven. Na mikrokontroler bomo priključili LED-ice (enostavno povedano: to so polprevodniške lučke, ki se v primerjavi z lučkami z žarečo nitko izjemno malo grejejo in so tudi fizično majhne), ki jih bomo z ustreznim programom vklopljali in izklopljali. LED-ice so zelo primerne

za krmiljenje z mikrokontrolerjem, saj za normalno svetilnost potrebujejo le nekaj voltov napetosti in nekaj mA toka, kar mikrokontroler, ki ga bomo obravnavali, z lahkoto zagotovi. Električno vezje je prikazano na *sliki 2*. Pozorni bralci bodo na shemi poleg mikrokontrolerja in LED-ic opazili tudi upore in resonator. Upor R1 služi za ustrezno resetiranje mikrokontrolerja, resonator služi generiranju takta, ki ga za svoje delovanje potrebuje ALU, ostali upori služijo omejitvi toka, ki teče skozi LED-ice. Vezju je še dodan konektor za programiranje mikrokontrolerja in s tem je osnovni opis vezja zaključen.

Prvi primer programa, s katerim bomo vklopljali in izklopljali LED-ice, bo videti takšen:

Dim Ledica As Bit

Do

```
Config Portd = Output
Portd.0 = Ledica
Ledica = Not Ledica
Wait 1
```

Loop

V tem programu smo najprej definirali vrsto spremenljivke, ki jo bomo uporabili. Ker vklopljamo oziroma izklopljamo samo eno LED-ico, je

dovolj, da imamo spremenljivko vrste Bit.

Sledi zanka Do-Loop, v kateri ni skoraj nič programa. Najprej je potrebno definirati, ali je določen port vhodni ali izhodni. V našem primeru je izhodni, zato smo ga tako tudi definirali. Nadalje smo definirali, na katerem V/I-portu se nahaja ta LED-ica. V principu lahko LED-ico priključimo na kateri koli prosti port mikrokontrolerja in to definiramo v programu – kar je s stališča izdelave vezja zelo praktično. Pri zahtevnejih projektih je namreč težje narediti enostavno tiskano vezje kot pa spremeniti program.

Sledi ukaz.

Ledica = Not Ledica in Wait 1

Ta stavek negira vrednost spremenljivke Ledica: če je bila predhodno 1, bo zdaj 0 in obratno. Ukaz

Wait 1

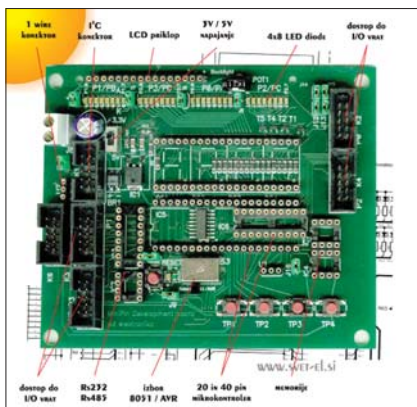
je trivialen in pomeni, da mikrokontroler na tem mestu v programu počaka 1 sekundo.

Enostaven program bo povzročil, da bo LED-ica utripala v enosekundnem taktu.

Zdaj smo napisali program, vezje pa bo treba tudi realizirati. Tukaj se bomo zamudili malce več časa, saj bom predstavil razvojno okolje MiniPin, s katerim veliko elektronikov programira pa tudi testira svoje programe.

### ■ 5 Opis razvojnega orodja MiniPin in programiranje

Razvojno orodje MiniPin ni nič drugega kot ploščica tiskanega vezja, na katerem so že prispajkani določeni elektronski elementi, ki jih programer, ko programira mikrokontroler, s pridom uporablja. MiniPin lahko uporabimo tako za 20- kot tudi za 40-pinske mikrokontrolerje družine 8051 in AVR. Ker v našem nadaljevanju teče beseda o programiranju AVR-jev, se bomo osredotočili na AVR-je. Nadalje je na MiniPin že

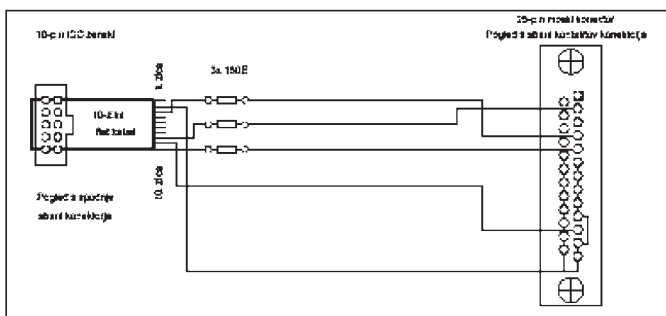


Slika 3. Fotografija MiniPina z označenimi elementi

predviden prostor za kvarčni kristal oziroma 3-pin keramični resonator, ki ga lahko uporabimo namesto kvarčnega kristala. Na vezju najdemo 4 x 8 LED-ice (ki so vezane tako, kot je prikazano na sliki 2), 4 tipke + 1 reset tipko, priključke za LED- in LCD-prikazovalnike, elemente I2C, RS232, RS485 ter integrirani regulator napetosti, s katerim napajalno napetost mikrokontrolerja nastavimo na 5 V ali na vedno bolj popularnih 3,3 V. MiniPin ima tudi več razširitev konektorjev, ki jih bomo spoznali sproti.

MiniPin napajamo z enosmerno ali izmenično napetostjo od 9 do 15 V. V vezje vtaknemo mikrokontroler ATTiny2313-20PU na mesto IC6, na mesto U1 vtaknemo 12-MHz kvarc ali resonator, stikalo S3 preklonimo v položaj AVR in že smo pripravljeni, da povežemo MiniPin s programatorjem in sprogramiramo mikrokontroler.

Za programator lahko uporabimo programator Proggy ali pa si sami naredimo programator po načrtu, ki ga vidite na sliki 4.



Slika 4. Shema programatorja Sample

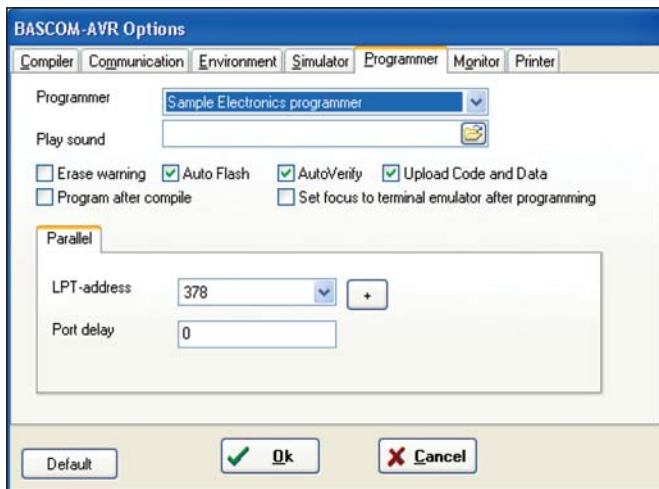
Tako programator Proggy kot programator Sample povežemo na MiniPin na konektor K6. V Bascomu je potrebno nastaviti (Options/Programmer) izbrani programator, kot vidite na sliki 5.

V LPT-address morate nastaviti ustrezen naslov, ki ga najdete v nastavitvah BIOS. Če boste uporabljali Proggy, boste nastavitve napravili tako, kot jih vidite na sliki 6.

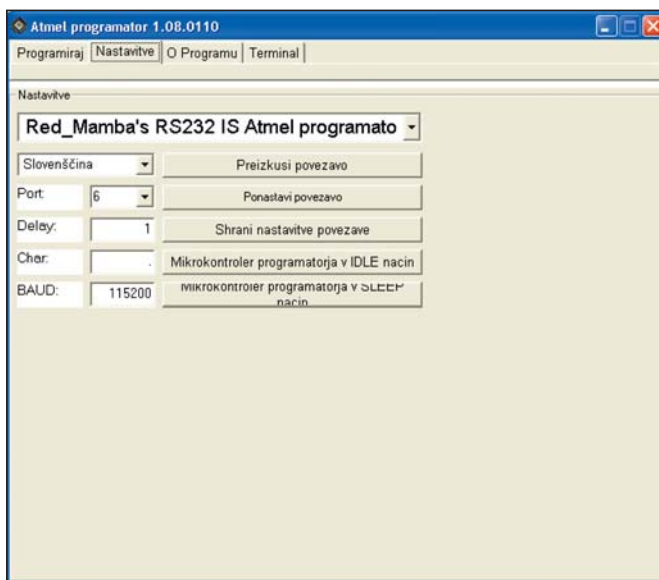
Pri teh nastavitvah izberite USB-vrata in kliknite Preizkusi povezavo. Če je povezava uspešna, se bo to izpisalo z ustreznim sporočilom.

Zdaj smo pa žeres pri koncu nastavitve strojne in programske opreme. Prvi program, ki smo ga napisali v Bascomu, prevedemo (Compile ali tipka F7) in v primeru, da uporabljamo programator Sample, kliknemo ikono Program Chip ali pritisnemo F4. Če pa uporabljamo Proggy, v njegovem oknu odpremo datoteko programa (Program1.bin).

kontroler in če je bilo vse v redu, bi na MiniPinu že morala utripati LED-ica.



Slika 5. Nastavitev programatorja



Slika 6. Nastavitve programatorja Proggy

## 6 Zaključek

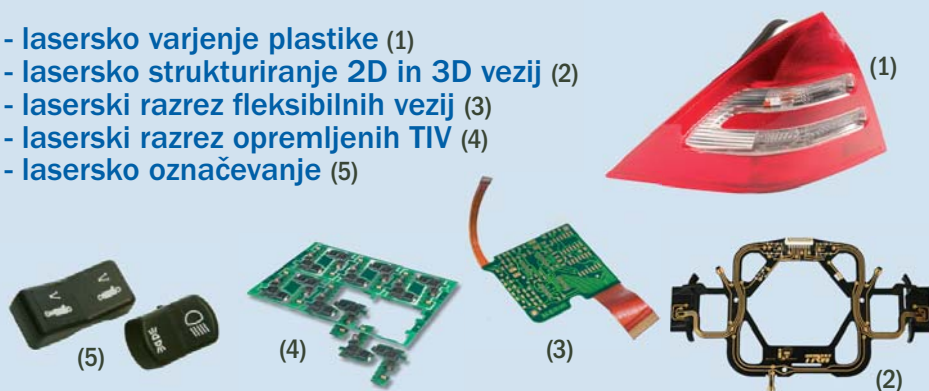
V 1. delu smo spoznali nekaj osnov mikrokontrolerjev, programskega jezika Bascom ter razvojnega okolja MiniPin ter sprogramirali prvi program. V naslednjem nadaljevanju bomo posvetili več prostora samemu spoznavanju z Bascomom in osnovnimi električnimi vezavami mikrokontrolerja. Spoznali bomo, kako na mikrokontroler povežete tranzistor FET, rele, tipke, motor in kako so videti programi za krmiljenje omenjenih elementov, zato ne zamudite tega članka.

**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. Naš naslov: Polica 33, 4202 Naklo

**LPKF**  
Laser & Elektronika

## Računalniški program za konstruiranje hidravličnih agregatov

Firma *Raja-Lovejoy GmbH* je nedavno razvila računalniški program *Fluidware 3D* za konstruiranje in/ali izdelavo hidravličnih agregatov. Uporabnik preko interneta izbere hidravlično črpalko in pogonski elektromotor, ustrezno konstrukcijsko izvedbo pritrditve črpalke, alternativno v izvedbi toge ali zvočnoizolacijske pritrditve, želeno gredno vez *SPIDEX®* ali *DENTEX®* ter morebitno dodatno montažno opremo.

Program izračuna je razen v nemščini na voljo tudi v angleščini, francoščini, italijanščini, nizozemščini in španščini.

Po izračunu *Raja Win 3D* definira ustrezne komponente, izdela 3D-model v formatu \*stp in/ali \*igs in nariše sestavno risbo v formatu \*dxf ali \*jpg, ki se po vnosu v CAD-sistem lahko prenašajo ali izpišejo oz. izrišejo. Vsi podatkovni formati se po e-pošti lahko prenesejo na naslov uporabnika.

Za delo s programom morajo biti na voljo pogonski paketi WIN9X, ME, NT, WIN 2000, XP ali Vista ter internetni Explorer 7. Poleg teh je priporočljiva uporaba Pentium – PC z grafiko ločljivosti 1024 x 768 ali boljše.

Dodatne informacije dobite na spletnem naslovu: [www.raja-lovejoy.com](http://www.raja-lovejoy.com)

Po O + P 51(2007)11–12, str. 628

pripravil A. Stušek

### Seznam oglaševalcev

ALBATROS – PRO, d. o. o., Logatec	1	LA & Co, d. o. o., Maribor	75
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	61	LAMA, d. d., Dekani	1
DOMEL, d. d., Železniki	77	LEOSS, d. o. o., Ljubljana	1
DVS, Ljubljana	23	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	88
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	18	LPKF, d. o. o., Naklo	94
FESTO, d. o. o., Trzin	1, 96	MAPRO, d. o. o., Žiri	65
Gospodarsko razstavišče, d. d., Ljubljana	19	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana	15	MIKRON, d. o. o., Ig	51
HAVE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	4	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	60
HIB, d. o. o., Kranj	50	OLMA, d. d., Ljubljana	1
HYDAC, d. o. o., Maribor	1	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	1, 9
HYPEX, d. o. o., Lesce	74	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	1
HYPOS, d. d., Muta	37	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	43
ICM, d. o. o., Celje	15, 78	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	72
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)		PS, d. o. o., Logatec	16
NORGREN, Lesce	1	SMC Industrijska avtomatika, d.o.o., Trebnje	1, 22
INGVAR, d. o. o., Ljubljana	57	Wise Technologies, d. o. o., Ljubljana	1
Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	95		
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	89		
KLADIVAR, d. d., Žiri	2		

Univerza v Ljubljani

