



OPL

FESTO

Mesimo
LOTRIČ
za prihodnost

OLMA

HYDAC

Parker

NORGREN

SICK

Sensor Intelligence.

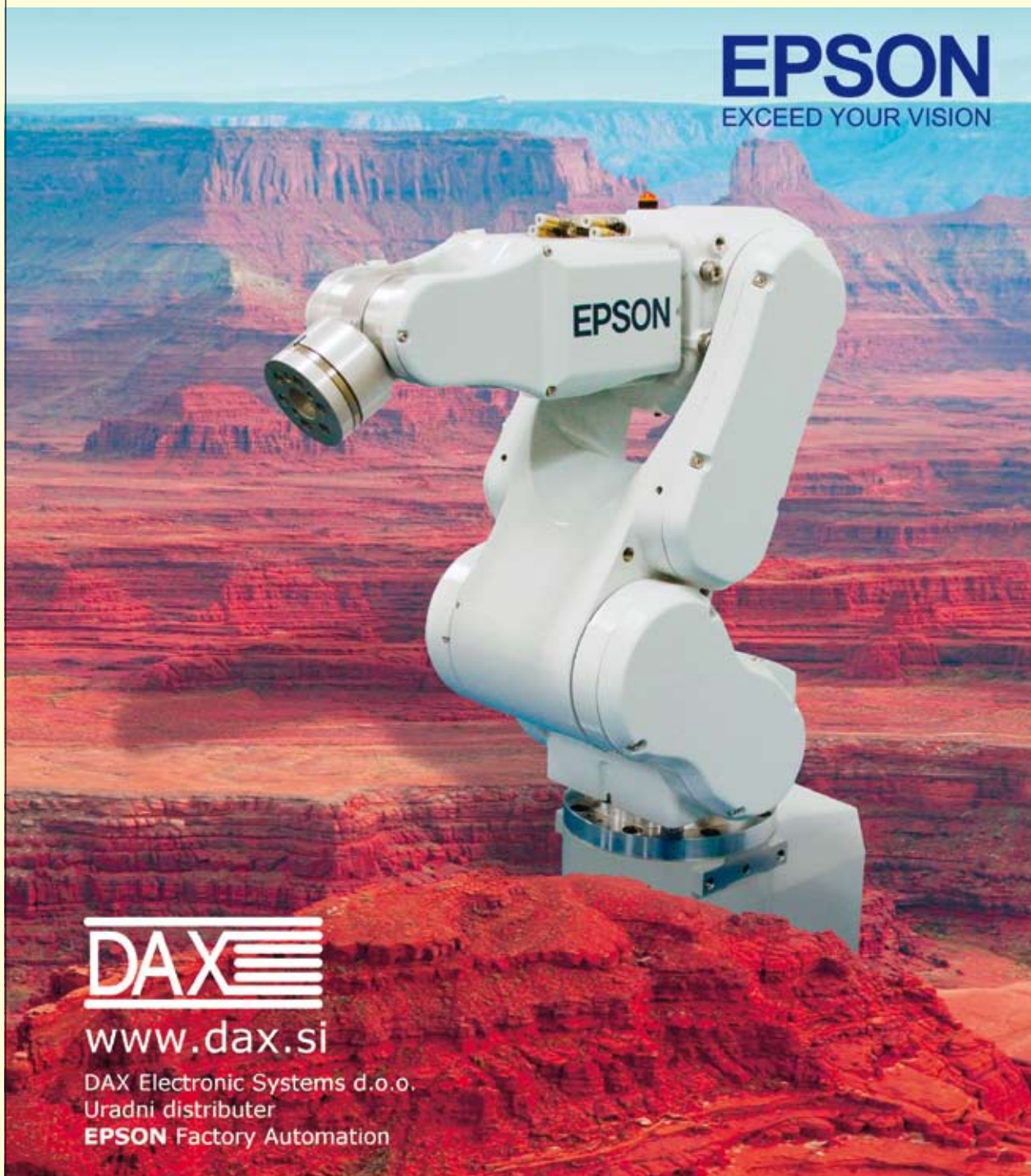
MIEL OMRON
www.miel.si
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

SPIRING
www.spiring.si

ABB

Power and productivity
for a better world™

- Jubilej
- Intervju
- Ventil na obisku
- Regulacija žice s spominom
- Izmera objektov z laserskim profilmerom
- Vodenje šaržnih procesov
- Nadzor in programiranje na daljavo
- Projektni način izobraževanja
- Iz prakse za prakso



EPSON
EXCEED YOUR VISION

DAX

www.dax.si

DAX Electronic Systems d.o.o.
Uradni distributer
EPSON Factory Automation

Hidravlične sestavine

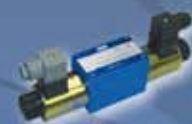
Hidravlični sistemi

Storitve

Program
zastopstev



Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



RAZVOJ, PROIZVODNJA IN TRŽENJE SESTAVIN, SISTEMOV IN STORITEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE

Kladivar, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o., Industrijska ulica 2 - SI - 4226 ŽIRI, SLOVENIJA
Tel.: +386 (0)4 51 59 100 - Fax: +386 (0)4 51 59 122 - info-slovenia@poclain-hydraulics.com - A Poclain Hydraulics Group Company

Impresum	95	■ JUBILEJ	
Beseda uredništva	95	Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko - 2 del	96
■ DOGODKI - POROČILA - VESTI	102	■ INTERVJU	
■ NOVICE	122	Prof. dr. Jakob Likar, dekan Naravoslovnotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani	98
■ ZANIMIVOSTI	127	■ VENTIL NA OBISKU	
Seznam oglaševalcev	192	Inženirski biro PIRNAR & SAVŠEK	132
Znanstvene in strokovne prireditve	186	■ VODENJE SISTEMA	

Naslovna stran:

DAX, d. o. o.
Uradni distributer Epson
Factory Automation
Vrskovo 68
1420 Trbovlje
Tel.: 03 5630 500
Fax: 03 5630 501
http://www.dax.si

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

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

LOTRIČ, d. o. o.
Selca 163, 4227 Selca
Tel.: + (0)4 517 07 00
Fax: + (0)4 517 07 07
internet: www.lotric.si

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

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

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

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

SICK, d. o. o.
Cesta dveh cesarjev 403
0000 Maribor
Tel.: + (0)1 47 69 990
Fax: + (0)1 47 69 946
e-mail: office@sick.si
http://www.sick.si

MIEL Elektronika, d. o. o.
Efenkova cesta 61, 3320
Velenje
Tel: +386 3 898 57 50
Fax: +386 3 898 57 60
www.miel.si
www.omron-automation.com

Pirnar & Savšek,
Inženirski biro, d. o. o.
C. 9. avgusta 48
1410 Zagorje ob Savi
Tel.: 03 56 60 400
Faks: 03 56 60 401
www.pirnar-savsek.s

ABB, d. o. o.
Koprska ulica 92
1000, Ljubljana
Tel.: +386 1 2445 457
Fax: +386 1 2445 490
www.abb.si

Daniela MAFFIODO, Terenziano RAPARELLI, Guido BELFORTE:
Fuzzy Logic Position Control of a Shape Memory Alloy Wire

■ LASERSKA 3D METROLOGIJA

Urban PAVLOVČIČ, Matija JEZERŠEK, Aleš GORKIČ, Hubert KOSLER, Janez MOŽINA:
Izmera objektov kulturne dediščine z rotacijskim laserskim profilmerom

■ VODENJE PROCESOV

Dejan GRADIŠAR, Antonio ESPUÑA, Luis PUIGJANER: Komunikacijska shema
za celovito vodenje šaržnih procesov

■ KRMILNA TEHNIKA

Franc HANŽIČ, Riko ŠAFARIČ: Nadzor in programiranje ARM-mikrokontrolnika na daljavo

■ PROJEKTNO IZOBRAŽEVANJE

Janez POGORELC: Projektni način izobraževanja na avtomatiki, robotiki in mehatroniki

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Klemen ŠPEHAR, Uroš TAJNIKAR: Robotski umerjevalno-kontrolni sistem
za števec električne energije

■ MNENJA

Srečko KLEMENC: Kriza - čas razvoja

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Varčevanje z energijo v vakuumski tehniki -
vakuumška šoba OVEM preprečuje zastoje strojev (FESTO) 178
Točno preverjanje procesne kakovosti ročnih gredi (SICK) 179

■ NOVOSTI NA TRGU

Novost v ponudbi Stäublijevih robotov: inovativen šestosni lakirni robot TXPaint250 (DOMEL) 180
Cevi za visokotlačno čiščenje z vodo K-jet (HIDEX) 181
Večnamenska enota za opremo hidravličnih rezervoarjev TankConditioner (HYDAC) 182

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Novosti v podjetju Olma, d. d. (OLMA) 184
Neprekinjeno izmenično prezračevanje z vračanjem toplote (Šempeter Imp. Exp.) 188

■ LITERATURA - STANDARDI - PRIPOROČILA

Nove knjige 190
Omejena veljavnost prehodnega obdobja z EN 954-1 na ISO 13849-1 190

■ PROGRAMSKA OPREMA - SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 192



Très chic: Designerski agregat.

Je lahko hidravlični agregat sploh lep? Mi mislimo, da celo mora biti. Zato smo naš novi kompaktni agregat KA oblikovali tako, da ugaja očem. Ampak to še ni vse. K popolnem agregatu spadajo tudi številne možnosti uporabe. V aplikacijah kot so obdelovalni stroji, dvizne platforme in hidravlična orodja razvije KA svojo polno moč in 700 bar delovnega tlaka. Mobilna ali stacionarna enota je lahko vgrajena stoje ali leže, z eno ali tri faznim napajanjem – odločitev je vaša! Usklajeni motorji, ventili in dodatna oprema iz obsežnega modularnega sistema omogočajo, da agregat KA izpolni vsa vaša pričakovanja. Za več informacij HAWE Hidravlika d.o.o., tel. 03 7134 880.

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 16(2010)2. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 16(2010)2. 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	16	Volume
Letnica	2010	Year
Številka	2	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:
izr. prof. 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. Alexander 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
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gajko 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 SIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Paul McGuiness

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

Tisk:
Eurograf d.o.o., Velenje

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

Cena:
4,00 EUR – letna naročnina 24,00 EUR

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS)

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.

Prenos znanja, pogoji za vodje raziskovalnih projektov in mentorjev za mlade raziskovalce



V zadnjem desetletju so se sredstva za financiranje in sofinanciranje raziskovalne dejavnosti s strani vladnih ali državnih organov pri nas in v Evropi stalno povečevala. V skupni vreči za raziskovalno delo je bil večji delež naše vlade, vedno več sredstev pa smo pridobivali tudi iz evropskih skladov. Letos pa je teh sredstev mnogo manj, kar se opazi v močnem zmanjšanju razpisov za sofinanciranje raziskovalnih nalog, za razvojno raziskovalne projekte in za raziskovalno opremo. Očitno sta gospodarska kriza in recesija prizadeli tudi to področje.

Toda takšno ravnanje je za vsakega umnega gospodarja neracionalno. V času suhih krav, kot radi rečemo, se pametni ljudje učijo, nabirajo znanje, razvijajo nove produkte in iščejo nove storitve. Kaj pa pri nas? Zmanjšujemo sredstva ravno tam, kjer jih ne bi smeli. Na zadnji seji vladnega sveta za znanost in tehnologijo pri slovenski vladi je njen predsednik izjavil: »Naredite iz Slovenije novo Silicijevo dolino.« Njegova zelo podobna izjava, da se mora Slovenija prebiti med pet najbolj razvitih držav v Evropi, je znana že nekaj let. To so težke izjave. Izreče jih lahko le nekdo, ki mu beseda nič ne pomeni in za katero ne bo niti politično niti drugače odgovarjal. To lahko reče nekdo, ki ni nikoli delal na raziskovalnem področju, ki ni nikoli iskal trga za svoje produkte ali storitve, ki ne ve, kaj so dejanski stimulatívni pogoji za inovativno delo, in nekdo, ki ne ve, kakšni so pri nas pogoji in razmere za raziskovalno, razvojno in inovativno delo.

Po nekaterih informacijah se bodo močno zaostri pogoji za nosilce raziskovalnih projektov in za mentorstva mladim raziskovalcem. To pomeni, da bodo morali profesorji, znanstveni svetniki in vsi tisti, ki bodo kandidirali in bi želeli biti nosilci raziskovalnih nalog, ki so sofinancirane s strani države, in pa vsi, ki bi želeli biti mentorji mladim raziskovalcem pri podiplomskem študiju, nabirati točke s pisanjem znanstvenih člankov in z objavljanjem v znanih svetovnih in dobro citiranih revijah. Mogoče pa je to del strategije varčevanja. e je to res, je to popoln nesmisel. Kaj pa te napovedi pomenijo za prakso, za aplikativne raziskave in za slovensko industrijo? Brez vsakega razmišljanja lahko zapišemo, da nič dobrega. To preprosto pomeni, da se bo vsak raziskovalec zaprl v svoj krog in raziskoval, pisal o svojih raziskavah in objavljaval v čim bolj priznanih revijah po svetu. Na ta način bo najlažje zbiral citate in posredno zbiral točke, da bo ponovno dobil denar in mladega raziskovalca. Prav gotovo se bo dogovoril s svojimi kolegi doma in v tujini, da bodo v čim večjem številu citirali njegove objave. Od mladega raziskovalca pa bo zahteval popolnoma enako. Tudi ti mladi raziskovalci bodo morali zaradi mentorja in njegove bodočnosti delati znanstveno, raziskovati in objavljati. In začarani krog je na ta način sklenjen. Ko bo ta mladi raziskovalec po obrambi doktorata prišel v industrijo, bo moral začeti praktično znova. Usposobljen bo za zelo ozko področje, za znanstvene raziskave za pisanje člankov, industrijski razvoj pa mu bo tuj.

Toda to ni edina slabost, če se res uresničijo napovedi, kot je napisano zgoraj. Pomeni tudi, da profesorji in vsi pedagoški delavci na univerzah ne bodo več delali za industrijo, ampak samo še raziskovali, objavljali članke in zastoj prodajali svoje dosežke in ugotovitve v različne svetovne revije.

Zavedati se moramo, da je raziskovalno delo za industrijo, za znanega uporabnika mnogo težje kot pa raziskovati za »znanost« in objavljati. Prav tako se moramo zavedati, da hočejo imeti resne firme, ko zaprosijo strokovnjaka za pomoč pri razvojnoraziskovalnem delu, pisno zagotovilo, da so dobljeni rezultati na voljo le firmi, da se o raziskovalnem delu in o dobljenih rezultatih ne sme nikjer poročati ali objavljati. To velja tudi v Sloveniji.

Kako bo tak raziskovalec nabral zadosti veliko število objav, citatov in drugih referenc za izvolitve v nazive in izpolnil pogoje za mentorstvo mladim raziskovalcem ali pa pogoje za nosilca raziskovalnih projektov?

Mislím, da se načrtovalci takšnih sprememb, kot so navedene zgoraj, ne zavedajo posledic, ki bodo nastale z leti. Naša napoved je, da bo razkorak med prakso in teorijo še večji in da bo sodelovanja med industrijo in akademsko sfero še mnogo manj.

Janez Tušek

Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – 2. del

Anton STUŠEK

V decembru 2009 je izšel zadnji, tj. šesti zvezek petnajstega letnika revije Ventil. To je primeren čas za pogled nazaj in podrobnejšo razčlenitev dosedanjega razvoja revije in načrtov za prihodnost.

Nadaljevanje 1. dela prispevka v Ventilu 16(2010)1 – str. 6 in 7.

■ 2 Prva dva letnika revije

Revija je pričela izhajati v skromnih razmerah, brez dovolj sodelavcev in ustrezne službe za trženje in distribucijo, s šibkim finančnim servisom Zveze strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije. Iniciativno uredništvo je takrat prevzel mag. A. Stušek.

Prva dva letnika sta obsegala skupno štiri zvezke. Cilj pa je bil, da bi izdajali po štiri številke letno.

Vsebina je najprej obsegala predvsem poročila o dejavnostih ustanoviteljev in njihovih organov, pomembne novice na področju fluidne tehnike v svetu, predvsem v Evropi, predstavitev domačih podjetij na obravnavanem področju ter vedno nekaj zanimivih strokovnih prispevkov. V posebnih rubrikah so obravnavana vprašanja standardizacije in priporočil ter ustrezne računalniške programske opreme. Redno so predstavljene nove knjige in sezname znanstveno-strokovnih prireditev doma in v svetu.

Mag. Anton Stušek, univ. dipl. inž., uredništvo revije Ventil

Osnovo kritja stroškov izdajanja so predstavljali oglasi domačih izdelovalcev in dobaviteljev tovrstne opreme. Avtorski prispevki se niso honorirali.

■ 3 Prenos izdajateljstva na FS Ljubljana

Za ustrezno organizacijsko urejeno in finančno ustaljeno delovanje revije je bil odločujoč dogovor o ureditvi ustanoviteljskih in izdajateljskih razmer za revijo Ventil, sklenjen v juniju 1997 med Slovenskim društvom za fluidno tehniko (SDFT) pri ZSITS, Odborom za fluidno tehniko (OFT) pri GZS in Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani. Z dogovorom je uredništvo in izdajateljstvo prevzel *Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko* na Fakulteti za strojništvo na čelu s predstojnico doc. dr. Dragico Noe, univ. dipl. inž., in novim urednikom dr. Nikom Herakovičem, univ. dipl. inž.

Ob tem je bil na predlog novega urednika sprejet tudi nov koncept revije z naslednjimi poudarki:

- vsebina revije naj vključuje znanstvene in strokovne prispevke;
- vsebinski poudarek naj bo na fluidni tehniki z mehatroniko,

avtomatizacijo ter strego in montažo;

- revija naj postane mednarodna; v vsaki izdaji naj bosta vsaj dva pomembnejša prispevka (vsaj en znanstveni; tuji prispevki so lahko objavljeni v angleškem ali nemškem jeziku in naj bodo opremljeni z razširjenim povzetkom v slovenskem jeziku);
- poleg glavnega urednika, njegovega pomočnika in uredniškega odbora se redno zaposli še tehnični urednik; oblikuje naj se tudi izdajateljski oz. programski svet z uveljavljenimi domačimi strokovnjaki in nekaj uglednimi tujimi znanstveniki (prof. Backé in prof. Murrenhoff iz IFAS-a, prof. Yamada iz Japonske in od drugod – Avstrija, Češka, Hrvaška, Madžarska ...);
- financiranje:
 - cilj: sofinanciranje MZT,
 - delno sofinanciranje ustanoviteljev,
 - ustrežnejša reklamna politika (nosilec: teh. urednik).

Vsi predlogi novega urednika dr. N. Herakoviča so bili v času njegovega urednikovanja tudi uveljavljeni. V programski svet so bili poleg domačih strokovnjakov imenovani tudi tuji

znanstveniki: prof. dr. Hubertus Murrenhoff – Aachen, prof. dr. Hironao Yamada in prof. Takayoshi Muto – Japonska, prof. dr. Peter Kopacek – Avstrija in prof. dr. Gojko Nikoli – Hrvaška.

■ 4 Dosedanji uredniki in redni sodelavci revije

– mag. Anton Stušek (1995–1996) – ustanoviteljstvo in prvi urednik revije



Mag. Anton Stušek

– doc. dr. Niko Herakovič (1997–2004) – urednik po prenosu izdajateljstva revije na FS v Ljubljani; z novim konceptom vsebine (glej točko 3), novo zunanjo podobo revije in oblikovanjem programskega sveta; uvajanje rednega sodelavca (marketing in distribucija);



Doc. dr. Niko Herakovič

– doc. dr. Tomaž Perme (2005) – nova zasnova naslovnice; redni sodelavec – tehnični urednik;



Doc. dr. Tomaž Perme

– izr. prof. dr. Dragica Noe (2006–2007) – prehod na šest izdaj v letniku; razširitev vsebine z več prispevki s področij avtomatizacije in mehatronike, z upoštevanjem obrobni področij, kot so: merilna tehnika, računalništvo in informacijska tehnologija;



Izr. prof. dr. Dragica Noe

– prof. dr. Janez Tušek (2008 ...) – prenos izdajateljstva neposredno na FS

Ljubljana, novi koncepti vsebine z razširitvijo še na obrobno tematiko imenskih področij; poudarek na povečanju števila znanstvenih prispevkov tujih avtorjev in predstavitev tujih dobaviteljev opreme.



Prof. dr. Janez Tušek

Za ustrezno računalniško oblikovanje prispevkov, marketing in distribucijo že več kot 10 let skrbi redno zaposleni tehnični urednik Roman Putrih.

Lektoriranje besedil pa že od začetka izhajanja revije vestno in nadvse redno opravljajo Marjeta Humar, prof. – za slovenščino in dr. Paul McGuinness, g. Robert Mckenzie in mag. Nina Bostič Bishop – za angleščino.

Vsa leta, od leta 1997 naprej, kot pomočnik glavnega urednika deluje mag. Anton Stušek.

Se nadaljuje

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Pomanjkanje tehničnega kadra je pri nas kljub recesiji in gospodarski krizi še vedno prisotno

Gospodarska kriza in recesija trajata že skoraj dve leti. Število brezposelnih se pri nas in v svetu povečuje. Tehničnega kadra, inženirjev vseh tehničnih strok, pa pri nas še vedno primanjkuje. Živimo v času recesije in zmanjševanja gospodarske aktivnosti v skoraj vseh vejah industrije. To krizo za enkrat občutijo samo zaposleni v gospodarstvu, vsaj pri nas. Če se bo nadaljevala, bo prišla tudi do javnega sektorja in posledično tudi do šolajoče se mladine in študentov. Večina strokovnjakov svetuje kot izhod iz krize razvoj novih izdelkov in novih storitev. Kdo je bolj poklican k raziskavam in razvoju novih produktov in storitev kot prav inženirji tehničnih strok? Kako med mladimi vzbuditi zanimanje za tehniko ter naravoslovje na sploh, je večno vprašanje. Na vseh nivojih bi morali povečati priljubljenost tega študija med mladimi. Začeti bi morali že v osnovni šoli in nato nadaljevati v vseh srednjih šolah ne glede na usmeritev. Povečati moramo ugled poklica inženirja strojništva in sodelovanje med industrijo in akademsko sfero, ki deluje na področju tehnike. Tudi mladi raziskovalci bi morali biti bolj usmerjeni v gospodarstvo in reševati razvojne probleme za industrijo.

O naštetih vprašanjih smo se pogovarjali s prof. dr. Jakobom Likarjem, dekanom Naravoslovnotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.



Prof. dr. Jakob Likar

Ventil: Spoštovani dekan, prepričani smo, da bralci revije Ventil premo poznajo Naravoslovnotehniško fakulteto in posamezne usmeritve študija, ki se izvajajo na njej. Prosim, da na kratko predstavite fakulteto,

informatike kot modernemu razvoju prilagojen študij, ki ima svoje mesto od leta 1982 naprej. Tradicionalizem, ki je značilen za montanistične stroke, je živ in tudi v bodoče zagotavlja tesno povezavo človeka z ne-

njeno zgodovino, poslanstvo in posamezne usmeritve.

Prof. dr. Likar:

Ni zanemarljivo, da poteka študij rudarstva in geologije na ljubljanski univerzi že od leta 1919, ko je bila ustanovljena. Temu je sledil samostojni študij metalurgije od leta 1939 dalje, tekstilstva od leta 1956 naprej in kemijskega izobraževanja in

živo naravo. Skok čez kožo je elitna tradicionalna prireditelja, ki jo organizirajo diplomanti montanističnih ved vsaki dve leti od 1923 dalje, tudi na zunaj utrjuje povezanost med njimi v žlahtnem pomenu besede.

Čeprav že vrabci čivkajo, da moderna industrija ne sloni več na pridnih delovnih rokah, ampak na znanju in usposobljenih inženirjih, ki vztrajno delajo na tem, da bi človeku kot neločljivemu delu žive in nežive narave omogočili prijazno delo v ohranjenem in trajnostnem razvoju predanem okolju. Inženirstvo v kamninah in globoka spoznanja o lastnostih naravnih in umetnih materialov ter njihovega oblikovanja so osnovno vodilo aktivnosti, ki jih pokriva NTF na pedagoškem, raziskovalnem in znanstvenem področju. Naravoslovnotehniška fakulteta kot najvišja znanstvena institucija na področju geologije, rudarstva in geotehnologije ter metalurgije in materialov pooseblja jedro razvoja

in dolgoročne usmeritve navedenih ved ter ima posebno poslanstvo v Republiki Sloveniji. Zato profesorji na oddelkih v okviru naše fakultete v vsakem času delujejo v prid strokam, ki so jim bile osnova in vodilo v poklicnih karierah, z odprtostjo v svet raziskovanja in znanosti na mednarodnem prizorišču ob spodbujanju inovativnosti v industriji.

Ventil: Študij tehnike je bil pred tridesetimi in štiridesetimi leti v srednjeevropskem prostoru eliten. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je iz znanih razlogov izgubil ves ugled. To še posebno velja za študij metalurgije in drugih usmeritev na vaši fakulteti. Kako nameravate ugled ponovno dvigniti na nekdanji nivo? Tu mislim predvsem pri mladih, pri dijakih, ki po maturi izbirajo smer študija.

Prof. dr. Likar: S trditvijo, da je bil ves ugled, ki ga je imel študij na naši fakulteti v devetdesetih letih prejšnjega stoletja izgubljen, se ne morem strinjati. Dejansko je prišlo do znižanja nivoja v primerjavi s tistim, ki so ga dosegali naši predhodniki pred več desetletji, vendar to še ne pomeni, da je stroka pri tem bistveno nazadovala. Ob tem razmišljanju se pogosto pojavi vprašanje realne intelektualne moči strokovnjakov teh področij v smislu ustvarjanja novih idej, inovacij in novih tehnologij. Bežen pogled v zadnji dve desetletji in groba ocena razvoja pokažeta, da je bilo veliko narejenega tudi na razvojnih področjih, predvsem na tistih mestih, kjer so bile dane materialne možnosti, naj si bo v rudnikih in premogovnikih ter drugih rudarskih podjetjih kakor tudi v železarnah, jeklarnah in drugih metalurških obratih. Prav tako so bili narejeni pomembni razvojni koraki na področju geologije in sorodnih ved ter ne nazadnje na področju tekstilstva, oblikovanja in grafične tehnike. Za ustrezen razvoj posamezne stroke štejem tista dejanja, ki so primerljiva v mednarodnem okolju.

Mladim, ki se odločajo o svojem poklicu, bi pri njihovih odločitvah veliko pomagalo ustrežnejše osnovnošolsko in srednješolsko izobraže-

vanje, ki naj bi vsebovalo objektivne informacije o strokah v nevsiljivi in prijazni obliki, saj se je pokazalo, da so mladi zelo slabo seznanjeni z vsebinami in možnostmi, ki jih nudijo tehnične in tehnološko naravnane stroke. Ravno temu obveščanju naši oddelki v zadnjih letih posvečajo veliko pozornost predvsem z uporabo spleta ter z osebnimi stiki na posameznih srednjih šolah.

Ventil: V zadnjih letih je vaša fakulteta v Ljubljani in drugje v slovenskem prostoru dobila kar nekaj konkurence z ustanovitvijo novih fakultet in višjih strokovnih šol po različnih krajih Slovenije. Kako se soočate s to konkurenco in kaj sporočate mladim, ki se odločajo o izbiri študija in višje strokovne šole oziroma fakultete. V čem ima vaša fakulteta v Ljubljani prednost pred drugimi strokovnimi šolami v Sloveniji?

Prof. dr. Likar: Večina prvostopenjskih, drugostopenjskih in tretjestopenjskih študijskih programov na naši fakulteti je edinstvenih v Republiki Sloveniji, saj ni nobene druge fakultete, ki bi izobraževala enake inženirske profile. Delno je to vezano na tradicijo delno pa je posledica vodenja in razvijanja posameznih strok. Predvsem so mišljene stroke v okviru Montanistike. Zunanja podoba t. i. montanističnih ved je pogosto manj atraktivna že samo zaradi medijske izpostavljenosti v slabšalnem pomenu besede, naj si bo v okoljevarstvenem smislu kakor tudi v ocenah delovnega okolja. To preprosto v realnem svetu ni res, ker je pri nas in v razvitem svetu zelo dobro poskrbljeno za varnost in ustrezne delovne razmere. Pri navedenem ne morem mimo dejstva, da je podpora, ki jo nudi industrija, izjemnega pomena za ohranjanje in razvoj strok v okviru naše fakultete.



Elektronsko vodena stiskalnica za preizkušanje mehanskih lastnosti kamnin

Ventil: Poklic inženirja je še vedno domena moških. Kako to, da ta poklic, ne glede na področje, ni možno v večji meri približati dekletom in jih navdušiti za vpis in študij za pridobitev tega naziva?

Prof. dr. Likar: Čeprav se morda čudno sliši, v zadnjem desetletju študira na tako imenovanih »moških« študijskih programih vse več deklet, ki so v nekaterih primerih celo bolj »zagnane« od moških sovrstnikov, tako da v zadnjem času beležimo uravnoteženo razmerje. V kolegialnih pogovorih z njimi pogosto dobim občutek, da jih poleg zanimanja za neživo naravo, tehniko in tehnologijo v inženirske poklice vodi tudi enostaven življenjski cilj, da je pomembna tudi zaposlitev in opravljanje tistega poklica, za katerega se usposablja na fakulteti. Pogosto mladi razmišljajo bolj racionalno, kot pa smo jim pripravljene priznati.

Ventil: Po zakonu ste morali v tem šolskem letu na vseh študijskih smereh v prvem letniku uvesti tako imenovani »bolonjski« način študija. Mnogi strokovnjaki, v akademskih krogih in v industriji, so skeptični do bolonjske prenove študija. Kako vi osebno, ne kot dekan Naravoslovnotehniške fakultete, ampak kot strokovnjak iz prakse gledate na bolonjsko prenovo študija?

Prof. dr. Likar: Študijski programi so prenovljeni skladno z Bolonjsko deklaracijo in primerljivi s programi

na priznanih sorodnih fakultetah na različnih kontinentih. Nove študijske smeri in novi študijski programi dajejo široke možnosti izobraževanja na področju geotehnologije in rudarstva, študija materialov in metalurgije ob enkratnem študiju geologije kot v svetu pomembne in priznane naravoslovne vede. Na Oddelku za tekstilstvo sta poleg klasičnega tekstilnega inženirstva uvedena študija oblikovanja tekstilij in oblačil ter grafične tehnologije, ki prav tako nadgrajujeta osnovno tehnološko usmerjeno tekstilstvo.

Moje osebno mnenje je delno različno od tistega, ki je pogosto v različnih analizah. Odkar sem tako ali drugače povezan s šolo, tj. od osnovne šole naprej, v katero sem rad hodil, čeprav takrat niso uporabljali, ne vem kako sodobnih vzgojnih principov, lahko za nazaj ugotavljam, da so bili učni programi takšni, da so omogočali utrjevanje znanja ob razmišljanju načinu dojemanja novih vedenj in spoznanj. Kot mlad fant sem zelo rano spoznal, da se brez truda tudi čevelj ne obuje in da mora biti cilj, ki ga je treba doseči, jasno opredeljen. Spoznal sem tudi, da podarjenih stvari v realnem življenju ni, čeprav ima včasih človek občutek, da je nekaj dobil zastonj. Če to navežem na bolonjsko prenavo študija, ne morem mimo dejstva, da morajo biti za določen način nabiranja znanja dane ustrezne razmere in motivacija za večino tistih, ki sodelujejo v tem procesu. Verjetno bomo morali v bodoče posvetiti več pozornosti ravno tem dejstvom.

Ventil: Vaša fakulteta veliko sodeluje z domačo in tujo industrijo. Zaenkrat pa še ni takega sodelovanja, da bi posamezna podjetja imela na fakulteti svoje prostore ali celo laboratorije, v katerih bi skupaj raziskovali nove produkte in storitve raziskovalci s Fakultete in iz industrije. Ali ni zaupanja v industriji ali ni interesa na Fakulteti? Na kateri strani je krivda?

Prof. dr. Likar: Na tem mestu ne bi iskal krivca, pač pa bi rad povedal svoje videnje tega način dela. Za določene stroke, ki niso v tolikšni

meri vezane na laboratorijskoraziskovalno delo, je sodelovanje zgleddno, saj poteka večina teh aktivnosti na kraju samem. Tu imam v mislih predvsem specifične tehnologije v rudarstvu in geologiji ter delno v metalurgiji, kjer so raziskave organizirane v okviru spremljanja različnih procesov v naravi in izvajanja tehnologij v proizvodnih obratih. Da bi bilo zaupanje pravo, bi morala biti izdelana pravila, ne samo na papirju, pač pa spoštovana v praksi, tako da bi bili zaščiteni posamezni interesi sodelujočih. Treba je upoštevati, da v tržnem gospodarstvu preživi samo tisti, ki je sposoben dodajati k dodani vrednosti. To ni lahko udejanjati. Da je temu res tako, pričajo na novo ustanovljeni inštituti v okviru gospodarskih korporacij, saj so zaščita intelektualne lastnine in s tem povezani novi proizvodi in ne nazadnje dobičkonosnost pogosto prevečkrat postavljeni na tanek led.

Ventil: Veliko univerzitetnih profesorjev je vrhunskih, svetovno priznanih strokovnjakov, ki veliko objavljajo v eminentnih tujih znanstvenih revijah. Veliko profesorjev zelo veliko dela za industrijo, so praktično usmerjeni in nekoliko manj objavljajo v tujih revijah. Veliko profesorjev je odličnih pedagogov, ki manj delajo z industrijo in manj objavljajo, a so zelo priljubljeni med študenti. Vemo, da vsak pedagog na vseh teh področjih ne more biti v svetovni špici. Kakšen tip profesorja je po vašem mnenju idealen za vašo fakulteto?

Prof. dr. Likar: Moje osebno mnenje je, da idealnih profesorjev ni, je pa res, da se nekateri po eni ali drugi poti lahko približajo zgornji kakovostni tretjini na področju visokošolskega izobraževanja. Če zopet izhajam iz lastne izkušnje, je visokošolsko izobraževanje inženirja v



Triosna celica za preizkušanje trdnostnih in deformabilnostnih lastnosti kamnin pri vsestranskih tlakih do 25 MPa

splošnem pomenu besede vezano na široko področje tematik, ki so na tak ali drugačen način povezane s stroko. Meni je ostalo v spominu veliko zgleddov, ki so mi jih posredovali učitelji tako s teoretičnega kot praktičnega področja, saj je rudarstvo dokaj zapletena stroka, ki se ukvarja z neživo naravo in sodobnimi tehnikami in tehnologijami v zemeljski skorji. Zato je pretirano zahajanje na praktično ali teoretično področje za stroke na naši fakulteti neproduktivno – vsaj na prvostopenjskem študiju. Univerzitetni program pa je pisan na kožo nadaljnjemu izobraževanju. Nadaljevanja študija na drugi in/ali tretji stopnji zato mora vsebovati globlja teoretična spoznanja, ki jih je moč nadgraditi z inovativnimi in strokovno uspešnimi idejami.

Ventil: Večina fakultet Univerze v Ljubljani ima velike prostorske težave. Kakšna je prostorska situacija pri vas in kako jo boste v bodoče reševali?

Prof. dr. Likar: Prostorske razmere na naši fakulteti niso več ustrezne in niso primerne sedanjemu načinu dela. V kolikor bomo pospešeno razvijali določena področja, potem bo prostorska stiska zelo huda. Vsekakor bi bilo smiselno razmišljati o novi lokaciji v sklopu novogradenj nekaterih naravoslovnih in tehničnih fakultet ali pa celovito rešiti širše območje Aškerčeva ceste.

Ventil: Celotna Univerza v Ljubljani, podobno je tudi na drugih univerzah pri nas, je izredno zaprta

za druge strokovnjake. Praktično je nemogoče, da bi še tako priznan znanstvenik, domač ali tuj, dobil službo na Univerzi v Ljubljani. Kar veliko profesorjev je na Univerzi v Ljubljani študiral, magistriral, doktoriral in pridobilo najvišje pedagoške naslove. Vemo, da je drugje po svetu drugače. Tudi vi ste prišli na fakulteto iz industrije. Kako gledate na vzgojo in na pridobivanje pedagoškega kadra?

Prof. dr. Likar: Sam sem imel pestro strokovno in raziskovalno pot, saj sem v Rudniku živega srebra v Idriji najprej »dal skozi« vsa rudarska dela, vključno z globinskim vrtnjem in vodenjem revirja v jami. Kot mlad inženir sem delal pri prof. Ivanu Sovincu, mednarodno priznanem strokovnjaku s področja geometrike, kjer sem spoznal del stroke, ki se ukvarja z gradbeništvom. Pot me je vodila na Rudarski inštitut Ljubljana, kjer sem

več kot deset let raziskovalno delal na področju rudarstva in gradbenišva itd. Zakaj sem to navedel? Zato, ker menim, da je poučevanje na fakulteti vezano na določeno »širino« ljudi, ki to počnejo. V zvezi s tem bi bila potrebna določena odprtost navzven v smislu delovanja tujih strokovnjakov ob primernem ohranjanju več kot polovične kvote lastnih znanstvenih kapacitet.

Ventil: Število študentov na tehničnih fakultetah se je v zadnjih letih povečalo. Med mladimi se interes za študij tehnike povečuje. Vemo pa tudi, da povečano število vpisanih študentov še ne pomeni dviga kakovosti diplomantov. Verjetno bi si želeli pridobiti večje število nadarjenih dijakov, ki jim je tehnični talent prirojen ali vsaj privzgojen. Kako takšne dijake v srednji šoli prepoznati in navdušiti in kako jih privabiti na tehnične fakultete?

Prof. dr. Likar: Enostavno, a obenem težko. Tehnične vsebine je treba mladim v prijazni obliki približati že v osnovni šoli in kasneje v srednji. Sodobni pripomočki in predvsem medmrežje, ki je na žalost v mnogih primerih dobilo prizvok zasvojenosti, so osnova za povečanje zanimanja za tehnične poklice. Pri tem imajo pomembno vlogo tudi pedagogi, ki so mnogokrat ne po svoji krivdi napačno ali boljše rečeno slabo informirani o tehničnih poklicih, ki so in bodo osnova za razvoj človeštva v širokem pomenu besede.

Profesor Likar, v imenu uredništva in bralcev revije Ventil se Vam zahvaljujem za pogovor in Vam želim veliko uspehov v zasebnem življenju kakor tudi v poklicni karieri.

Prof. dr. Janez Tušek
UL, Fakulteta za strojništvo

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



najavljajo 7. posvet

**AVTOMATIZACIJA
STREGE IN MONTAŽE 2010 – ASM '10**

v četrtek, 18. 11. 2010, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Otvoritev prenovljenega laboratorija za varjenje – LAVAR – na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani

Ob odprtju prenovljenega laboratorija za varjenje je bila na Fakulteti za strojništvo v petek, 19. marca, krajša slovesnost. Najprej je vodja laboratorija prof. dr. Janez Tušek pozdravil navzoče in zelo na kratko predstavil novosti laboratorija. Spomnil je, da je preteklo precej let, odkar je bil laboratorij nazadnje prostorsko prenovljen in opremljen z novo sodobno opremo. Že lani so bila obnovljena tla. Nekaj podpornih in ojačanih sten, ki niso več služile namenu, je bilo odstranjenih. Laboratorij za varjenje je namreč v kleti stare stavbe. V prvem nadstropju, nad laboratorijem, pa so bili v preteklosti nameščeni težki obdelovalni stroji, zato so morale biti stene ojačane. Pred nedavnim so bili ti težki stroji odstranjeni in zato ni bilo več potrebe po večji nosilnosti plošče nad laboratorijem za varjenje. Za odstranitev nekaterih nosilnih sten smo morali pridobiti soglasje pooblaščenega statika. Z odstranitvijo omenjenih sten smo povečali samo površino in pridobili predvsem na funkcionalnosti celotnega prostora

Poleg tega je bila obnovljena vsa električna in vodovodna inštalacija, obnovljena so bila okna in vrata. Popolnoma nova je odsesovalna naprava z več odjemnimi mesti, ki zagotavlja dobre delovne pogoje tudi pri najbolj umazanem varilskem delu pri vajah za študente ali pa pri razvojnoraziskovalnem delu. Omeniti pa je treba, da je tudi na področju varilstva vedno manj umazanega dela in da so praktično vse tehnike spajanja v zadnjem obdobju doživele velik napredek, tudi na področju brizganja, dimljenja in kovinskih par, izpuščenih v zrak. Prof. Tušek je na kratko opisal tudi novosti, pridobljene v zadnjem letu.



Slika 1. Utrinek z otvoritve

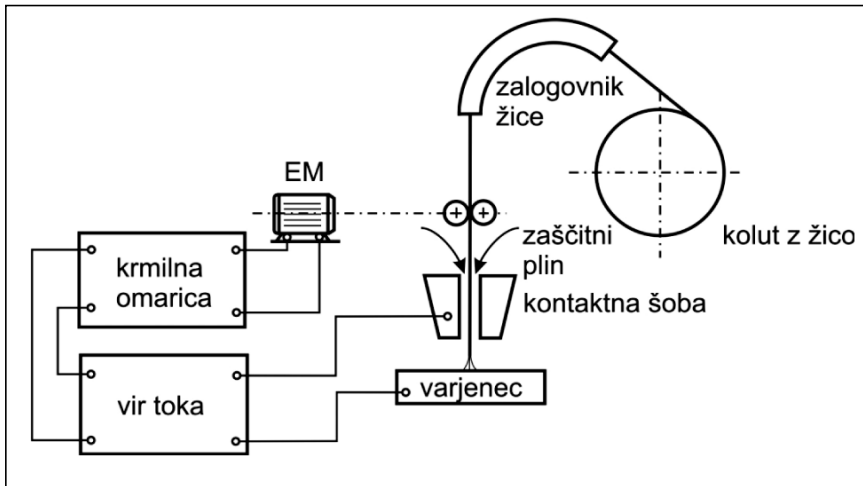
Nagovoru prof. Tuška je sledil pozdravni nagovor prodekana za pedagoško delo prof. dr. Mirka Sokoviča, ki je nadomeščal službeno odsotnega dekana prof. dr. Jožefa Duhovnika.

Največja in tudi najdražja novost v laboratoriju je varilni robot, ki je smiselno povezan z napravo za varjenje MIG (Metal Inert Gas) po postopku CMT (Clod Metal Transfer). To je izboljššan postopek varjenja MIG z izboljšano regulacijo pogona varilne žice in z natančnejšo enoto za nastavljanje varilnih parametrov.

Oprema za postopek CMT je shematsko prikazana na *sliki 2*. Na prvi pogled je podobna opremi za varjenje MIG ali pa za spajkanje MIG. Bistvena in zelo pomembna razlika je v posebni spremenjeni in izboljšani enoti za pogon varilne žice. Kot vir varilnega toka služi sinergetska naprava, ki omogoča varjenje z enosmernim tokom s tokovnimi pulzi (tokovnimi utripi). Za varjenje zelo zahtevnih materialov je možno varilni tok nastaviti z dvojnimi tokovnimi utripi, ki pripomorejo h kakovostnejšemu varjenju. Poleg nihanja žice lahko med posameznimi periodami

nastavimo poljubno frekvenco nihanja toka. Na ta način lahko dodatno ogrejemo varjenec, ne da bi dodajali dodajni material iz žice.

Vir toka je opremljen s krmilno omarico, s kolutom za žico, z zalogovnikom žice, z računalniško enoto in s cevni paketom. Posebno enoto predstavlja sistem za pogon žice. Ta omogoča pogon žice naprej in nazaj. Frekvenca nihanja je nastavljiva od 50 do 70 Hz. Ta sistem ima poseben cevni sistem z zalogovnikom žice, v katerem se žica »shrani« za tisti čas, ko se pomika nazaj. To pomeni, da kolut žice ni obremenjen s pomikom naprej in nazaj, ampak se pomakne nazaj le tisti del žice od zalogovnika do kontaktne šobe. Ob vsakem premiku žice nazaj se del žice odtali in ostane na varjencu. S spreminjanjem pomika žice naprej in nazaj se spreminja električna upornost v celotnem tokokrogu. Ko se žica med varjenjem ali 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 spajkanec vnese manj energije in da je »uvar« zelo nizek. V primeru spajkanja pa »uvara« sploh



Slika 2. Shematski prikaz opreme za varjenje ali spajkanje po postopku CMT

ni. To je značilnost spajkanja, pri katerem se tali le dodajni material, osnovni pa se le ogreje do delovne temperature. In prav v tem se razlikuje od varjenja.

S pravilno nastavitvijo tokovnega impulza lahko dosežemo, da se žica kot dodajni material odtaljuje v enako velikih ter enako oblikovanih kapljicah in v enakomernih časovnih presledkih.

Na *sliki 3* je prikazan robot s šestimi prostostnimi stopnjami, kar pomeni, da z njim lahko varimo in spajkamo v vseh legah. Pri varjenju v prisilnih legah je to še kako pomembno.

Druga zelo pomembna pridobitev je simulator za učenje obločnega varjenja, ki nam ga je »posodilo« podjetje Ingvar, d. o. o., predstavnik Froniusa v Sloveniji, katerega direktor je g. Pečlin. Glede na odzive študentov, ki so se v tem času preizkusili na tej napravi, je to prav gotovo izjemno dober pripomoček za učenje. Pomembno je, da učenca spodbuja točkovanje.

Glede na lego varjenja in lego varilca obstaja več vrst simulatorjev. V splošnem varilec pri simulatorju vari sede in praktično v vseh legah. Lahko med varjenjem tudi stoji, kar je prikazano na *sliki 4*. Varilec lahko vari tudi nad glavo. Za to varjenje mora imeti simulator vgrajeno posebno nadglavno polico, na katero se pritrdi vzorec za varjenje.



Slika 3. Varilni robot

Omenjeni simulator je prilagojen za varjenje po postopku MAG/MIG. Napovedi so, da bo že v tem letu simulator prilagojen tudi za ročno obločno varjenje z oplaščeno elektrodo in za varjenje TIG.

Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani vsekakor razmišljamo, da bi simulator pridobili v trajno last in da bi ga v laboratoriju tudi stalno uporabljali za vaje za študente. Ne gre za to, da bi študenti postali varilci, ampak da bi bodoči inženirji spoznali parametre, ki vplivajo na potek varjenja, pomembnost varjenja in težavnost samega poklica. Poleg tega bi



Slika 4. Varilni simulator za učenje obločnega varjenja

bodoči inženirji sami spoznali, da je za opravljanje poklica varilec potreben talent, ki ga tisti, ki želi postati varilec, ima ali pa ne.

Simulator je neke vrste stimulirana računalniška igra. Varilec mora voditi gorilnik po optimalni liniji, kot bi delal var. To pomeni, da mora v prostoru obvladati vse tri dimenzije. Poleg lege gorilnika, dolžine obloka in prostega konca žice mora varilec na simulatorju s pravilno in optimalno hitrostjo premikati gorilnik v smeri nastajanja vara. Kakovost vodenja pištole se točkuje, kar je za študenta in za vsakogar, ki se pomeri s simulatorjem, zelo stimulatивно in spodbujevalno. Na *sliki 3* vidimo zunanost simulatorja z ekranom za prikaz rezultatov in izbire načina varjenja, varilca v stoječem stanju in z držanjem varilnega gorilnika, ko izdeluje navpični var v sočelnem zvarnem spoju z varom V.

Tretja omemba vredna pridobitev sta dve napravi za varjenje z ultrazvokom. Obe smo dobili brezplačno za propagando firm med študenti. Prva je primerna za varjenje umetnih snovi. To nam je »posodilo« nemško podjetje Hermann Ultraschalltechnik, podjetje, specializirano za proizvodnjo naprav in pripravo tehnologije ultrazvočnega varjenja umetnih snovi. Z varjenjem kovin se ne ukvarjajo.

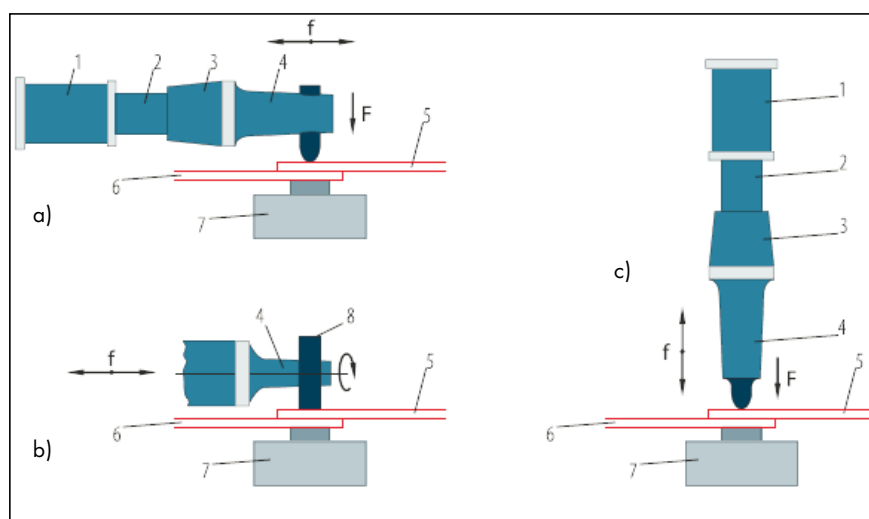
Ultrazvočno varjenje je poznano že več kot pol stoletja. Danes je njegova raba zelo razširjena. Uporablja se za zvarjanje kovin in termoplastov. Osnovni tehnološki princip zvarjanja je za omenjene materiale dokaj različen. Pri zvarjanju dveh kovinskih elementov moramo med ploskvama, ki ju zvarjamo, ustvariti klasično trenje (mikrotrenje), pri katerem se razvije toplota in s katerim pride do mikrodeformacij, do razkroja oksidov in nečistoč, povišanja temperature, tvorjenja medatomarnih in medmolekularnih sil in posledično do »me-

hanskega« spoja. Pri zvarjanju termoplastov pa se ustvari trenje med molekulami, ki se omehčajo (zaradi dovoda mehanske energije se vezi med molekulami razrahljajo), kar omogoči nove kemične vezave med molekulami iz obeh varjencev, kar je osnova za tvorjenje spoja.

Na *sliki 5* so shematsko prikazane naprave za ultrazvočno varjenje. *Slika 5a* prikazuje napravo za točkovno varjenje kovinskih materialov. Zvezno oziroma kolutno varjenje kovinskih materialov se izvaja z napravo na *sliki 5b*. Za varjenje termoplastov pa se uporablja naprava, prikazana na *sliki 5c*.

Ultrazvok je mehansko valovanje elastičnega medija s frekvenco nad 16 kHz, kar pomeni, da za človeško uho ni slišen. Pri ultrazvoku podobno kot pri slišnem zvoku nihajo mehanski delci (molekule in atomi). V splošnem se lahko ultrazvočno valovanje ustvari z različnimi piščalmi in z drugimi posebnimi napravami. Za industrijsko uporabo pa se ultrazvok najpogosteje dobi z magnetostrikcijo ali piezoeffektom

Magnetostrikcijski pretvornik je izdelan iz jedra, ki ga sestavljajo tanke (0,1–0,3 mm), med seboj izolirane pločevine. To jedro je obdano z navi-



Slika 5. Naprave za ultrazvočno varjenje materialov: a – naprava za točkovno varjenje kovinskih materialov, b – naprava za zvezno (kolutno) varjenje kovinskih materialov, c – naprava za varjenje termoplastov; 1 – pretvornik električnih nihanj v mehanska nihanja (konverter), 2, 3 – pretvornik nihanj (transformator), 4 – sonotroda, 5, 6 – varjenca, 7 – varilna miza, 8 – kolut za kolutno varjenje, F – mehanska sila stiskanja, f – frekvenca nihanja

tjem, po katerem teče tok visoke frekvence. Zaradi medsebojnega učinka električnega in magnetnega pretoka začne jedro nihati in oddajati mehansko valovanje (ultrazvok) z enako frekvenco, kot jo ima električni tok, ki teče skozi navitje. To nihanje se prenaša preko sonotrode do varjenca, kjer se izrabi za zvarjanje

Piezoeфекt temelji na dejstvu, da nekateri kristali, najbolj znan je kristal kremen (SiO₂), oddajo električni naboj, če jih mehansko obremenimo. Efekt je tudi obraten, kar pomeni, da kristal spremeni svoj volumen, če ga obremenimo z električno napetostjo. Kremenov kristal ima sposobnost, da se razteza in krči, če ga obremenimo z izmenično električno napetostjo. Frekvenca mehanskega nihanja je enaka frekvenci izmeničnega električnega toka.

V splošnem lahko za naprave za ultrazvočno varjenje uporabljamo magnetostrikcijo ali pa piezoeфекt. V veliki večini primerov se danes uporablja piezoeфекt.

V principu poznamo točkovno in kontinuirano (kolutno) ultrazvočno varjenje. Pri točkovnem pa razlikujemo še dva različna principa, prikazana na sliki 4a in 4c.

Pri ultrazvočnem varjenju mora biti spodnji varjenec fiksni, zgornji pa niha s frekvenco ultrazvoka oziroma v zgornjem varjencu nihajo molekule ali kristalna zrna. Z nihanjem se ustvari mikrotrenje, ki povzraha temperaturo med ploskvama in razbije nečistoče ter okside, kar omogoči difuzijo posameznih elementov, tvorjenje novih kemičnih vezi, novih spojin in faznih struktur. V največji meri pa po varjenju spoj iz kovinskih materialov temelji na »mikromehanski« povezavi.

Varilni parametri so: frekvenca nihanja za varjenje kovinskih materialov znaša od 16 do 65 kHz, sila stiskanja varjencev, ki je najbolj odvisna od vrste materiala, ki se vari, amplituda nihanja, ki znaša od nekaj µm pa do 50 µm, in čas varjenja, ki se meri v desetinkah sekunde.

Ultrazvočno varjenje največ uporabljamo za zvarjanje tanjših in manjših kovinskih in nekovinskih elementov. Najpogosteje so električni kontakti iz bakra, srebra in njihovih zlitin, varimo kovinske membrane, kovinske folije in od nekovinskih materialov najpogosteje termoplaste, kot so razna ohišja gospodinjstskih aparatov, drugih manjših strojev, delov za avtomobilsko industrijo, otroške igrače in podobno. Zelo veliko različnih kovinskih materialov, ki se sicer slabo vari, lahko ultrazvočno zavarimo v trajno vezo.

Poleg omenjenih novosti v laboratoriju načrtujemo, da bomo letos pridobili napravo za varjenje z gnetenjem. To je postopek varjenja z mehansko silo, s posebnim čepom, ki se vrti med dvema varjencema in od vsakega varjenca odreže del materiala, ga zgnete in tvori zvarni spoj brez uporabe toplotne energije.

*Prof. dr. Janez Tušek,
vodja laboratorija za varjenje –
LAVAR*

INGVAR d.o.o.
Generalni zastopnik za varilno opremo
 Ptujška 19, 1000 Ljubljana
 Tel.: 01/236 14 20
 El. naslov: ingvar@siol.net



Fronius

Optimalna izbira in vzdrževanje maziv

10. februarja je v prostorih podjetja Petrol, d. d., potekal seminar z naslovom Optimalna izbira in vzdrževanje maziv, ki ga je v okviru svojih rednih izobraževanj organiziralo Društvo vzdrževalcev Slovenije. Izvedli sta ga podjetji Petrol, d. d., (mag. Aleš Arnšek) in Olma, d. d., (mag. Milan Kambič). Kljub slabemu vremenu (po Sloveniji je ta dan močno snežilo) se ga je udeležilo vseh 37 prijavljenih. Struktura udeležencev je bila pestra, saj so bili prisotni predstavniki proizvajalcev in prodajalcev maziv, proizvajalcev in prodajalcev hidravlične opreme, seveda pa tudi tehnologi in vzdrževalci iz slovenske industrije.

V uvodnem delu je tajnica Društva vzdrževalcev Slovenije gospa Suzana Štefanič pozdravila udeležence (slika 1), na kratko predstavila dejavnost društva in povabila morebitne nečlane k včlanitvi v društvo z dolgoletno tradicijo v slovenskem prostoru.

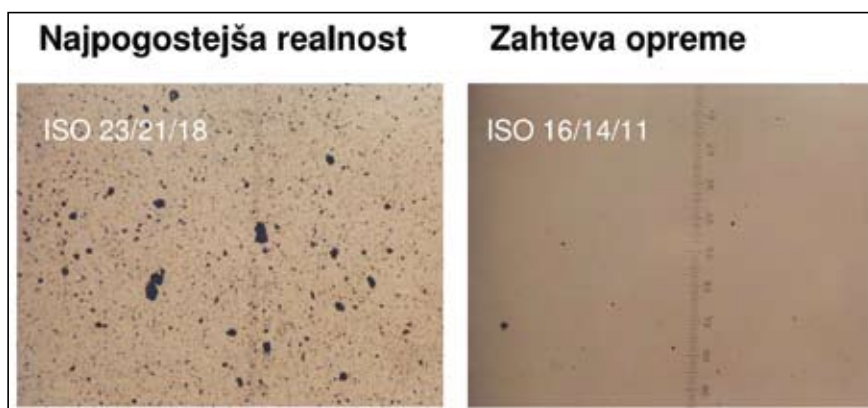


Slika 1. Udeleženci seminarja Optimalna izbira in vzdrževanje maziv

vpliva je prikazal različne standarde za stopnjo čistosti, način določanja in priporočene stopnje. Med stopnjo čistosti sveže hidravlične tekočine in zahtevano v sodobni hidravlični opremi je velik razkorak, kar prikazuje slika 2.

V zaključnem delu prispevka o hidravličnih tekočinah pa se je posve-

til vprašanjem, ki so aktualna predvsem za uporabnike teh izdelkov, od ocene stanja uporabljane tekočine, kjer se poleg klasičnega nadzora pojavljajo alternativni načini, najpogostejših napak pri uporabi, dopustne vsebnosti vode, do mešanja različnih gradacij hidravličnih tekočin iste vrste.



Slika 2. Kakšna je videti stopnja čistosti

V prvem delu seminarja je mag. Milan Kambič opisal izbiro in vzdrževanje hidravličnih tekočin. Naštel je različne vrste hidravličnih tekočin, omenil novejša trenda na področju hidravlične opreme in najpomembnejše specifikacije. V nadaljevanju je poudaril problem kontaminacije hidravličnih tekočin. Po navedbi vrst in izvora kontaminantov ter njihovega negativnega

Drugi del seminarja je bil namenjen mazalnim mastem. Mag. Aleš Arnšek je prikazal definicijo masti in njene prednosti ter slabosti v primerjavi z oljem. V nadaljevanju je omenil načelno sestavo masti. Ob tem je podrobneje predstavil različne možnosti baznih olj (prednosti in slabosti mineralnih in sintetičnih baznih olj in vpliv njihove viskoznosti na končne lastnosti masti), zgoščevalcev (vrste in lastnosti zgoščevalcev na osnovi kovinskih mil in nekonvencionalnih zgoščevalcev) in aditivov.



Slika 3. Standardno označevanje masti – primer oznake po ISO 6743/9



Slika 4. Princip ledene gore

V nadaljevanju je prikazal različne razvrstitve masti, ob zaključku pa še standardno označevanje masti, ki je prikazano na sliki 3, in združljivost različnih zgoščevalcev. Tretji del seminarja je bil posvečen

hladilno-mazalnim sredstvom za obdelavo kovin. Mag. Kambič je na principu ledene gore, ki je prikazan na sliki 4, skušal razložiti, zakaj je zelo napačno, če pri izbiranju izdelka dajemo prevelik poudarek le njegovi

ceni. V uvodnem delu je naštel trende na področju materialov orodja in obdelovanca, potem pa prikazal delitev in sestavo hladilno-mazalnih sredstev in naštel vplivne dejavnike za njihovo izbiro. Največji poudarek je bil na uporabi izdelkov, pri čemer je opozoril že na pravilno pripravo, predvsem pa ustrezno vzdrževanje, vključno s kontrolo mikroorganizmov. Omenil je tudi načine odstranjevanja odpadnih hladilno-mazalnih sredstev ter ukrepe za zaščito zdravja delavcev in varovanje okolja.

Večina udeležencev je seminar ocenila kot zelo dober, nekateri pa so našeli tudi možnosti za nadaljnje izboljšave.

Mag. Milan Kambič, OLMA, d. d.



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, vodaglikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, poliol, ter seveda za mineralna, transmisijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumnski 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 železarnah in lesni industriji, v letalnih in napravah za simulacijo vožnje.

ZASTOPA IN PRODAJA
PPT commerce d.o.o.
 Pavšičeva 4
 1000 Ljubljana
 Slovenija
 tel.: +386 1 514 23 54
 faks: +386 1 514 23 55
 e-pošta: ppt_commerce@siol.net

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili

Servo krmilni sistemi za vozila- viličarje, traktorje, gradbene stroje ...

A-S HYDRAULIC

Izjemno uspešen strokovni dogodek za Obrtno-podjetniško zbornico Slovenije

Strokovni dogodek, ki smo ga v soboto 13. februarja, organizirali za naše lane obrtnike in podjetnike, bo gotovo ostal v spominu kot eden najbolj koristnih doslej. Dvorana na območju obrtno-podjetniški zbornici Maribor je bila premajhna, da bi lahko sprejela vse udeležence. Prijav smo imeli preko 150, v dvorano smo uspeli sprejeti le 106 udeležencev.

Strokovni dogodek je organiziral odbor za znanost in tehnologijo pri OZS za člane sekcije elektronikov in mehatronikov. Strokovne teme so bile osredotočene na prehod z analogne na digitalno televizijo. Jasno je, da se ta prehod že dogaja in da bomo v Sloveniji konec leta 2010 izključili vse analogne oddajnike in v celoti prešli na digitalno oddajanje in sprejemanje TV-signalov. Trije strokovnjaki so zelo celovito predstavili aktualne tehnologije in tehnične rešitve prehoda. Zadeva pa seveda kljub temu ni tako preprosta, kot je videti na prvi pogled. Slovenija je sprejela standard MPEG – 4 in tonski kodeks AAC. To pa določa, kakšni bodo morali biti novi TV-sprejemniki oziroma dekodirji (imenovani **Set-Top Box-i**). Gre seveda za napravo, ki jo pri starejših TV-sprejemnikih namestimo med antenski sistem in TV-aparat in si s tem zagotovimo sprejemanje signala DVB-T. DVB-T je kratica za Digital Broadcasting -Terrestrial, kar pomeni prizemna digitalna videoradiodifuzija. Prizemna pomeni, da signal oddajamo iz oddajnikov na zemlji in ne iz satelita ali preko kabelskih sistemov. Strokovne teme so predstavili **Igor Funa**, specialist za radiodifuzijo iz APEK-a (Agencije za pošto in elektronske komunikacije Republike Slovenije), tehnični direktor podjetja Telesis, d. o. o., **mag. Tomaž Bokan** in vodja laboratorija za digitalne sisteme in elektronske komunikacije na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo



Utrip iz strokovnega seminarja na OOOZ Maribor

in informatiko Univerze Maribor **doc. dr. Iztok Kramberger**. Kramberger se je osredotočil predvsem na področje najnovejših zaslonskih tehnologij OLED, PMOLED, AMOLED, TOLED in FOLED, ki bodo v naslednjih letih močno izpodrinile zdaj obstoječe zaslonske tehnologije, kot sta plazma in LCD. Kramberger pa je posebej izpostavil pomen tridimenzionalne TV in veliko uporabnost tretje dimenzije. V njegovem laboratoriju namreč tudi sami razvijajo napredne sisteme, zavedajo pa se uporabnosti novih materialov in še zlasti nanotehnologije, ki postaja aplikativna na številnih področjih tudi v sodobnih avdio- in videonapravah.

Strokovnjaka Ivan Funa in mag. Tomaž Bokan sta predstavila pomembne podatke o prehodu z analogne televizije na digitalno. Predstavila sta tudi drugi oz. B-multipleks, ki ga sicer pri nas gradijo Norvežani. Njuno strokovno predstavitev bom strnil v nekaj koristnih nasvetov in informacij. Slovenija se je skupaj s sosednjimi državami pred leti odločila za digitalno oddajanje in sprejemanje signala. Digitalni način ima namreč velike prednosti pred analognim: učinkovitejša raba spektra, enostavno vpeljevanje novih

storitev in HDTV oziroma televizija visoke ločljivosti. Za digitalno oddajanje potrebujemo dve tehnologiji, digitalni prenos podatkov (modulacija) in učinkovit prenos zvoka in slike (kodiranje). Kakovost slike in zvoka v digitalni televiziji je odvisna od učinkovitosti kodirnih postopkov in količine bitnega pretoka, dodeljenega posameznemu programu. Digitalna televizija omogoča prenos slike in zvoka višje kakovosti v primerjavi z analogno tehniko, vendar prenos večjega števila programov znotraj enega DVB-T-kanala pomeni delitev skupne količine bitnega pretoka med posamezne programe, kar pomeni, da manjši pretok za posamezni program zahteva močnejšo kompresijo, kar pa znižuje kakovost slike. Bitni pretok pa za lažje razumevanje pomeni število prenesenih bitov (bit je osnovna in hkrati najmanjša enota informacije) v časovnem obdobju in je najpogosteje vezana na sekundo (na primer Mbit/s). Kot zelo pomemben podatek lahko navedem informacijo, da ima sistem digitalne televizije DVB-T posebno možnost, da več oddajnikov oddaja na isti frekvenci (TV-kanalu). S tem se seveda izboljša izkoristek frekvenčnega prostora. Takšni oddajniki morajo biti med se-

boj časovno in frekvenčno sinhronizirani. Glede na velikost zaščitnega intervala je omejena največja razlika poti signala med oddajniki in sprejemnikom. Dobro je tudi vedeti, da je pri nakupu nove opreme, TV aparata ali Set-Top Boxa potrebno upoštevati aktualne standarde, ki že veljajo v Sloveniji, in tudi tiste, ki bodo kmalu nadgradnja obstoječih. Pomembno je, da mora nova oprema v primeru, če sprejemate signal DVB-T, izpolnjevati zahtevane tehnične možnosti, kot so standard MPEG-4 in tonski kodeks AAC. Za standard kodiranja MPEG-4 (AVC oziroma H.264 za sliko in AAC za zvok). Na pohodu so tudi novi sprejemniki DVB-T2, ki pa se bodo

pri nas predvidoma prodajali šele naslednje leto. Tudi oddajanje vsebin HD z novim standardom DVB-T2 bo aktualno šele v naslednjem obdobju. Če TV-programe sprejemate preko satelita, kabelske TV, interneta ali IPTV, vam ni treba zaenkrat ničesar dokupiti ali spreminjati.

Uspešen strokovni dogodek obrtno-podjetniške zbornice Slovenije pa je ponovna potrditev, da obrtniki in podjetniki še kako sledijo novostim in spremembam.

*Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije*



Rexroth

Bosch Group






OPL

automation

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

Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: opl.trzin@siol.net
www.opl.si

HPE

HPE d.o.o., Ljubljana

T: 01-5631-352
E: info@hpe.si
I: www.HPE.si



- Strokovna pomoč pri iskanju celovite rešitve komprimiranega zraka z meritvami in analizo obstoječega stanja.
- Ugotavljanje prihranka energije in izdelava simulacij.
- HPE je servisno orientirano podjetje, ki izvaja servis na vseh tipih kompresorskih postaj.
- Ultrazvočni in SPM pregled vijačnih blokov za zagotavljanje nemotene proizvodnje in preventivnega vzdrževanja.
- Lastni razvoj krmilnih in nadzornih sistemov PLC kompresorskih postaj zapiraneke energije.
- Izvedba kompresorske postaje na ključ, z izdelavo PZI in PID dokumentacije.
- Uradni zastopnik za prodajo in servis kvalitetne opreme za komprimiran zrak svetovno največjega proizvajalca INGERSOLL-RAND, ter merilne opreme FCI, GEMINI, KTEK.









international trade fair of
automation & mechatronics

26. - 28.01.2011

Celje, Slovenia, www.ifam.si

7. IFK – osrednji svetovni dogodek panoge

Konferenca **7. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (7. IFK)**, ki je med 22. in 24. marcem potekala v Aachnu, je brez dvoma ena najpomembnejših in največjih panožnih konferenc na svetu in vodilna v Evropi. To potrjujejo sledeče številke: 750 udeležencev iz 35 držav z vsega sveta, 170 prispevkov in množica spremljevalnih dogodkov (strokovne delavnice, posterska sekcija, razstava, ogled inštituta, ekskurzije, ...). Dovolj zgovorna dejstva, da je to osrednji svetovni dogodek panoge, na katerem se srečujejo najvidnejši strokovnjaki s področja hidravlike in pnevmatike ter avtomatizacije in pogonov, izvedenih z uporabo te tehnike.

Zametki današnje oblike konference segajo (dokaj) daleč v preteklost, saj izhajajo iz tradicionalnih strokovnih srečanj (aachenski fluidnotehnični kolokviji in konference *Hydraulik und Pneumatik*), ki so potekala od leta 1974 dalje v centrih razvoja fluidne tehnike v obeh Nemčijah, na zahodu v Aachnu in na vzhodu v Dresdnu oz. Magdeburgu. Po združitvi obeh Nemčij so srečanja prerasla v mednarodno konferenco, ki sedaj na dve leti poteka izmenoma v Aachnu oz.

Dresdnu. V Dresdnu je organizator konference tamkajšnji Institut für Fluidtechnik, v Aachnu pa IFAS – Institut für hydraulische Antriebe und Steuerungen na RWTH Aachen, v okviru katerega je potekala tudi organizacija letošnjega srečanja. Dogodek je bil organiziran tudi v sodelovanju z Združenjem za napredek fluidne tehnike iz Aachna (*Fördervereinigung Fluidtechnik e.V.*), s strokovnim združenjem nemške strojegradnje VDMA (*Fachverband Fluidtechnik im VDMA*) in FPCE – Mreže centrov fluidne tehnike v Evropi (*Network of Fluid Power Centres in Europe*).

Že sam uvod v konferenco je bil več kot zanimiv. V govoru ob odprtju konference je predsedujoči združenja VDMA poudaril pomen raziskav in vzgoje kadrov. Tako se preko raziskovalnega fonda VDMA-Fluidtechnik združuje v okviru skupnih projektov kar 60 vodilnih nemških podjetij s tega področja. Poleg neposrednega financiranja in javnih sredstev, npr. BMWi (*Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie*) na področju skupnih industrijskih raziskav in AiF (*Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen*), se na nemških inštitutih za fluidno tehniko vsako leto izvaja več kot deset projektov. Na ta način je brez dvoma možno izvajati kvalitetno izobraževanje podmladka in seveda ohranjati vo-

7ifk

dilno vlogo svetovne velesile na tem področju tehnike.

Zlasti strojegradnja je na ta način v zadnjih letih nenehno povečevala svoje kapacitete inženirjev in jih v zadnjih 25 letih podvojila na okrog 150.000. Tudi v času krize se inženirji še kar naprej iščejo. Razen tega pa so podjetja v zelo slabih mesecih leta 2009 vse aktivnosti usmerjala v reševanje in ohranjanje svojega kvalificiranega strokovnega osebja.

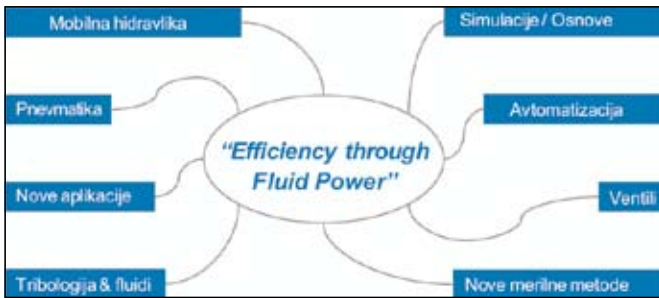
Fluidna tehnika je v letu 2009 doživela vsesplošen upad. Še posebej so bili zaradi previsoko postavljenih kvot zalog prizadeti dobavitelji. V celotnem letu 2009 je promet na področju hidravlike upadel kar za 44 %, na področju pnevmatike pa za 33 %. Celoten promet fluidne tehnike se je tako v letu 2009 gibal okoli štirih milijard evrov. Naročila so tako v obsegu iz leta 2005. Možnosti za leto 2010 so nekoliko boljše – panoga računa z 12-odstotnim porastom prometa, celotna nemška strojegradnja pa pričakuje za leto 2010 gibanja okoli črne ničle.

Fluidna tehnika, brez dvoma eden od temeljnih stebrov pogonske tehnike in avtomatizacije, je tako na področju mobilnih strojev kot industrijskih aplikacij v primežu nenehno rastočih ekonomskih in okoljskih pričakovanj. Še zlasti v času težkih gospodarskih razmer in pomanjkanja surovin se postavljajo v ospredje teme, kot so izkoriščanje in ponovna uporaba energije. Tudi zaradi tega se je moto letošnje konference glasil: »Učinkovito s fluidno tehniko.«

Vsa težišča in področja konference so bila prežeta z omenjenim motom. Mobilna hidravlika vsekakor predstavlja veliko področje uporabe te tehnike, zato je bil tudi temu primerno velik



Utrinek z otvoritve 7. IFK



Moto 7. IFK in tematska področja

obseg te skupine prispevkov. Poudarek je bil na inovacijah na tem področju in njihovi praktični rabi. Prispevki v skupini Tribologija in fluidi so ciljali na izboljšanje učinkovitosti izrabe energije s preprečevanjem izgub v kontaktnih materialov. Novim in inovativnim primerom uporabe je bila posvečena samostojna skupina prispevkov. Trajen razvoj in iskanje novih poti sta namreč stalni nalogi pri iskanju novih rešitev. Tudi področju stacionarne hidravlike je bila posvečena samostojna skupina prispevkov, kjer so bili v ospredje postavljeni novi koncepti zasnove in vodenja servočrpalk, aktualna vprašanja s področja varnosti hidravličnih sistemov in modernih elektro-hidravličnih rešitev. Na področju avtomatizacije igra pomembno vlogo pnevmatika. Zato je bil v tej skupini prispevkov poudarek ne samo na predstavitvi dosežkov razvoja komponent in celotnih sistemov, temveč tudi na namenskih konstrukcijskih rešitvah, usmerjenih v ukrepe, ki omogočajo občuten prihranek porabe stisnjenega zraka. Tudi prispevki na teme avtomatizacija, simulacija in merilna tehnika so bili v celoti posvečeni varčevanju energije. Za vsa omenjena področja so avtorji prijaviili veliko prispevkov. Od več kot

mednarodni pomen ima ta konferenca. Nemčija je kot vodilna svetovna velesila na področju fluidne tehnike tako po razvoju kot tržnem deležu in industriji ter njenih razvojnih dosežkih na ta način vsekakor izpostavljena drobnogledu konkurence. Nasprotno pa številni prispevki iz azijskega in ameriškega prostora ponujajo možnost pregleda razvojnih aktivnosti na tem področju tehnike izven evropskega prostora ter ukrepov v spremenjenih gospodarskih razmerah. Tako je bilo predstavljenih kar nekaj zanimivih prispevkov CEEFP-a (Center for Compact and Efficient Fluid Power). Center je ustanovilo ameriško nacionalno združenje za znanost NSF (National Science Foundation), ki ga podpirajo tako podjetja iz panoge kot združenja, npr. NFPA (National Fluid Power Association). Zneski podpore razvojnim nalogam segajo tudi v milijone US dolarjev – npr. Wind Energy Research Center univerze v Minnesoti, kjer v oddelku za energijo raziskujejo v sodelovanju s korporacijo Eaton nove pogonske koncepte za vetrne elektrarne – 8 mio. dolarjev!

Konferenca 7. IFK je za uporabnike, proizvajalce in znanstvenike brez

250 prijavljenih prispevkov je programski odbor srečanja uvrstil v program 168 najzanimivejših, pri čemer sta bili skoraj dve tretjini iz tujine. To dejstvo kaže na to, kakšen

dvoma idealen mednarodni forum za področje hidravlične in pnevmatične pogonske, krmilne in regulacijske tehnike. Trije dnevi so polni različnih strokovnih dogodkov. Strokovne delavnice, ki potekajo prvi dan srečanja, služijo predstavitvi prispevkov s tematiko, usmerjeno predvsem v bazična znanja (letos 80 prispevkov). Njihov namen je, da pripadniki visokih šol, univerz in inštitutov širokemu krogu mednarodnih znanstvenikov predstavijo rezultate svojega raziskovalnega dela.

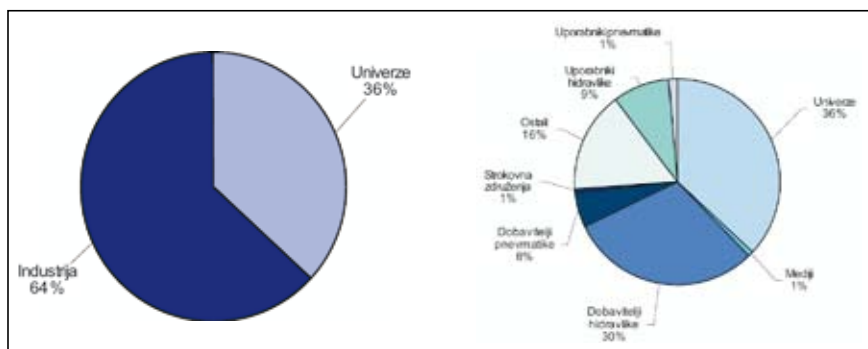
Širok spekter tematik, usmerjen v inovativne primere uporabe in nove tehnologije, so obravnavala predavanja, izvedena v dveh glavnih dneh konferenc, v dveh oz. treh vzporednih sekcijah – letos skupno 90 prispevkov. Prispevke posameznih tematskih skupin izbere programsko-recenzentski odbor, ki ga sestavljajo najvidnejši predstavniki iz industrije, visokih šol in strokovnih združenj.

Konferenco je tudi letos spremljala strokovna razstava pomembnejših dobaviteljev panoge, ki so predstavili svoje najnovejše dosežke in proizvode (38 razstavljalcev). Letos je bil poudarek na merilni in regulacijski tehniki ter programski oprepi. Poleg tega pa so avtorji iz industrije in raziskovalnih organizacij svoja zadnja spoznanja, patente in dosežke razvoja predstavili tudi v obliki posterjev (56 prispevkov). Omenjeno številno prispevkov dovolj zgovorno predstavlja velikost in pomen dogodka.

Med programom obeh glavnih dni konference je bil možen tudi strokovno voden ogled samega inštituta



Utrinek s priložnostne razstave in z ogleda laboratorijev inštituta IFAS



Struktura udeležencev: industrija – univerze in inštituti

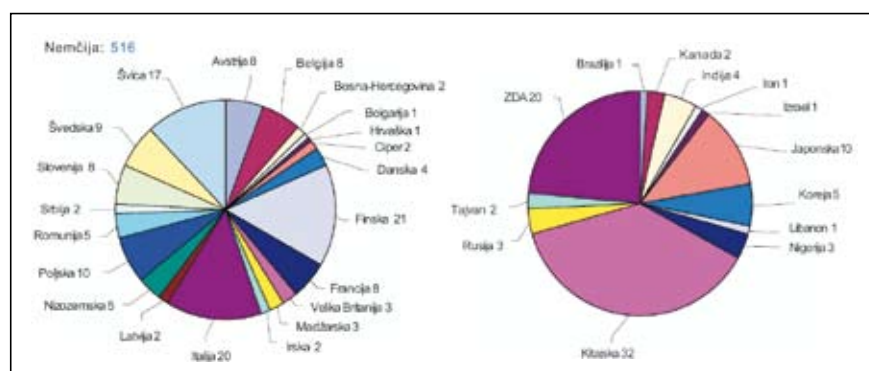
IFAS in njihovih preskuševališč – kar 41 posameznih, večjih ali manjših namenskih preskuševališč, na katerih potekajo raziskave s področja pnevmatike, črpalk in motorjev, sistemske in regulacijske tehnologije, ventilske tehnologije, tribologije, ...

Po koncu uradnega dela konference je bil četrti in peti dan organiziran ogled nemških podjetij Voith paper Krefeld in Ford Werke v Kölnu ter največjega premičnega radioteleskopa Effelsberg, ki ima premer 100 m.

Kaj bi lahko izpostavili kot posebno novico s te konference? Posamezen udeleženec nikakor ne more podati celotne slike konference. Že fizično je nemogoče hkrati prisostvovati vsem aktivnostim – vzporedne skupine prispevkov. Nenazadnje pa se lahko posameznik podrobneje ukvarja le z eno tematiko in se tako intenzivneje udeleži predavanj s svojega ožjega področja. Več informacij o samem programu srečanja in o prispevkih je na voljo na spletni strani srečanja: <http://www.ifk2010.de/> >> Programm.

Naj tu omenim samo nekatere prispevke oz. tematike: Poraba energije hidravličnega sistema traktorjev, Simulacija staranja olja, Vpliv viskoznosti na ekonomično rabo goriva, Izboljšana funkcionalnost in prihranek energije na mobilnih strojih, Primerjava hibridnih pogonov na delovnih strojih, Povečanje izkoristka komponent fluidne tehnike ob upoštevanju vpliva tribološkega sistema, Hidravlična olja z visokim modulom elastičnosti, Razvoj hidrostatičnih pogonov za vetrne turbine, Izraba energije valov s pomočjo hidravlične pogonske tehnike, Strategija Power management, Hidravlični in električni hibridi, ...

In kdo vse se je udeležil letošnje konference? Podrobnejši pregled strukture udeležencev kaže, da sta skoraj dve tretjini prišli iz industrije, preostali pa z visokošolskih ustanov ali inštitutov. Raste zanimanje končnih uporabnikov proizvodov te tehnike in pa proizvajalcev ali ponudnikov opreme, ki so prišli po nove informacije in ideje. Ta konferenca vsekakor ni zgolj formalno srečanje za udele-



Pregled udeležencev po državah

žence iz akademskih krogov. Zanimiva pa je tudi struktura udeležencev po državah. Udeleženci so prišli z vsega sveta, iz kar 35 držav. Največ jih je bilo iz Evrope, iz 22 držav, skupno 657 udeležencev, od tega seveda največ iz Nemčije (516). Iz ostalega sveta pa je prišlo 85 udeležencev, in to kar iz 13 držav. Od teh po pričakovanju največ Kitajcev.

In kje smo Slovenci? Lahko rečem, da naša prisotnost ni ostala neopazna, čeprav smo kot narod med manjšimi. Po eni strani so bili kar trije prispevki sprejeti v ožji izbor konference, kar je vsekakor dokaz, da se skoraj brez sredstev, namenjenim za razvoj s strani države ali strokovnih združenj ali pa neposrednih industrijskih projektov, po idejah, če že ne drugače,

kar uspešno kosamo z mnogo (tudi finančno) razvitejšimi državami z večjim industrijskim zaledjem.

Zaključna misel avtorja tega poročila: Ogromno novih informacij, vendar zaenkrat nič pretresljivo novega. Pa vendarle: že znane, a dodelane rešitve ali poglobljena spoznanja. Da so bili inženirji na »lovu« oz. iskanju novih idej, potrjuje tudi letošnja rekordna udeležba – več kot 760 udeležencev iz 35 različnih držav, 170 skrbno izbranih prispevkov s skupno rdečo nitjo – energija in učinkovitost.

Čeprav je bilo veliko povedanega na glas in javno, je mogoče za udeleženca te konference pomembnejše to, kar je bilo moč slišati v pogovorih na hodnikih: veliko novih idej, ki se šele razvijajo in še niso zrele za javnost. Če se bo samo del od teh v bližnji bodočnosti uresničil, bomo

priča večjim in pomembnejšim spremembam. Mogoče se je malenkostno spremenila tudi miselnost razvojnih inženirjev – ne več objaviti nekaj kot novost za vsako ceno in na silo. Morda pa so postali tudi previdnejši ali pa so razmere zrelejše. Vsaka ideja namreč potrebuje določen čas, da dozori in je zrela za industrijsko rabo. Izkušnje preteklih let so tudi morda prispevale svoje. Nenazadnje pa je na takšnih srečanjih vedno prisotna tudi konkurenca. Ta pa nikoli ne miruje.

Zatišje pred viharjem novosti? Morda. Bomo videli na 8. IFK, ki bo leta 2012 potekala v Dresdnu.

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

Produktivnost na visokih obratih

Izdelek: maska motorja BMW HP2 SPORT
Material: ogljikova vlakna (karbon)
Obdelava: obrez izdelka z robotoma Motoman
HP20 in UP50N-35
Zmogljivost robotske celice: 90 kosov/dan
Povprečen čas cikla: 10 min



Izboljšati produktivnost podjetja ne pomeni nič drugega kot narediti več, bolje in v krajšem času. Ne glede na to, v kateri panogi delujete, vam bo avtomatizacija v vsakem primeru zagotovila prihranek časa in sredstev.

V Motomanu bomo skupaj z vami oblikovali rešitve, prirojene specifikam vaše panoge in podjetja. Zagotovili bomo popolno podporo projekta robotizacije, od planiranja in implementacije do servisiranja in izobraževanja.

**Dvignite pričakovanja, izpolnite vaš potencial.
Prestopite v svet avtomatizacije!**



MOTOMAN
www.motoman.si

Dnevi industrijske robotike 2010

Dnevi industrijske robotike (DIR) 2010 so letos med 22. in 26. marcem potekali na fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

V ponedeljek, 22. marca, so v diplomski sobi Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani med 12. in 17. uro predavali strokovnjaki s področja robotike iz industrije ali povezani z njo. Po spodbudnih besedah prodekana za pedagoško delo prof. dr. Andreja Žemve in nagovoru očeta projekta DIR in predstojnika Laboratorija za robotiko in biomedicinsko tehniko prof. dr. Marka Muniha se je dogodek 2010 uradno začel. Prof. dr. Tadej Bajd je predaval o osnovah robotike, Darko Koritnik, univ. dipl. inž. el., sicer direktor podjetja Dax, d. o. o., ki je distributer robotov Epson v Sloveniji, pa je opisal stanje robotike in robotizacije v slovenski industriji. Dr. Leon Žlajpah z Inštituta Jožef Stefan je predaval o področjih robotike, ki jih ne pokriva izraz industrijska robotika, torej o servisnih robotih, nekaj besed pa je bilo namenjenih tudi humanoidnim robotom in dosežkom na tem področju v zadnjem času. Kot zadnje pa je bila na sporedu najpomembnejša tematika, ki jo v okviru delavnic nujno potrebujemo: varnost pri delu z roboti. Principe varovanja človeka in okolice robotov je predstavil izredni profesor na Fakulteti za elektrotehniko dr. Roman Kamnik. Predavanja je obiskalo preko 25 udeležencev, med njimi tudi nekaj predstavnikov slovenskih podjetij in pedagogov. Vsak izmed udeležencev je prejel paket z darili in materialom delavnice, prav tako tudi zbornik DIR 2010, ki je izšel v sklopu 98. izdaje revije *Avtomatika*.

V torek, sredo in četrtek, 23., 24. in 25. marca, so bili roboti podjetij Motoman, ABB, DAX (Epson), Fanuc, FDS Research (Adept) ter Domel (Stäubli) na voljo študentom in dru-

gim udeležencem delavnic.

Na delavnice se je prijavilo preko 150 udeležencev, v izrednih terminih pa so pri dogodku sodelovali tudi študenti mariborske univerze (več kot 40), in sicer s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Veliko je bilo vodenih ogledov demonstracij aplikacij, ki se ustvarjajo na delavnicah. V torek so Dneve industrijske robotike 2010 v sklopu ekskurzije obiskali tudi dijaki Srednje strojne šole v Postojni, ki je del Šolskega centra Postojna. Največ pravih udeležencev je bilo študentov nižjih letnikov ljubljanske Fakultete za elektrotehniko in Fakultete za strojništvo. Delavnic so se udeležili študenti 11 različnih fakultet, nekaj pa je bilo udeležencev, ki ne študirajo več, ter predstavniki slovenskih podjetij, en

udeleženec pa je bil celo osnovnošolec.

Čeprav vsi termini niso bili stoddostno zasedeni, so bile delavnice strokovno in zanimivo izpeljane, deležni smo bili tudi veliko pozitivnih mnenj in zahval. Za tako kvalitetno izvedbo delavnic na Dnevih industrijske robotike 2010 gre zahvala vsem organizatorjem in aplikatorjem, pohvalo pa si zaslužijo tudi vsi udeleženci.

V petek, 26. 3., je avtobus s 50 potniki, udeleženci DIR 2010, ob 8.30



Prof. dr. Tadej Bajd predava o osnovah robotike



Študenti Univerze v Mariboru na eni izmed aplikacij DIR 2010 – sinhrono gibanje več robotov na enem krmilniku

odpeljal izpred Fakultete za elektrotehniko. V sklopu ekskurzije smo se udeleženci odpravili na ogled proizvodnje podjetij Elan in Seaway. Dobro uro smo si, razdeljeni v dve skupini, ogledovali proizvodnjo Elanovih smuči – od osnovnih sestavnih delov pa vse do končnega brušenja in pakiranja. Ogledali smo si tudi oddelek Elan Marine, kjer serijsko izdelujejo jadrnice znamke Elan – začeni z lesnim oddelkom, ki skrbi za notranji videz jadrnic (pohištvo, naprave), do izdelave osnovnih delov. V nadaljevanju je bilo predstavljeno izdelovanje kalupov za trup in odlitkov trupa jadrnic. V zadnjem delu smo imeli možnost ogleda postopka sestavljanja večjih delov jadrnice ter fine sestave končnega izdelka (trup, pohištvo, paluba, lepljenje, ožičenje, vstavljanje motorja ter končno poliranje in priprava na transport). Ogledali smo si tudi bazen, kjer jadrnice testirajo pred predajo kupcu, ter veliko različnih modelov jadrnic znamke Elan, ki se prodajajo na svetovnem trgu.

Po ogledu proizvodnje smuči in jadrnic v Elanu smo se odpravili v nekaj sto metrov oddaljeno poslopje in proizvodno halo podjetja Seaway, ki je vodilno na področju svetovne navtike, saj diktira smernice in razvija plovila ter orodja za druge velike serijske izdelovalce morskih plovil. V Seawayu so nam pripravili temat-



Robotika je zanimiva tudi za najmlajše, ki robotov drugače ne bi videli v živo

ski ogled postopka izdelave plovil, ki je potekal v enakem vrstnem redu kot dejanski razvoj in izdelava plovila. Najprej smo si ogledali inženirski oddelek podjetja, kjer zaposleni inženirji ideje in zasnove novih plovil prenašajo na papir oz. v računalniško obliko. Te ideje so kmalu na voljo v 3D-obliki – kot pomanjšane makete. Razložili so nam postopek ustvarjanja od ideje do končnega prototipa plovila, vključno z vsemi problemi, ki se lahko porajajo. V Seawayu so se odločili, da bodo prvi vstopili v svet navtike s hibridnim plovilom, jahto serije Green Line, ki občutno zmanjša porabo fosilnih goriv ter

poveča izkoristek energije, pridobljene iz obnovljivih virov (sončna energija).

Tako smo si ogledali proizvodnjo in sestavne dele tega plovila na hibridni pogon, sestavljen iz elektromotorja in dizelskega agregata (lahko kot generatorja). Plovilo je prekrito s sončnimi celicami, v trupu pa skriva dva velika paketa baterij LiPo, ki se polnijo ali iz sončne energije ali preko 220–230 V priključka na obali, lahko pa jih polni tudi dizelski agregat. Motorno plovilo serije Green Line je bilo odlično predstavljeno z inženirskega stališča. Ogledali smo si sestavo osnovnega praznega kalupa, kalupa z vstavljenimi podpalubnimi komponentami in motorjem ter končane jahte z vsem pohištvom. Zanimivo je, da je na tem plovilu dostopnih več tipov električnih priključkov (12 V, 48 V in 230 V), kar omogoča priključitev poljubne notranje opreme, ki se ne razlikuje od tiste v domači hiši ali stanovanju.

Po ogledu podjetja Seaway smo se odpravili nazaj v Ljubljano, kjer smo s prihodom pred Fakulteto za elektrotehniko uspešno zaključili Dneve industrijske robotike 2010.



Elanova jadrnica, pripravljena na transport

18. dnevi Jožefa Stefana

Institut Jožef Stefan je tudi letos pripravil Dneve Jožefa Stefana, s katerimi že tradicionalno obeležuje obletnico rojstva velikega slovenskega fizika. Letošnji so bili že osemnajsti po vrsti, v dogajanju med 22. in 27. marcem 2010 pa so strokovni in širši javnosti ponudili strokovna predavanja, slovesni podelitvi priznanj, okroglo mizo in odprtje razstave, zadnji dan pa je Institut odprl vrata svojih laboratorijev.

V ospredju dogajanja so bila strokovna predavanja in okrogla miza, na katerih so se predstavili nekateri pomembni domači in tuji strokovnjaki. Kot tuji predavatelj je letos nastopil prof. dr. Peter Day z londonskega University College in Royal Institution of Great Britain, ki je v predavanju z naslovom »Kemija materialov – nova znanost za 21. stoletje: kaj je in zakaj je pomembna« razložil transformacijo organske, anorganske in fizikalne kemije ter fizike trdne snovi v novo znanost, kemijo materialov. Prof. dr. Roman Jerala iz Laboratorija za biotehnologijo ljubljanskega Kemijskega inštituta in Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani je predstavil, kako pomembno je, da človeško telo prepozna virusne in bakterijske mikroorganizme, sproži aktivacijo obrambe, s katero se morda le izogne vnetju. Predavanja »Od razumevanja molekularnih mehanizmov naravne imunosti do zdravljenja« je izpostavilo tudi pomen poznavanja molekularnih mehanizmov za načrtovanje novih zdravil in izboljšanje terapije. Zadnje predavanje »Nematski koloidi in fotonika« pa je ponudilo vpogled v vrhunske dosežke dobitnika najvišje državne nagrade v znanosti, Zoisove nagrade, sicer sodelavca Instituta, prof. dr. Igorja Muševiča.

Tudi letos je kot protiutež strokovnim vsebinam svojo vlogo odigrala okrogla miza » as krize ali čas vizije?«,

v kateri so bili gostje direktorja Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Jadrana Lenarčiča predsednik uprave Gorenja Franjo Bobinac, generalni direktor Gospodarske zbornice Slovenije Samo Hribar Milič, dekan Ekonomske fakultete v Ljubljani Dušan Mramor in predsednik koncerna Kolektor Stojan Petrič. V zanimivi

razpravi so predstavili glavne razloge za nastalo ekonomsko krizo, možne poti iz nje in vlogo, ki naj bi jo imela pri tem znanost. Direktor Instituta Jadran Lenarčič je poudaril, da je »vlaganje v raziskave in razvoj projekt, za katerega se mora Slovenija odločiti in ga seveda tudi odločno izpeljati«.

Tako kot vsako leto je bilo tudi letos v času Stefanovih dnevov slovesno, saj je Institut že osemnajsto leto zapored avtorjem najodmevnejših doktoratov podelil zlate znake Jožefa Stefana. Z njimi spodbuja mlade ljudi k še večji zavzetosti na znanstvenoraziskoval-

nem področju, hkrati pa poziva odgovorne ljudi v gospodarstvu, da to znanje čim učinkoviteje uporabijo. Letošnji dobitniki zlatega znaka so bili: doc. dr. Nataša Obermajer za odmevnost doktorskega dela na področju ved o življenju »Mehanizem delovanja in vloga inhibicije katepsina X pri regulaciji imunskega odziva«, mentor prof. dr. Janko Kos, doc. dr. Peter Trkman za odmevnost doktorskega dela na področju tehniških ved »Optimizacija procesa enodimenzionalnega razreza v zaporednih časovnih obdobjih«, mentor prof. dr. Miro Gradišar, in dr. Urban Bren za odmevnost doktor-



Prof. dr. Igor Muševič



Okrogla miza: »Čas krize ali čas vizije«



Dobitniki zlatega znaka: doc. dr. Peter Trkman, doc. dr. Nataša Obermajer in dr. Urban Bren

skega dela na področju naravoslovno-matematičnih ved »Računalniške simulacije proste energije pri obravnavi stabilnosti in reaktivnosti DNA«, mentor doc. dr. Janez Mavri.

Tako kot vsako leto je direktor Instituta prof. dr. Jadran Lenarčič podelil tudi priznanja mladim raziskovalcem in drugim, ki so v letu 2009 uspešno zaključili magistrski ali doktorski študij, in inštitutska darila vsem, ki so z njim lani začeli.

Veliko zanimanje širše javnosti sta vzbudila tudi odprtje razstave Silvestra Komela v Galeriji Instituta in sobotni Dan odprtih vrat, ki je v prostore

in laboratorije Instituta privabil številne mlade in starejše, posameznike in družine, skratka vse, ki so želeli spoznati delovanje Instituta. Obiskovalci so lahko izbirali med programi snov, robotika, bio-kemo-fizika ter informacijske tehnologije in okolje, lahko pa so se s posebnim avtobusom odpeljali tudi na Reaktorski center v Podgorico.

V zanimivih enournih ogledih so jim sodelavci Instituta »Jožef Stefan« predstavili dejavnosti posameznih laboratorijev, iz katerih so odhajali zadovoljnih in nasmejanih obrazov.

Polona Strnad, »Institut Jožef Stefan«



Dan odprtih vrat IJS

Svečanost v podjetju Walter Hunger GmbH & Co. KG

Nedavno so na posebni svečanosti na sedežu firme *Walter Hunger GmbH* v Würzburgu posthumno počastili zasluge utemeljitelja firme. Inž. Walter Hunger je sedaj svetovno znano podjetje osnoval 1958. leta po prebegu iz takratne Vzhodne Nemčije. Kovač po osnovnem poklicu, ki je leta 1945 konstruiral prvi hidravlični prekucnik za tovarna vozila, je svoj strokovni razvoj končal leta 1991 s častnim doktoratom Tehniške univerze v Chemnitzu. Svoje podjetje pa je razvil v svetovno znano firmo za izdelavo hidravličnih komponent *Hunger Hydraulic Gruppe*, ki se je uveljavila z izdelavo posebno velikih hidravličnih valjev (v začetku prav za vodno elektrarno Železne Dveri) ter posebno učinkovitih in trajnih hidravličnih tesnilk, prav tako za hidravlične valje. Njegovo izjemno življenjsko delo, ki ga je leta 2008 prekinila smrt, so počastili na svečanem zboru ob prisotnosti in svečanem nagovoru prejšnjega predsednika Zveznega združenja nemške industrije prof. dr. Hansa-Olafa Henkla. Inž. Hunger je bil vsa pretekla desetletja v sami konici razvoja tehnike in tehnologije hidravličnega pogona in krmiljenja.

*Po Fluidu 213(2010) 1–2, str. 7
A. Stušek*

**Institut
"Jožef Stefan"
Ljubljana, Slovenija**

Uspešen 5. nanotehnoški dan

Na 5. Nanotehnoškem dnevu, ki ga je organiziral **Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtni zbornici Slovenije** na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani 8. aprila letos, sta se ponovno srečala znanost in gospodarstvo, in to na stičišču razvojnih poti nanotehnologije. 5. Nanotehnoškega dne se je udeležilo preko 150 obrtnikov, podjetnikov, predstavnikov šolske, akademske in znanstvene sfere, predstavniki MVZT, direktoratoev posameznih ministrstev, študentje in mladi raziskovalci ter generalni sekretar OZS dr. Viljem Pšeničny.

Cilj 5. Nanotehnoškega dne je bil približati aktualne tehnologije obrtnikom in podjetnikom in omogočiti kontakt z razvojnoraziskovalnimi institucijami. Organizator dogodka je bil **Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS**, moderator in operativni organizator dogodka pa predsednik OZT Janez Škrlec. Dogodek je bil financiran iz projekta Innovation 2020. Za uvod je udeležence nagovoril **prof. dr. Jadran Lenarič**, direktor Instituta Jožef Stefan. Drugi nagovor je imel direktor direktorata za tehnologijo pri MVZT **dr. Aleš Mihelič**. Vsebinsko je bil 5. Nanotehnoški dan osredotočen na naslednja tehnološka področja: mikrofluidika, laboratoriji in reaktorji na čipu na poti v nanotehnoške dimenzije.

To izjemno zanimivo področje je predstavil **doc. dr. Dušan Babič** s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, polimerne in nanopolimerne materiale pa **prof. dr. Majda Žigon** s Kemijskega inštituta v Ljubljani. Nanomateriali v medicini in njihovo aplikativnost je predstavil **doc. dr. Igor Serša** z Instituta



Udeležba na 5. nanotehnoškem dnevu je bila številna (foto: Milan Dremelj)

Jožef Stefan. Dr. Serša je izpostavil velik pomen razvoja novih nanomaterialov tako za potrebe zdravljenja ljudi kot v procesu diagnosticiranja hudih bolezni, še zlasti karcinomov. **Prof. dr. Damjana Drobne** z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je opozorila na pozitivne in negativne trende razvoja nanotehnologij in konvergenco med nanotehnologijami in nanotoksiologijo. **Prof. dr. Mitjan Kalin** s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani je predstavil področje tribologije in nanotribologije. Tribologija, veda o trenju, obrabi in mazanju, je v strojništvu izjemno pomembna. Nanotribologija bo v prihodnje tudi učni predmet na Fakulteti za strojništvo. Dr. Kalin je izpostavil pomen razvoja novih nanomaterialov v strojništvu in pri doseganju odličnih rezultatov, povezanih z drsnostjo, manjšo obrabnostjo in prihrankom energije ter zmanjšanjem motenj v delovnih procesih. Novi Nanocenter Instituta Jožef Stefan, njihov Center odličnosti in možnosti sodelovanja z gospodarstvom ter uporabe drage opreme za potrebe naprednih in inovativnih podjetnikov je predstavila **prof. dr. Spomenka Kobe**. O dosežkih na področju uporabe nanotehnologije v realni praksi industrije in gospo-

darstva je govoril **dr. Bogdan Znoj** iz Centralnega razvoja Heliosa, d. d. Dr. Znoj je kot strokovnjak s prakso argumentiral podatke, kaj je njihovo razvojno naravnano podjetje ustvarilo z uporabo in razvojem novih nanomaterialov in nanopremazov. Prepričan je, da se bodo ti materiali zaradi izjemnih lastnosti uporabljali za zaščito v gradbeništvu, kovinski in elektroindustriji, energetiki, lesni industriji in v številnih drugih panogah. Nanotehnologija je torej naša prihodnost in prav je, da se s temi tehnologijami srečujemo v teoriji in praksi, kar nam omogočajo nanotehnoški dnevi. Doslej so bili vsi nanotehnoški dnevi izjemno uspešni. Skupaj se jih je udeležilo nekaj sto ljudi, tako iz gospodarstva kot iz znanosti.

*Janez Škrlec, inž.,
Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije*



REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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





INDUSTRIJSKA HIDRAVLIKA

- cilindri
- agregati in sistemi
- ventili, krmilni bloki
- proporcionalna tehnika
- namenski stroji in naprave
- filtri
- naprave za ugotavljanje stanja in vzdrževanje hidravličnih tekočin

ULBRICH

**ARGO
HYTOS**

WANDFLUH
Hydraulik + Elektronik

Naprave z zračnim pogonom

- črpalke, agregati
- zviševalniki tlaka zraka
- kompresorji

MAXIMATOR

HIDRAVLIČNA ORODJA

- cilindri, dvigalke
- črpalke
- snemalci, stiskalnice
- hidravlični in pnevmatski stroji za vijačenje

SPX POWER TEAM

HYTORC

INDUSTRIJSKI AMORTIZERJI

- amortizerji
- zračne vzmeti
- izolatorji vibracij

ENIDINE
An IMC Company

KEMIČNO-TEHNIČNI PROIZVODI

- specialna maziva
- industrijska olja
- drsni laki
- tesnilno-lepilne mase
- ločilna sredstva
- mase za kalupe
- kontaktna maziva
- zaščitni laki
- zalivne mase
- čistila
- strukturna lepila
- cianoakrilatna lepila
- anaerobna lepila
- UV lepila, naprave, pribor

M MOLYKOTE
Ultra Thin Coatings

Krytox®

DOW CORNING

Tecnite®
innovative solutions

ELECTROLUBE®

ITW PLEXUS
Structural Adhesives

Permabond®
Engineering Adhesives

hönle
uv technology

Za brezhibno delovanje

ULBRICH
HIDROAVTOMATIKA

www.ulbrich.si

17. konferenca Dnevi slovenske informatike

»Uravnotežite naložbe, tveganja in razvoj za uspeh«

Konferenco DSI 2010 smo uspešno pripeljali do konca. Trije dnevi, polni zanimivih predavanj, predstavitev, izmenjav izkušenj, možnosti za druženje ... Izbrali smo tudi najboljši IKT-projekt in najboljši študentski projekt. Letošnja konferenca je potekala pod častnim pokroviteljstvom predsednika RS dr. Danila Türka, ki je bil tudi gost konference ob njeni otvoritvi.

Predsednik Republike Slovenije dr. Danilo Türk je v nagovoru udeležencev konference DSI 2010 izpostavil vlogo informacijske tehnologije in informatike za premostitev neugodnih gospodarskih gibanj. V njenem širšem kontekstu pa ta napredna tehnologija vzpostavlja povsem nove odnose in prej neznanne oblike in načine dela in življenja sploh. V tem pogledu je preveč ozko obravnavati samo rešitve, ki jih omogoča informatika, upoštevati je treba tudi njene širše vplive danes in jutri. Izrazil je pričakovanje, da se bo ta vidik odrazil tudi v sporočilu konference. Pomen, ki ga pripisuje zmanjševanju digitalne ločnosti za socialno vključenost in konkurenčnost na trgu dela, je poudaril s tem, da je sprejel 15.000. slovenski indeks ECDL.

Ob odprtju sta bili podeljeni tudi letošnji priznanji Slovenskega društva Informatika. Prejemnika priznanj sta letos Ministrstvo za javno upravo in dr. Marko Bajec s Fakultete za računalništvo in informatiko v Ljubljani.

Na podlagi predstavljenih prispevkov, sedmih vabljenih tujih predavateljev, 40 vabljenih slovenskih predavateljev in preko 90 ostalih pre-

davateljev in avtorjev prispevkov, udeleženci konference **ugotavljamo naslednje:**

1. Na področju poslovnih aplikacij naj podjetja nadaljujejo z vpeljavo sodobnih rešitev na področju ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationships Management), SCM (Supply Chain Management) in na ostalih področjih za nadaljnjo optimizacijo poslovanja. Pri tem naj podjetja usmerijo vlaganja predvsem v podporo poslovanju, kjer do sedaj informacijska podpora in avtomatizacija nista bili zadostni.
2. Na področju poslovne inteligence in menedžmenta informacij ugotavljamo, da to področje skriva velik potencial v smislu zagotavljanja ključnih informacij za vodenje in odločanje. Prav tako ugotavljamo, da podjetja omenjenega področja še ne izkoriščajo v zadostni meri, čeprav v Sloveniji obstaja kritična masa znanja.
3. Na področju menedžmenta poslovnih procesov bi bilo smiselno zagotoviti predvsem večjo vpetost vodstvenih kadrov in lastnikov poslovnih procesov v projekte menedžmenta poslovnih procesov, kar bi zagotovilo večji potencial optimizacije procesov in poslovanja kot celote.
4. Poslovnoinformacijske arhitekture (Enterprise Architecture) so novo področje, ki se uveljavlja kot nova funkcija v podjetjih in organizacijah in zagotavlja usklajenost poslovnih ciljev, procesov in aplikacijskih sis-



Predsednik RS dr. Danilo Türk (foto: Janez Strah)

temov. Predvsem v večjih okoljih postajajo poslovnoinformacijske arhitekture ključne za uspešno informatizacijo poslovnih procesov in podjetij kot celote.

5. Storitvene in dogodkovne arhitekture prehajajo v področje zrelosti. Po mnenju vabljenih predavateljev bodo podjetja čez nekaj let opazila razliko v uspešnosti poslovanja tistih, ki so omenjene arhitekture vpeljale, in tistih, ki tega niso storila. SOA in EDA se nadgrajujeta v računalništvo v oblaku, ki ostaja trend številka ena v letu 2010.

6. Področje informacijske varnosti in upravljanja tveganj še vedno kaže, da podjetja in organizacije ne vlagajo dovolj v varnost in se ne zavedajo ranljivosti, ki so ji izpostavljena. Zaradi tega se priporoča, da podjetja in organizacije namenijo temu področju dodatno pozornost, posebej glede na dejstvo, da se število in sofisticiranost napadov povečujeta.

7. Upravljanje informatike ostaja ključno področje, ki zagotavlja uspešnost delovanja informacijskega sistema kot celote. Zaradi novih pristopov na tem področju, ki rešujejo ključne izzive, je njihova vpeljava zelo smiselna.



Stephen Arnold (foto: Janez Strah)

8. Vodenje projektov in upravljanje odnosov z izvajalci je posebej pomembno za informacijske projekte, katerih kompleksnost se povečuje. Zaradi tega je uspešnost njihovega vodenja še toliko bolj odločilna za uspeh. Projektnim vodjem na področju IT priporočamo pridobitev ustreznih znanj in certifikatov za vodenje projektov.

9. Na področju podpore odločanju in operacijskih raziskav smo letos posvetili pozornost predvsem odločanju, ki ga je mogoče avtomatizirati ali še boljše podpreti z aplikacijami. Pri tem smo pričali velikemu razvoju pristopov in uspešnim primerom vpeljave v prakso.

10. Na področju informatike v javni upravi je Slovenija v preteklih letih naredila pomemben napredek, kar kaže tudi ocena Evropske komisije. Na letošnji konferenci so bili predstavljeni rezultati obstoječega dela in smernice nadaljnjega razvoja, posebna pozornost pa naj bo

posvečena tudi osveščanju javnosti in spodbujanju k uporabi elektronskih storitev.

Zgornje ugotovitve bodo hkrati s priporočili objavljene kot deklaracija na spletni strani konference, kjer si jo bo mogoče ogledati. Na deklaracijo pa bo mogoče podati komentarje in predloge za dopolnitev.

Poleg predavanj so se udeleženci lahko udeležili kar osmih delavnic z izjemno zanimivo vsebino in okrogle mize na temo rdeče niti konference. Eno najbolj obiskanih je bilo predavanje enega največjih poznavalcev podjetja Google Stephena Arnolda z naslovom **Google – The**

Calculating Predator Becomes The Calculating Disruptor. Udeleženci so se lahko seznanili z neodvisno analizo podjetja Google, ki na osnovi analize patentov odkriva, kam se bo Google razvijal v naslednjih letih.

Tudi letos smo podelili nagrado za **najboljši IKT-projekt**, s katero Slovensko društvo INFORMATIKA spodbuja in promovira inovativnost, uspešnost, učinkovitost ter kakovost projektov na področju informatike. **Nagrado za najboljši IKT-projekt**, kipec akademskega kiparja Mirka Bratuše, je prejel **Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije**.

Tekmovanja za **najboljši študentski projekt 2010** na letošnji konferenci DSI so se udeležili študentje računalništva in informatike Univerze v Ljubljani (UL) in Univerze v Mariboru (UM), ki so svoje rezultate tudi predstavili. Spoznali smo inovativne načine uporabe informacijske tehnologije za reševanje konkretnih poslovnih zahtev, nove načine izobraževanja v virtualnem svetu ter nove možnosti uporabe aplikacij na mobilnih napravah. Projekt je ocenila tričlanska komisija. Za najboljši študentski projekt 2010 je bil izbran SkyInfo avtorjev Gregorja Srdiča in Martina Potočnika, UM, FERl. Drugo mesto je pripadlo projektu Talcho, avtorja Klemna Nagodeta, UL, FERl. Tretje mesto pa je zasedel projekt z naslovom Oblikovanje virtualne učilnice za področje XML v okolju Second Life avtoric Lili Nemeč in Tine Schweighofer, UM, FERl.

Konferenco DSI 2010 smo uspešno zaključili. Ob tej priložnosti se zahvaljujemo vsem udeležencem za obisk in pokroviteljem, ki so nam pomagali že 17. konferenco Dnevi slovenske informatike uspešno izpeljati.

Več informacij in utrinkov s konference najdete na spletni strani <http://www.dsi2010.si/>.

Slovensko društvo INFORMATIKA



Utrinek s predavanj (foto: Janez Strah)

Periodični pregledi opreme pod tlakom – novo področje podjetja LOTRIČ

V podjetju LOTRIČ, d. o. o., smo 5. februarja od Direktorata za notranji trg, Ministrstvo za gospodarstvo, pridobili pooblastilo za izvajanje periodičnih pregledov opreme pod tlakom in tako razširili našo pestro ponudbo. Poleg meroslovnih pregledov meril in naprav, prodaje meril svetovno priznanih proizvajalcev in izobraževanj smo s pooblastilom dodali novo področje periodičnih pregledov opreme pod tlakom, kar smo načrtovali v letu 2009.

Pogoj za pridobitev odločbe, ki pooblašča organ za izvajanje periodičnih pregledov opreme pod tlakom, je skladno s standardom SIST EN ISO 17020 pridobitev akreditacije. Organ za periodične preglede mora izvajati preglede skladno s Pravilnikom o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom, v katerem so opredeljene še dodatne minimalne zahteve, med njimi tudi zavarovanje odgovornosti za primer strokovne napake, s katero lahko uporabniku povzroči neposredno ali posredno škodo.

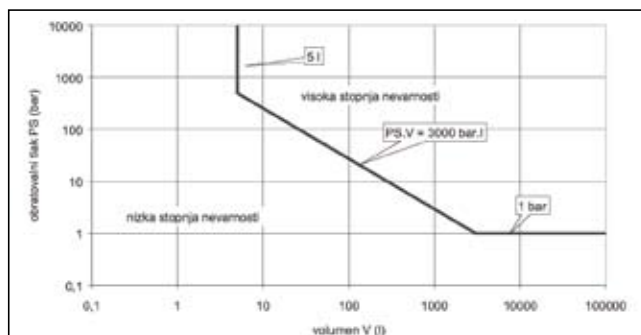
Opremo pod tlakom razvrstimo glede na stopnjo nevarnosti na:

- opremo pod tlakom z nizko stopnjo nevarnosti,
- opremo pod tlakom z visoko stopnjo nevarnosti.

Glede na stopnjo nevarnosti opremo pod tlakom razvrstimo na vrsto glede na parametre uporabe in vrsto fluida. Delimo jo na tri sklope: kurjena ali drugače ogrevana oprema pod tlakom, tlačne posode in cevovodi.

Opremo z nizko stopnjo nevarnosti je potrebno redno vzdrževati, skrbeti za njeno varno obratovanje skladno s proizvajalčevimi navodili in o tem voditi zapise. Oprema pod tlakom z visoko stopnjo nevarnosti pa mora biti periodično pregledana glede na proizvajalčeva navodila oziroma skladno s Pravilnikom o pregledovanju in

preskušanju opreme pod tlakom. Tovrstno tlačno opremo je potrebno prijaviti v republiški register, organ za periodične preglede pa poleg prijave pri **Uvodnem pregledu** izdelava katalog ukrepov, razvrsti opremo pod tlakom, preveri skladnost in izdelava program periodičnih pregledov. Ta določa, na koliko časa se izvajajo pregledi. Delimo jih na **zunanj pregled**, pri katerem se izvede funkcionalni preskus, kontrola varnostne verige, kontrola pripadajočih meril in regulacijskih naprav ter vizualni pregled. Pri **notranjem pregledu** se ugotavljajo morebitne deformacije notranjih sten oziroma mehanske poškodbe, ki so nastale med obratovanjem. Pregledajo se ustreznost zvarnih spojev in priključki na posodah, če je potrebno, pa se z neporušitvenimi metodami poiščejo morebitne razpoke in korozija. **Tlačni preskus** se izvede največkrat s hladnim vodnim tlakom, ki se ustvari s pomočjo ročne črpalke na predpisan preskusni tlak posode. Vsaka oprema pod tlakom ima varovalno opremo, ki jo je prav tako potrebno periodično kontrolirati. Na varnostnih ventilih se preveri tlak odpiranja, zapiranja in izvede kontrola



Primer razvrstitve tlačne opreme glede na stopnjo nevarnosti

tesnosti, servisna služba pa po potrebi ventil nastavi oziroma zamenja.

V podjetju LOTRIČ smo mnenja, da smo zaokrožili celovitost naše ponudbe, saj lahko sedaj poleg meroslovnega pregleda najrazličnejših meril izvajamo še periodične preglede opreme pod tlakom.

Klemen Bohinc, LOTRIČ, d. o. o.

Merimo za prihodnost
We Measure the Future

www.lotric.si

LABORATORIJ ZA
LOTRIČ[®]
MERO SLOVJE

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

Zastopstva in prodaja:
Dostmann electronic, PCL, Radwag, Häfner, Sonoswiss

LOTRIČ d.o.o.
Selca 163, 4227 Selca
tel: 04/517 07 00, fax: 04/517 07 07, e-mail: info@lotric.si

DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA

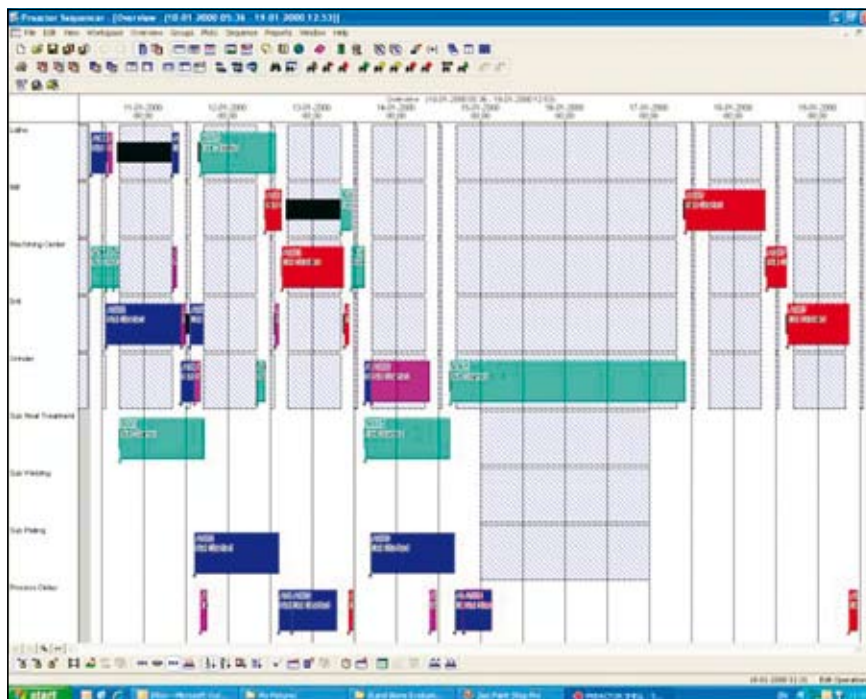
Preactor International je objavil partnerstvo s podjetjem QAD

Uporabniki QAD-a izboljšujejo proizvodne zmogljivosti s Preactorjevimi orodji za napredno planiranje in razporejanje opravil. Preactor International, vodilni ponudnik programske opreme za napredno planiranje in razporejanje (APS), je objavil partnerstvo s QAD Inc. (QADI), vodilnim ponudnikom poslovne programske opreme in storitev za globalna proizvodna podjetja. S tem je Preactor ponudil svoje rešitve tisočem uporabnikom QAD-a po vsem svetu.

QAD zagotavlja proizvodnim podjetjem programska orodja za upravljanje virov in opravil. Uporaba orodij Preactor APS omogoča uporabnikom QAD-a doseganje nizke ravni zaloga, vključno z visoko učinkovitostjo in izboljšanim doseganjem rokov. Preactorjevo programsko opremo uporablja mnogo uporabnikov QAD-a za podporo globalnega poslovanja v vrsti industrijskih panog. Preactor International ima več kot 16 let izkušenj na trgu orodij APS. Programska oprema Preactor je nameščena v več kot 2.500 podjetjih, kar danes pomeni eno najbolj pogosto nameščenih orodij APS.

»S QAD-om imamo veliko skupnih uporabnikov,« je povedal Mike Novels, generalni direktor podjetja Preactor International. »Preactor je dokazano uspešen znotraj skupnosti uporabnikov QAD-a, v prihodnosti pa pričakujemo še bolj tesno sodelovanje z matičnim podjetjem. V današnji konkurenčni tekmi podjetja iščejo načine za boljše obvladovanje omejenih virov v okoliščinah, ko sta nabava in povpraševanje zelo nepredvidljiva. Preactor namerava v sodelovanju s QAD-om pri tem pomagati.«

*Po objavi podjetja Preactor priredil
Tomaž Grabnar,
INEA, d. o. o.,*



Preactorjeva planska tabla



O QAD-u

QAD je vodilni ponudnik poslovne programske opreme in storitev za globalna proizvodna podjetja. QAD-ove aplikacije zagotavljajo ključna orodja za upravljanje proizvodnih virov v podjetju in zunaj njega. Globalnim proizvodnim podjetjem omogočajo sodelovanje s strankami, dobavitelji in partnerji pri proizvodnji in dostavi pravih izdelkov, za pravo ceno in v pravem času. Proizvajalci v avtomobilski industriji, v industriji izdelkov za široko potrošnjo, elektronski, živilski industriji in industriji pijač ter industriji proizvodnih in raziskovalnih naprav uporabljajo QAD-ove rešitve na približno 6.000 licenčnih mestih, v več kot 90 državah in v 27 jezikih. Za več informacij o QAD-u si oglejte spletno stran www.qad.com, skupnosti QAD pa se lahko pridružite na www.qad.com/community.

Za informacije o Preactorju v Sloveniji in državah zahodnega Balkana je na voljo podjetje INEA, d. o. o., telefon 01 5138 113, www.inea.si.

Za informacije o QAD-u v Sloveniji je na voljo podjetje M2M, informacijske rešitve, d. o. o., telefon 031 324 966, www.m2m-is.si.

Nagrade za najboljši poslovni načrt 2009 so podeljene

Tehnološki park Ljubljana je podelil nagrade za najboljši poslovni načrt 2009. Prvo mesto je zasedel poslovni načrt BioSistemika, d. o. o., – Molekularne analize, drugo mesto si je priboril poslovni načrt Envit – okoljske tehnologije in inženiring, tretje mesto pa je pripadlo poslovne- mu načrtu OpenHours.



Nagrajenci

V roku za oddajo poslovnih načrtov je Tehnološki park Ljubljana prejel 13 poslovnih načrtov.

Poslovne načrte je ocenila 4-članska strokovna komisija v sestavi:

- mag. Iztok Lesjak, Tehnološki park Ljubljana,
- Jure Mikuž, RSG Kapital (ponudnik tveganega kapitala),
- Blaž Kos, Klub poslovnih angelov Slovenije,
- Mario Orasche, Eagle ventures (ponudnik tveganega kapitala).

Komisija je pri ocenjevanju upoštevala naslednje kriterije:

- inovativnost in kreativnost ideje,
- prepričljivost in primernost pokritosti ključnih vsebin,
- tržni potencial ideje,
- uresničljivost poslovnega načrta,
- primernost tehnične izvedbe.

Najbolje ocenjenih pet poslovnih načrtov se je predstavilo na dogodku Postanite poslovni angel!, ki ga je na Tehnološkem parku Ljubljana organiziral Klub poslovnih angelov Slovenije.

Pred udeleženci, ponudniki kapitala, in strokovno komisijo tekmovanja so

nosilci v eni minuti predstavili poslovno idejo in skušali zanjo navdušiti udeležence. **Na osnovi ocenjenega naira (80 % končne ocene) in nastopa (20 % celotne ocene) so bili razglašeni zmagovalci tekmovanja za najboljši poslovni načrt.**

1. mesto: BioSistemika, d. o. o. – Molekularne analize (Klemen Zupančič) – je odcepljeno podjetje Nacionalnega inštituta za biologijo. Podjetje ponuja celostne in inovativne rešitve na področju molekularnih tehnik. Podjetniška ekipa je interdisciplinarna in bo naročnikom zagotavljala kakovostne in celostne rešitve v obliki izobraževanj, ISO certificiranih validacij protokolov, lastne inovativne programsko-strojne opreme, ki jo prilagodijo naročniku za specifične potrebe.

2. mesto: Envit – okoljske tehnologije in inženiring (Neža Finžgar) – se ukvarja z vsemi stopnjami remediacije z organskimi in anorganskimi polutanti onesnaženih tal, od prvih meritev do poremediacijskih ukrepov. Rezultat delovanja podjetja bodo zmanjšani negativni vplivi, ki jih onesnažena tla predstavljajo za zdravje ljudi in okolja.

3. mesto: OpenHours (Ivan Turkovi) – je specializiran globalni spletni in mobilni iskalnik, ki uporabniku med drugim omogoči, da z enim klikom dobi informacijo o tem, ali je neka banka, trgovina, pošta, lekarna, bencinski servis ali restavracija trenutno odprta. Projekt je začel svojo pot v Sloveniji, sedaj se širi najprej na Dansko in Nizozemsko, nato še v ZDA in drugod po svetu.

4. mesto: Spletno mobilni servis – Moboolo (Kristijan Sedlak) – je novodobni spletni servis za komunikacijo, informiranje in aktivno obveščanje uporabnikov preko mobilnega telefona in spleta – glede na geolokacijo. Moboolo je spletno mobilno socialno omrežje, ki glede na uporabnikove trenutne zahteve in potrebe nudi tako statične kot sveže dinamične podatke.

5. mesto: Spletni prijatelj (Benjamin Dobnikar in Tim Kremič) – odpira nov, inovativen pristop h komunikaciji, marketingu in projektne- mu vodenju. Podjetje namerava izkoristiti potencial uporabe brezplačnih aplikacij za brezplačne videoklice v poslovne namene.

www.tp-lj.si



Do podjetniških izkušenj tudi preko evropskega programa izmenjave podjetnikov

Tehnološki park Ljubljana je pridobil status posredniške organizacije za izvajanje evropskega programa izmenjave podjetnikov – program **Erasmus** za mlade podjetnike.

Program Erasmus za mlade podjetnike je nov program mobilnosti, ki se pilotno izvaja komaj leto dni. V tem obdobju se je vanj prijavilo več kot 1.800 mladih podjetnikov z željo po pridobitvi potrebnih podjetniških izkušenj v drugi evropski državi. Do konca junija 2010 se pričakuje skoraj 500 uspešno izvedenih izmenjav podjetnikov. Največ, skoraj polovica (45 %), mladih podjetnikov, ki si želijo s takšno izmenjavo pridobiti podjetniške izkušnje, prihaja iz Italije in Španije. Najbolj zaželena država, v kateri bi podjetniki želeli pridobiti izkušnje, pa je Velika Britanija. Na ravni programa se je izkazalo, da si mladi podjetniki najbolj želijo pridobiti izkušnje z naslednjih področij: promocija/mediji (16 %), informacijske tehnologije (10 %) in izobraževanje (9 %). Povprečna iz-

menjava podjetnikov traja od dveh do treh mesecev.

Tehnološki park Ljubljana se je letos vključil v program Erasmus za mlade podjetnike v **okviru konzorcija EXE-MORE**, ki ga sestavlja konzorcij devetih partnerjev iz osmih držav (Danska, Španija, Francija, Madžarska, Italija, Slovenija, Portugalska in Bolgarija). Konzorcij namerava izvesti **50 podjetniških izmenjav do junija 2011**.

Program Erasmus za mlade podjetnike spodbuja podjetništvo, konkurenčnost, internacionalizacijo in rast novoustvarjenih podjetij in uveljavljenih malih in srednje velikih podjetij v Evropski uniji. Program novim podjetnikom pomaga pridobiti potrebne veščine, da svojo dejavnost razširijo v druge evropske države. Novi podjetniki imajo priložnost, da največ 6 mesecev delajo z izkušenim podjetnikom v njegovem podjetju v drugi državi Evropske unije.

Podjetnik bo tako pridobil potrebno znanje za ustanovitev novih podjetij za upravljanje malih in srednje velikih podjetij na naslednjih področjih:

- glavni dejavniki uspeha,

- učinkovito načrtovanje,
- finančno in operativno upravljanje,
- razvoj inovativnih izdelkov in storitev,
- uspešna praksa prodaje in trženja.

Novi podjetnik in izkušeni podjetnik gostitelj lahko organizirata izmenjavo s pomočjo najbližje posredniške organizacije, sedaj tudi preko Tehnološkega parka Ljubljana. Celotni seznam posredniških organizacij, ki vključuje tudi nove sodelujoče države (Češko republiko, Dansko, Latvijo, Nizozemsko in Slovenijo), je dosegljiv na naslednji povezavi: www.erasmus-entrepreneurs.eu.

www.tp-lj.si



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

t: 01 477 66 13
f: 01 426 18 79
e: info@tp-lj.si
www.tp-lj.si

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
Teslova ulica 30
SI-1000 Ljubljana

Uspešen CeBIT za XLAB

Podjetje XLAB, d. o. o., pridružen član Tehnološkega parka Ljubljana, je tudi letos, že šesto leto zapored, razstavljalo na CeBIT-u, največjem računalniškem sejmu na svetu. Predstavili so napredna komunikacijska orodja ISL Online za podporo, delo in sodelovanje na daljavo in z njimi povezane novosti

XLAB-ova ekipa se je letos osredotočila na iskanje novih partnerjev iz tehnološko razvitih držav. Po prodoru na trge nekaterih zahodnoevropskih držav in na zahtevni japonski trg želijo lastno programsko rešitev *ISL Online* uveljaviti še v drugih državah s potencialno visoko kupno močjo.

Rešitve ISL Online, ki so plod lastnega razvoja, so že priznane v evropski IT strokovni srenji, kar nakazuje tudi zelo

obiskana stojnica na CeBIT-u. Stojnico so obiskali uporabniki, ki so se zanimali za novosti in nadgradnjo programske rešitve. Zabeležili pa so tudi zanimanje potencialnih uporabnikov, ki iščejo programske rešitve za poslovanje. Za nove potencialne uporabnike so predstavniki XLAB-a na stojnici demonstrirali uporabnost in učinkovitost programa.

K dodatni prepoznavnosti in obiskavnosti stojnice XLAB-a na CeBIT-u je prispevala objava testa uporabnosti ISL Light v najpomembnejši nemški računalniški reviji *c't* magazin. Omenjena revija je XLAB-ovo rešitev za



Utrinek s CeBIT-a

podporo strank na daljavo uvrstila v sam vrh ponudnikov enakih storitev.

XLAB, ki je na CeBIT-u predstavljal lastne programske rešitve, je obiskovalce pogostil tudi s slovenskimi prehrambenimi izdelki, tako so se lahko posladkali z Gorenjkino čokolado in se odžejali s Fructalovimi sokovi.

www.tp-lj.si

Merilna tehnika za profesionalce...



...od senzorja do programske opreme

Zahtevate za vaše meritve in testiranja najvišje standarde, točnost in zanesljivost?

Stavite na zanesljivost vodilnega na tem področju. HBM ponuja vse komponente merilne verige iz lastne proizvodnje, vse v popolnem skladu z vašimi zahtevami.

- merilni lističi
- senzori: sile, mase, momenta, tlaka, pomika, vibracij
- ojačevalniki: industrijski, laboratorijski, kalibrirni
- programska oprema za akvizicijo, vizualizacijo in obdelavo podatkov

www.hbm.com



measurement with confidence

Zastopnik za SLO: TRC, Vrečkova 2, SI - 4000 Kranj, tel: + 386 4 2358310, fax: + 386 4 2358311, GSM: + 386 41 344071, ljudmila.lican@siol.net, www.trc-hbm.si

Premetena uporaba navornih prirobnic v elektrarnah, pri postrojih za generacijo moči

Poraba energije v svetovnem merilu neprestano raste. Vzporedno s tem morajo v sodobnih elektrarnah biti izpolnjene zahteve po gospodarni izrabi razpoložljivih virov energije in vse ostrejši predpisi glede zaščite okolja. To pa lahko omogočijo le popolnoma nove tehnologije delovanja takšnih sistemov.



Drugi način ugotavljanja moči pa je z meritvijo navora na gredi med pogonskim strojem in generatorjem.

Kratka zgodovina nezanesljivosti merjenja navora

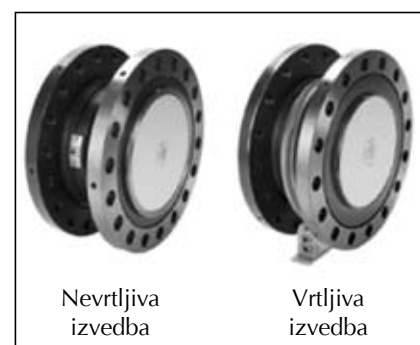
Moč in izkoristek sta najpomembnejši veličini pri ugotavljanju učinkovitosti postrojev za ustvarjanje in pretvarjanje energije. Efektivna moč se lahko enostavno meri na sponkah generatorja. Medtem ko je merjenje učinkovitosti postroja – razmerje efektivne moči generatorja v določenem časovnem obdobju in vložene pogonske moči v obliki goriva – težje.

Eden od razširjenih načinov je ugotavljanje masnega toka goriva. Neposredno merjenje masnega toka pa je zelo netočno. Vrsto težav predstavljajo vplivni parametri vrste goriva in nezanesljivost njihovih podatkov. V praksi se masni tok goriva ugotavlja posredno s pomočjo predhodnega kalibriranja in simulacijskih programov.

Na voljo je nekaj metod. Pri tem je za vse značilno, da navora neposredno ne merijo, ampak ga ugotavljajo posredno, prek ustreznega parametra, odvisnega od navora in ustreznih izračunov. Parametri, ki se pri tem upoštevajo pri izračunih (material, izmere gredi idr.), imajo vedno določene tolerance, ki posledično povzročajo tudi sorazmerno veliko nezanesljivost izračunanega navora.

Enega od dobrih kompromisov predstavlja merjenje navora posredno z merjenjem napetosti na površini gredi, z uporabo merilnih lističev povezanih v mostiček. Napajanje mostička in prenos merilnih signalov potekata brezkontaktno s telemetričnim sistemom s statorja na vrtljivo gred in obratno. Ta metoda lahko zagotavlja precizne merilne vrednosti napetosti, ki so odvisne predvsem od kakovosti aplikacije in uporabljene merilne opreme. V nadaljevanju izračunane

vrednosti navora pa imajo še vedno merilno negotovost med 3 in 5 %. Vzrok so že omenjene tolerance posameznih parametrov, ki so upoštevani v izračunu. Ta metoda ima vrsto prednosti. Osnovna pa je, da je tak merilni sistem mogoče zelo enostavno vključiti v obstoječi postroj. Toda tak sistem vsekakor ni več primeren za vgradnjo v nove, vse zahtevnejše sodobne postroje.



Slika 2. Standardni izvedbi navorne prirobnice HBM

Tehnične lastnosti:

- imenski navor: 10 kNm, 130 kNm, 150 kNm, 200 kNm, 250 kNm, 300 kNm
- imenska vrtljna hitrost: 2000 min⁻¹ do 3000 min⁻¹
- strnjena konstrukcija (zahteva minimalni prostor na gredi)
- nevrtljiva in vrtljiva izvedba
- brez ležajev in drsnih obročev

Opcija: sistem magnetnega merjenja hitrosti: 180 impulzov/vrt.;
- kalibracijski certifikat DKD, ustrezno DIN 51309 ali EA 10/4;
- razred 0,5



Slika 1. Kalibriranje navora na delu pogonske gredi v kalibracijskem laboratoriju

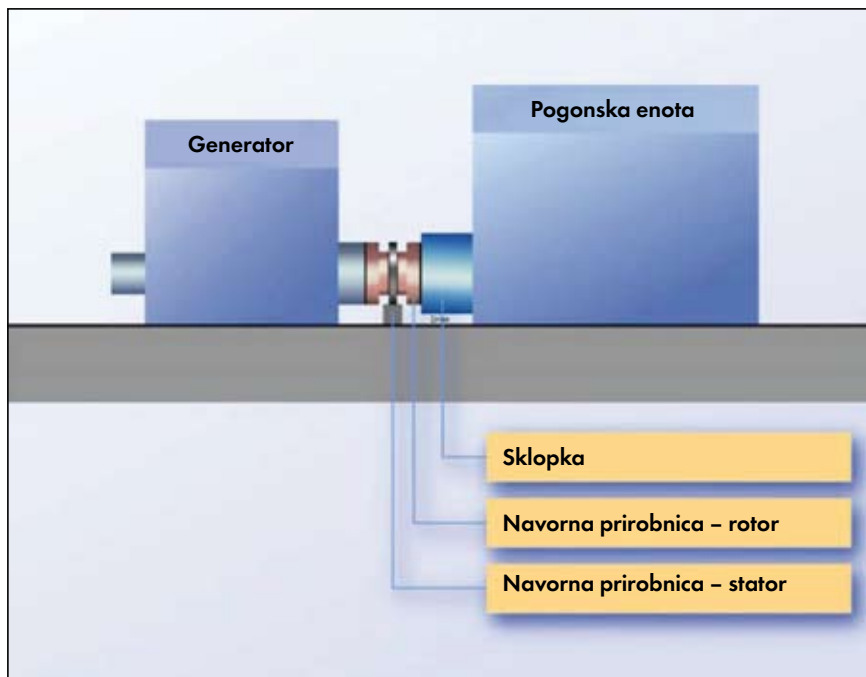
Nezanesljivost zgornje metode se zanesljivo lahko izboljša s kalibriranjem pogonske gredi in drugih delov neposredno za ugotavljanje parametra navora. Deli, ki se kalibrirajo, se tukaj postopno obremenjujejo na stroju za kalibriranje z določenim navorom. Ustrezni izhodni signali se pri tem natančno merijo in registrira

jo. Kalibriranje se lahko opravi tudi na mestu samem. Velike težave pa lahko povzročajo zamotane in drage izvedbe obremenjevanja v lokalnih razmerah. Nasprotno pa kalibriranje v kalibracijskem laboratoriju zagotavlja optimalne pogoje in visoko točnost kalibracije. To lahko zahteva tudi podvajanje sestavnih delov za montažo elementov, ki naj bi se kalibrirali na stroju za kalibriranje. Poleg tega v mnogih primerih tudi ni na voljo ustreznih strojev za kalibriranje glede na izmere in največje vrednosti navora elementov, ki naj bi jih kalibrirali.

... in srečni konec: nič več nezanesljivosti – navori se lahko merijo enostavno in točno

Opisane težave se lahko sorazmerno enostavno rešijo z upoštevanjem merjenja navora v pogonski verigi že ob projektiranju postroja. Vse, kar je potrebno, je ustrezna merilna oprema, ki se vgradi neposredno v pogonsko verigo, tako da se z njo vrti ali celo prevzame njeno funkcijo. Takšna merilna oprema, merilnik navora v obliki prirobnice, »navorna prirobnica«, je že kalibrirana in ustrezno certificirana in se enostavno vgradi, odstrani, zamenja ali ponovno kalibrira.

Navorna prirobnica je kot standardna izvedba na voljo za navoro do 300



Slika 4. Vgradnja navorne prirobnice v pogonsko verigo

kNm. Dobavi se lahko tudi za navoro do 2 MNm. Na voljo sta: nevtljiva izvedba za merjenje reakcijskih navorov kot referenčni merilni pretvornik ter vrtljiva izvedba s telemetričnim sistemom.

V odvisnosti od tipa telemetrije navorna prirobnica zagotavlja visokokakovostni dinamični signal navora s frekvenčnim območjem do 6 kHz. To predstavlja številne prednosti pri sodobnih postrojih za generiranje in prenos moči:

- neprekinjeno točno merjenje izkoristka (monitoring),
- analizo in optimizacijo porabe goriva,
- analizo torzijskih vibracij brez dodatnega senzorja,
- zaznavanje sprememb in značilne krivulje navora (odločitve o vzdrževalnih posegih ali spremembi urnika preventivnega vzdrževanja),
- majhne kasnitve pri prenosu signala (hitri regulacijski posegi ali omejevanje preobremenitve),
- enostavno vgradnjo,
- enostavno ponovno kalibriranje, certificiranje,
- certifikat ATEX za uporabo v eksplozivni atmosferi,
- ABS ali podoben certifikat za uporabo na ladjah,
- ni obrabe in potrebe po vzdrževanju.

HBM kot največji svetovni izdelovalec navornih prirobnic ima več desetletij izkušenj na tem področju. Tudi ob dolgotrajni uporabi visoka kakovost izdelkov HBM zagotavlja visoko točnost merjenja navora. Kot globalni proizvajalec HBM zagotavlja tudi hitro odzivnost in reševanje morebitnih tehničnih in komercialnih vprašanj.



Slika 3. Izvedba navorne prirobnice za 2 MNm

Vir: HBM: www.hbm.com

O tehnologiji tiska »retransfer«

Tehnologija retransfer za tiskanje kartic ne uporablja neposrednega nanosa barve, kot ga poznamo pri direktnem tisku, ampak ga nadomešča s sublimacijo barve. Kartično obliko najprej natisne na film, nato pa ta film obojestransko zapeče na kartico v živ rob.



ZXP retransfer tiskalnik kartic; kontrola dostopa in registracija delovnega časa

Rezultat so zelo kakovostne živobarvne kartice z odtisom povsem od roba do roba, primerljive z »offset« tehniko izdelave kartic. Tako je retransfer priporočena tehnologija za tiskanje na kartice z vgrajenimi sestavnimi deli, kot sta integrirano vezje in antena, ker zagotavlja kakovosten odtis kljub neravnim površinam. Slednje se še posebej izkaže, kadar gre za

varnostne kartice najvišje zaščite in pri uporabnikih z zelo visokimi zahtevami glede vseh parametrov tiskanja kartic. Tiskanje na brezkontaktno pametne kartice, med katere sodijo kartice RFID in pametne kartice s čipom, je zaradi grobih površin oteženo. Zato z običajnimi tiskalniki na takšnih karticah ne moremo zagotoviti optimalnega tiska besedila in

grafičnih elementov. Da bi kljub neravnim površinam dosegli odlične rezultate tiskanja, priporočamo tehnologijo retransfer, po kateri se odlikuje najnovejši Zebrin ZXP-tiskalnik.

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

Kakšno temperaturo še zdržijo nalepke?

Ponujamo kratek odgovor na pogosto zastavljeno vprašanje o temperaturni obstojnosti nalepk in lepila na spodnji strani. Obstojnost je namreč zelo odvisna od tipa nalepke.

Primer: termalne nalepke zdržijo najmanj, saj na obstojnost tiska (lahko s časom zbledi) in samo nalepko (lahko potemni) vplivata dolgotrajnejša povišana temperatura okolja kot tudi ultravijolična svetloba. Obstojnejša je klasična papirna nalepka, ki se tiska

preko folije (vosek), na katero temperatura ne vpliva toliko, še boljša pa bi bila poliestrska ali polietilenska z uporabo še obstojnejše folije (smola ali mešanica vosek/smola).

Folija (ribbon) je poleg kakovosti in obstojnosti tiska namenjena daljšanjemu življenjske dobe termalne glave tiskalnika. Glava zaradi folije tako ne prihaja v direkten stik z nalepko, zato se na njej ne nabira toliko umazanije z nalepke. Najboljši izbor nalepk dosežemo na podlagi opisa aplikacije oz. namena uporabe.

Ko govorimo o tisku s termalnim prenosom preko folije (»termotransfer«), iščemo skladnost med podlago etikete in tiskalnim trakom. Tak tisk zagotavlja daljšo obstojnost izpisa (berljivost podatkov v izpisani kodi) in večjo odpornost na vplive okolja ipd.

Nekateri vrhunski trakovi že zagotavljajo neizbrisljivost tako besedilnih podatkov kot tudi natisnjenih črtnih kod ter grafičnih elementov na nalep-



Tiskalni trakovi za tiskanje obstojnejših nalepk

ki, kadar ga kombiniramo z belimi ali srebrnimi nalepkami za ekstremne razmere. Rezultati so naravnost osupljivi. Tisk je odporen na kemične vplive, mehansko obrabo, temperature do +149 °C. Z laboratorijskimi testi so mu določili tudi triletno kljubovanje izpostavljenosti sončni svetlobi, kot prikazuje slika.

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



Rezultati laboratorijskih testov kažejo trepnost nalepk

Evolucija vizualizacijskega orodja Gaea+

Podjetje XLAB, d. o. o., pridruženi član Tehnološkega parka Ljubljana, je izdalo novo različico vizualizacijskega orodja Gaea+.

Nova različica, ki nima le nove celostne grafične podobe in prenovljene spletne strani <http://gaeaplus.si>, uvaja tudi novo strategijo ponudbe zaključenih geografsko-informacijskih in analitičnih storitev. Prenovljena, uporabniku še prijaznejša grafična podoba je jasen odraz široke uporabnosti vizualizacijskega orodja Gaea+. Novi podobi sledi tudi množica novih storitev, saj želijo strankam ponuditi celovite rešitve GIS.

Nova različica vizualizacijskega orodja Gaea+ predstavlja izjemen tehnični preskok, saj prehod na novo platformo omogoča popolno prilagodljivost in razširljivost ter enostavno izdelavo aplikacij po meri uporabnika. Z oznako Spring '10 (pomlad '10) napovedujejo tudi nov trimesečni razvojni cikel, ki bo z vsakim novim letnim časom prinesel novo, izpopolnjeno različico orodja Gaea+.

Glavne značilnosti prihajajoče različice Gaea+ Spring '10 so:

- nova orodja za analizo in merjenje terena,
- popolnejša podpora datotekam KML in GPX,
- izpopolnjen iskalnik,
- prenovljen uporabniški vmesnik,
- hitrejša delovanje.

Podrobnejše informacije bodo na spletni strani <http://gaeaplus.si> na



Slika 1. Prenovljen uporabniški vmesnik in izpopolnjen iskalnik

voljo 25. marca, ob izidu različice Spring '10.

Kot eni redkih na svetu se lahko v podjetju XLAB pohvalijo tudi z razvojem lastne rešitve za trirazsežno rekonstrukcijo iz digitalnih fotografij. Ta je zaradi

svoje preproste uporabe (zadoščata že običajna fotooprema in povezava v splet, vsi zahtevni izračuni pa se izvedejo na visokozmogljivi strojni opremi podjetja XLAB) in povezljivosti z orodjem Gaea+ ter z drugimi aplikacijami uporabna na številnih področjih:



Slika 2. Nova orodja za analizo in merjenje terena



Slika 3. Postopek rekonstrukcije

- prostorske rešitve,
- nepremičnine,
- turizem,
- arhiviranje,
- oglaševanje.

Več o rekonstrukciji in postopku zlivanja slik v trirazsežnostni model si lahko preberete na spletni strani <http://gaeaplus.si>.



Slika 4. Oblak točk povežemo s trikotniki (levo) in opremimo s teksturami (v sredini)

Obiščite spletno stran <http://gaeaplus.si>, kjer se lahko naročite tudi na e-novice, s katerimi boste obveščeni o novostih. Pridružite pa se jim lahko tudi na kanalih YouTube, Facebook in Twitter.

www.tp-lj.si

Tiskanje kartic za zahtevnejše uporabnike

Zebra ZXP Series 8 sodi med zmogljivejše obojestranske tiskalnike kartic na svetu. Hitrost tiska je izjemnih 190 kartic na uro (enostransko) ali 170 kartic na uro obojestransko. Zahvaljujoč novim algoritmom in tehnologiji tiska retransfer, je hitrost dopolnjena z visoko kakovostjo izdelanih kartic, katerih živobarvni videz dosega raven digitalnih fotografij.

Tehnologija retransfer kartično obliko najprej natisne na film, nato pa jo obojestransko zapeče na kartico v živ rob. Rezultat so zelo kakovostne kartice z odtisom, primerljivim z »offset« tehniko izdelave kartic. Tehnologija retransfer je zato priporočljiva za tiskanje na kartice z vgrajenimi sestavnimi deli, kot sta integrirano vezje in antena, ker kljub neravnim površinam zagotavlja kakovosten odtis.

ZXP je tako namenjen obsežnim aplikacijam tiskanja kartic z visokimi varnostnimi zahtevami (nudi tudi UV-zaščito). Širok nabor možnih dodatkov ZXP preobrazi v sistem, ki združuje procese tiskanja, enkodiranja in laminiranja v en sam korak. Rokovanje s tiskalnikom je enostavno, enostavna je tudi integracija v številne poslovno-informacijske sisteme (ZMotif). Kdor pozna tiskalnike Zebra, pozna njihovo večletno brezhdbno delovanje, kar v primeru



Zebra ZXP, uporaba v zdravstvu

ZXP potrjuje doživljenjska garancija termalne glave.

Možni dodatki: laminator, brezžična povezljivost (802.11 b/g ethernet), kontakti in brezkontaktni zapisovalniki čip kartic, MIFARE in UHF Gen 2 RFID ter magnetnega traku.

Za enostavno oblikovanje kartic priporočamo programsko opremo CardFive.

Področja uporabe: kontrola dostopa, registracija delovnega časa, konference in drugi dogodki, javna uprava in zdravstvo.

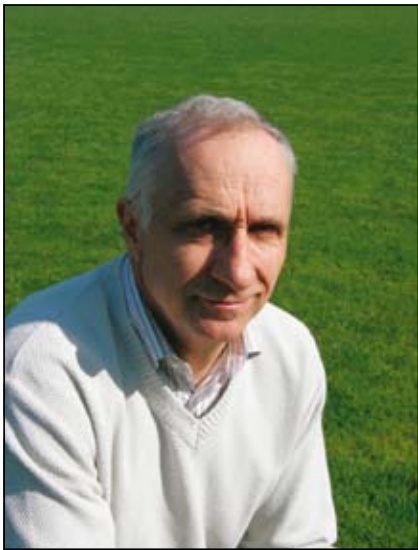
Retransferski tiskalnik kartic Zebra ZXP priporočamo, kadar potrebujemo:

- visoko kakovost,
- dolgotrajno obstojnost,
- tiskanje od roba do roba (»v živu rob«),
- velik obseg in visoko kapaciteto tiskanja,
- varnostne kartice tudi z UV-zaščito.

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

Inženirski biro PIRNAR & SAVŠEK

Minilo je že 23 let od ustanovitve inženirskega biroja – konstrukcijskega, projektivnega in razvojnoraziskovalnega podjetja v Zasavju, ki sodi med redke privatne inženirsko-tehniške storitvene organizacije v Sloveniji. Več kot dvajsetletno uspešno delovanje in razvoj biroja, med ostalim tudi s pomembnimi projekti na področju fluidne tehnike, je dovolj pomemben razlog, da ga predstavimo tudi v reviji Ventil. Predstavitev bomo najbolje opravili s pogovorom z ustanoviteljema in lastnikoma biroja, stanovskima kolegoma Mirom Pirnarjem in Zdenkom Savškom.



g. Miro Pirnar



g. Zdenko Savšek

Ventil: Najprej prosimo, da nam predstavite, zakaj in kako je prišlo do ustanovitve biroja in kako ste opredelili osnovno področje njegove dejavnosti?

P & S: Oba »krivca« sva bila pred ustanovitvijo inženirskega biroja leta 1987 zaposlena v Strojni tovarni Trbovlje (STT). V STT sva se kalila, Miro osmo leto in Zdenko šesto leto, ko sva se dokončno odločila, da ustanoviva svoj Inženirski biro. Takrat je bila takšna »obrtniška« dejavnost pri nas redka, če ne kar unikatna. Področje mehanike sva dovolj dobro obvladala, s tem tudi razvoj strojev, vendar sva si želela, da bi lahko čim prej uporabljala tudi naj sodobnejša programska orodja (takrat naju je »dražil« program ANSYS in tudi podobni programski paketi za analize po metodi končnih elementov, ki so z razvojem osebnih računalnikov po svetu že postajala

dostopnejše orodje na delovnih mizah inženirjev. Morda sva takrat pričakovala preveč (ali bila preveč nestrpna) do vodstva STT (da bi kupilo vsaj en PC z licenčnim programom ANSYS), zato sva se odločila za svojo poslovno pot ter nameravala čim prej opremiti lasten biro s sodobno računalniško in programsko opremo (kasneje tudi z merilno opremo). Zavedala sva se, da ne bo lahko. No, bilo je še težje, kot sva pričakovala. A je bilo vredno truda. Ustvarjalna svoboda ima pač svojo ceno.

Najina osnovna dejavnost je že takrat temeljila na mehaniki, inženirskih storitvah za strojogradnjo, razvoju strojev in naprav, tudi projektiranju in revidiranju za gradnje objektov (tehnologije skladiščenja, pretovora in transporta premoga in drugih sipkih tovorov, jeklenih konstrukcij ipd.).

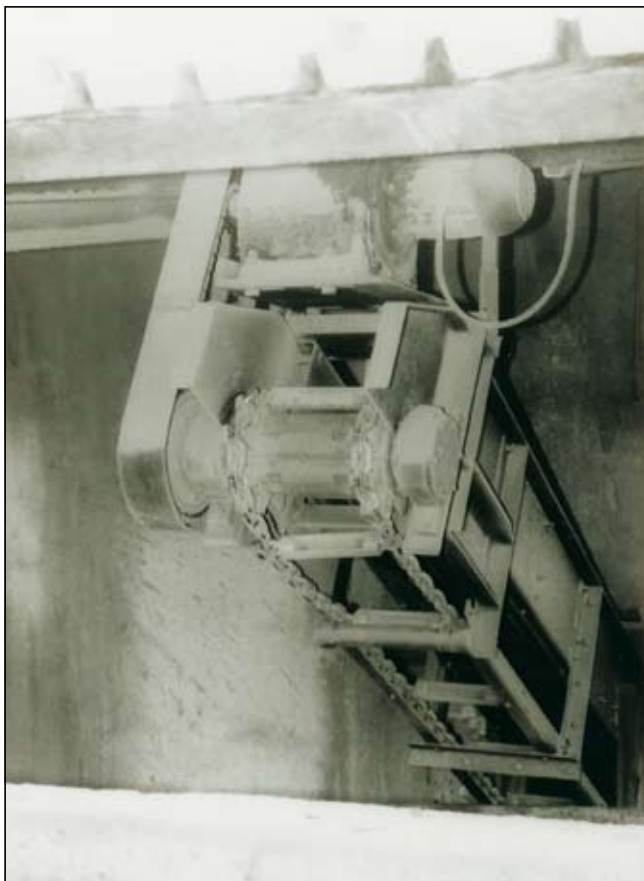
Ventil: Kakšne so bile vaše prve naloge oz. projekti in kdo so bili vaši prvi naročniki?

P & S: Prva projekta sta bila transport pepela iz kotlovnice s pomočjo verižnega transporterja, vključno z izdelavo in montažo, ter razvoj, izdelava in montaža tovarnega dvigala. Oboje je naročil kupec iz Črnomlja, ki sva mu še danes hvaležna za zaupanje. Tretji projekt je bil razvoj hidravličnega preskuševališča za preskušanje hidravličnih komponent. Naročnik pa je bila Fakulteta za strojništvo v Ljubljani. Preizkuševališče je bilo namenjeno raziskovalnemu delu in študijskemu procesu. S svojim bogatim znanjem nama je svetoval tudi mag. Anton Stušek.

Ventil: Kje je današnji sedež biroja, katera so najpomembnejša področja vašega delovanja in kdo so stalni naročniki vaših storitev?

P & S: Sedež biroja je (in bo še v prvi polovici leta 2010) v Zagorju ob Savi, v dotrajanem objektu nekdanjega športnega doma Proletarec. Tam imamo slabih 150 m² pisarniških prostorov, kar že nekaj časa ne zadostuje za kvalitetno delo v biroju. Sicer pa smo vsa leta veliko vlagali v znanje, reference in mlade inženirje (in ne v mahagonij mize).

Zelo se trudimo uresničevati našo vizijo: Neprestano si prizadevamo rasti kot podjetje, ki ga kupci, partnerji in okolje prepoznajo kot ponudnika naprednih tehnično-tehnoloških rešitev ter kot partnerja, ki zagotavlja zanesljivo podporo



Verižni transporter za pepel iz leta 1987

uresničevanju njihovih strateških ciljev.

Morda se naša vizija »na prvo žogo« bere lahko, vendar raziskovalci in razvijalci, še posebno tisti, ki se morajo vsak dan dokazovati na trgu, zelo dobro razumejo, da je naš vsakdanji izziv tudi naporen.

Dejavnosti biroja so:

- računalniško podprte mehanske analize in izračuni,
- meritve in preskušanje,
- modernizacije, rekonstrukcije in sanacije,
- projektiranje in revidiranje.

Naše aktivnosti so usmerjene na naslednja področja:

- mobilni bagri,
- industrijske naprave,
- gosenična dvigala,
- nakladalniki,
- vibracijska tehnika,
- jeklene konstrukcije in silosi,
- transport in skladiščenje premoga ter drugih sipkih materialov,
- stroji in naprave po posebnih zahtevah naročnika,

- izdelki za svetovni trg,
- razvoj in izdelava lastnih izdelkov.

Na pomembnosti v zadnjih petih letih pridobivajo ravno zadnji trije tematski sklopi.

Stalni naročniki zunaj Slovenije so:

- Studio Moderna, Švica,
- European Excavator Design Center, Nemčija, in
- Maschinenfabrik Sennebogen, Nemčija,
- občasno še nekateri drugi.

Dolgoletni partnerji v Sloveniji so:

Tehnoprojekt – Trbovlje, Rudis, – Trbovlje, Luka Koper, STTIM – Trbovlje, Kalmer – Trbovlje, Prototip CC – Trbovlje, Mikomi – Ljubljana, Mobitel – Ljubljana, in tisti, s katerimi se občasno srečujemo pri reševanju posameznih »ocvirkov«.

Ventil: *Koliko stalnih sodelavcev imate v biroju in kakšna je njihova strokovna izobraženost in karierna izkušnost?*

P & S: Trenutno nas je v biroju zaposlenih 7: šest inženirjev (en mag. univ. dipl. inž. stroj., trije univ. dipl. inž. stroj., en dipl. inž. stroj. in en inž. stroj.) ter poslovna sekretarka. Karierna izkušnost, če jo pretvorimo najprej v delovno dobo, je od 3 do 30 let delovne dobe. Kar hkrati pomeni, da smo ves ta čas vpeti v strojogradnjo. Več kot 800 različnih nalog (projektov), večjih (tudi nekajletnih razvojnih nalog) in manjših, smo opravili v tem času. Zaradi tega je danes mlajšim inženirjem lažje začeti delati v našem biroju, saj je baza znanj in izkušenj sorazmerno bogata. Pri večjih naročilih se pove-

zujemo tudi z zunanjimi sodelavci in podjetji, ki se vključijo na projektni osnovi. Naše delo temelji predvsem na motivacijskem, dovolj spročenem in prijaznem delovnem okolju. Vsi v podjetju sprejemamo nove naloge kot izzive, vlagamo naše znanje, izkušnje in energijo v visoko kakovost storitev in izdelkov z željo, da kupec dobi več od pričakovanj.

Ventil: *Ali nam lahko zaupate, katera in kakšna inženirsko-tehnološka vprašanja najpogosteje rešujete, kakšne metode in postopke pri tem uporabljate in kakšna je vaša oprema?*

P & S: Inženirske storitve za strojogradnjo so še vedno temelj naših aktivnosti (statični in dinamični izračuni, napetostno-deformacijske analize z metodo končnih elementov, drugi tehnični izračuni in študije). Obseg teh storitev na posameznem projektu je podrejen zahtevam in potrebam posameznega kupca oziroma kako »globoko« smo vpeti v razvoj stroja, naprave oziroma izdelka. Smo dovolj fleksibilni, da se lahko prilagodimo pričakovanjem in potrebam posameznih kupcev.

Drugo obsežnejše področje delovanja je projektiranje in revidiranje po zakonu o graditvi objektov v RS (načrti gradbenih konstrukcij, techno-



Primer iz družine mobilnih bagrov



Hidravlični agregat prevoznega teleskopskega dvigala (detalj)

V biroju skrbimo za stalno izobraževanje in samoizobraževanje. Naša knjižnica strokovne literature je res bogata. Obnavljanje in nadgrajevanje znanj je nujno za ustvarjalno delo inženirjev. Inženirji delamo tudi na zmogljivi računalniški opremi in

dežem v Trbovljah. Trenutno je tam 9 zaposlenih. Prav tako smo že kmalu po ustanovitvi Kalmerja kupili 1/3-delež v proizvodnem podjetju Prototip CC, d. o. o., v Trbovljah, ki danes zaposluje 32 ljudi. Njihova ponudba obsega program transportnih valjčkov in

uporabljamo licenčno programsko opremo, tj. programske pakete ANSYS, PRO/E, Solid Works, AutoCAD in še nekatere druge. Med drugim uporabljamo tudi lastno merilno opremo proizvajalca DEWETRON za meritve specifičnih raztezkov na konstrukcijah z merilnimi lističi.

Prav je, da poudarimo, da smo že leta 1990 še z nekaj kolegi ustanovili podjetje Kalmer, d.o.o., ki je specializirano za meritve vibracij, balansiranja in vzdrževalni inženiring s se-

druge opreme za gumitransporterje, izdelavo rezervnih delov, strojev in naprav ter remontno-montažno dejavnost.

Vesela sva, da so v obeh družbah prizadevni in učljivi ljudje s sposobnimi vodstvi, ki si ves čas prizadevajo za kvalitetne storitve in izdelke. Torej še dva razloga več, da tudi mi vse več aktivnosti usmerjamo v razvoj lastnih izdelkov in novih storitev za trg.

Ventil: Mogoče nam lahko opišete ali z ustreznimi tehničnimi dokumenti predstavite nekaj najbolj zanimivih nalog, ki ste jih reševali?

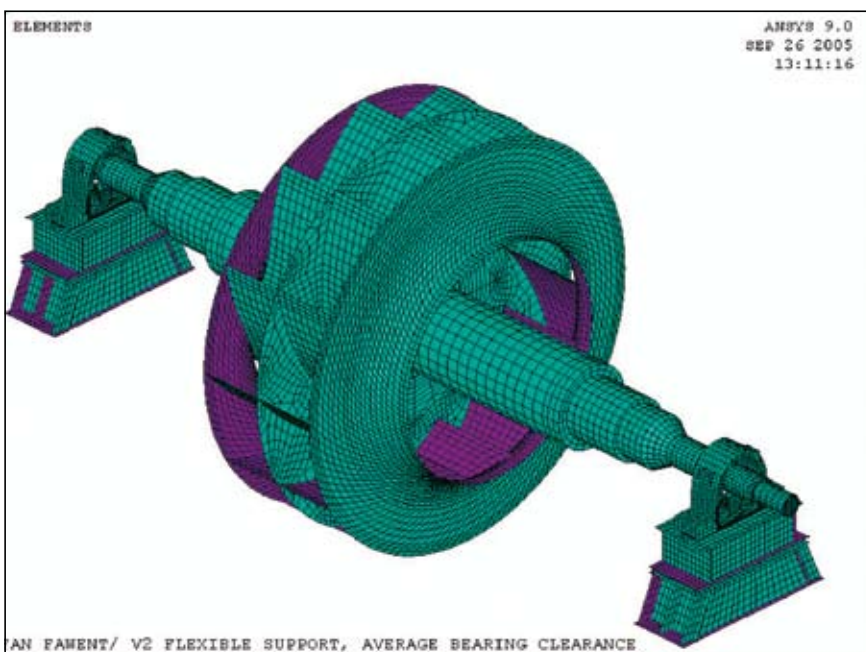
P & S: Nekaj primerov predstavljamo kar v fotogaleriji. Pri posameznih razvojnih projektih je bil naš vložek različen, pač glede na želje in potrebe kupcev. Natančneje predstavljamo projekte bi seveda vzelo preveč prostora.

Ventil: Že pred časom ste najavili gradnjo razvojno-preskusnega centra v Trbovljah. Ali že deluje oz. v kateri fazi gradnje je ta projekt? Predvsem pa kakšne so (bodo) njegove značilnosti in čemu bo namenjen?

P & S: Odprtje razvojno-preskusnega centra Spiring v Trbovljah (RPC) smo sprva načrtovali za avgust 2009, vendar smo lani zaradi previdnosti (gospodarska kriza je oklestila naročila tudi našim stalnim kupcem) upočasnili gradnjo. Tako se bomo v RPC preselili ob koncu prve polovice tega leta. Do konca aprila bodo dokončana vsa inštalaterska in druga obrtniška dela.

Objekt stoji na 2000 m² velikem zemljišču. V objektu RPC bomo imeli na razpolago približno 400 m² uporabnih notranjih površin, od tega dva preskusna laboratorija zavzame ta 130 m², ostalo je namenjeno pisarnam, manjši predavalnici in drugim pomožnim prostorom.

Investicijo je naše podjetje v celoti, vključno z zemljiščem in celotno zunanjo infrastrukturo, financiralo samo (delno iz »privarčevanih« sredstev iz preteklih let in delno s pridobljenim



Ventilator – MKE (ANSYS)



Meritve z merilnimi lističi na podvozu bagerja

privlačno obliko oziroma videz, (četrtič) vgrajene inovativne in napredne rešitve in še bi lahko naštevali.

Ne nazadnje razvijamo tudi nekaj svojih izdelkov, za kar tudi potrebujemo lasten preskusni laboratorij, da bomo lahko iz-

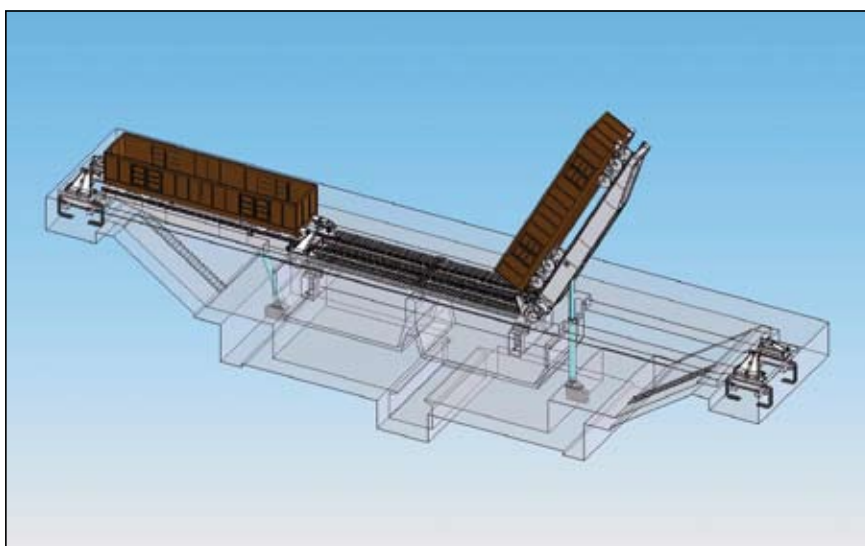
vedli vse razvojne korake, potrebne za dosego vrhunske kakovosti izdelkov.

Ventil: Na koncu nam zaupajte še smeri in cilje nadaljnjega razvoja in področja delovanja biroja doma in v tujini.

P & S: V novem razvojno-preskusnem centru bodo pogoji za delo inženirje v primernejši in vsi že nestrpno pričakujemo preselitev na novo lokacijo. Upamo, da bodo v še boljši kakovosti naših storitev in izdelkov to zaznali tudi kupci.

kreditom banke), brez daril občine ali države.

Z vselitvijo v nov objekt bomo (smo) ustvarili pogoje, da sami opravimo večino inženirskih aktivnosti na poti »od ideje do izdelka«. Torej ne samo »papirnati« del razvoja, temveč tudi preskušanje in optimizacijo detajlov prototipov ter njihovo njihova pripravo za serijsko proizvodnjo. Vse strožje zahteve trga, ne nazadnje predpisov in velika (vse večja) pričakovanja kupcev, zahtevajo (prvič) praktično 100-odstotno zanesljivost in funkcionalnost obratovanja, (drugič) konkurenčnost izdelka (cenovno privlačnost ...), (tretjič)



Pretovorna postaja za premog (3D – Solid Works)



Razvojno-preskusni center Spiring (RPC) v Trbovljah (v gradnji)

Načrtujemo tudi dodatne zaposlitve in širjenje programa podjetja, a o teh načrtih več prihodnjč.

Ventil: Hvala vam za izčrpne, strnjene in strokovno korektne odgovore! Tudi v prihodnje vam želimo uspešen razvoj in delovanje biroja.

P & S: Hvala tudi uredništvu revije Ventil in vam gospod Anton Stušek za prijaznost in za možnost, da se predstavimo v vaši reviji.

Anton Stušek
Uredništvo revije Ventil

SPIRING
www.spiring.si

Fuzzy Logic Position Control of a Shape Memory Alloy Wire

Daniela MAFFIODO, Terenziano RAPARELLI, Guido BELFORTE

Abstract: Due to the complex thermomechanical characteristics of Shape Memory Alloy wires, it is important to develop control systems in order to design new applications for these smart materials. This paper presents three SMA wire position control algorithms: a classic PD control with PWM modulation is compared to two different fuzzy logic solutions. They are implemented on an SMA wire (Flexinol®) with a diameter of 250 μm and length of about 200 mm.

Fuzzy logic is particularly suitable in cases involving uncertain conditions and data acquisition noise, and is widely used to model and control time-dependent and/or nonlinear processes.

Experimental tests included square wave response tests, sinusoidal wave tests and multiple step response tests. Results indicate that maximum error during the stability phase with the fuzzy logic control is about 2%, four times smaller than that obtained with the PD control, with a lower fluctuation amplitude. The PD control with fuzzy supervisor is simpler than the fuzzy control and provides similar results in the sinusoidal tests and multiple step response tests, with fluctuation amplitude of about 0.01 mm, much lower than those observed with the PD or the fuzzy control.

Keywords: Position control, fuzzy logic, shape memory alloy

1 Introduction

Shape Memory Alloy (SMA) wires are currently employed in robotics, as well as in actuators for various industrial, aeronautical and space applications, where they can be a good alternative to traditional actuators [1]. SMA wires are particularly suitable for small devices with simple design and high power-to-weight ratio, and are also an optimum solution when employed as sensors and actuators at the same time.

Since their thermomechanical characteristics depend on a number of vari-

ables, the constitutive models presented by various researchers [2, 3, 4, 5] attempt to consider wire nonlinearity, hysteresis and nonrepeatability. The complexity of these models, however, has led a number of groups to look for a way to design SMA wire applications without knowing all aspects of thermomechanical characteristics. This can be accomplished by applying control methods to the wire considered as a "black box". Some researchers [6, 7] designed a PD control, using pulse-width pulse-frequency (PWPF) or PWM modulation to reduce energy consumption. Results demonstrate that the latter solution provides better stability and energy savings. An interesting approach [8] consists of using neural networks to compensate for wire hysteresis. Another possible solution is an SMA wire position control [9], where the feedback signal is the simple linearized law between

the wire strain and its electrical resistance, assuming constant load. The same idea of resistance feedback is the basis of other researchers' work [10], where the relationship between position and resistance is mapped by applying neural networks.

A nonlinear PID control with hysteresis compensation permits good position control of SMA actuators [11]. A further possibility is so-called fuzzy logic control, which is particularly suitable in cases involving uncertain conditions and data acquisition noise. This type of logic, first developed in '65, is now widely used to model and control time-dependent and/or nonlinear processes [12, 13].

This article presents three SMA wire position control algorithms: a classic control (PD with PWM modulation), a fuzzy logic control and a hybrid con-

Assist. prof. dr. Daniela Maffiodo, prof. dr. Terenziano Raparelli, prof. dr. Guido Belforte; all: Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Torino, Italy

control (PWM control with fuzzy supervisor). The controlled actuator is a Ni-Ti wire (Flexinol® 250 HT) 250 μm in diameter, 200 mm in length and showing a one-way shape memory effect.

Our goal was to optimize SMA wire position control algorithms, making it possible to design more reliable and efficient applications. In particular, the aim was to achieve a good compromise between the control's ability to maintain a desired position and fast actuator response. For this reason, we sought to develop a control algorithm capable of ensuring small errors in sinusoidal wave and multiple step response tests. It will thus be possible to design SMA wire applications with continuous, rather than only digital, behavior.

As an example, some researchers [14] designed a SMA-actuated humanoid flexible gripper and studied the associated control. More generally, the implemented control scheme makes it possible to improve the performance of a wide range of applications: from robots and parallel manipulators to minimally invasive surgery applications, and from grippers to artificial limbs.

■ 2 Test bench

The selected SMA wire achieves its contracted shape at temperatures above 70°C. To return to the other crystalline form, it is necessary to cool the wire and apply a bias tension of at least 35 MPa in the wire axial direction. Heating is accomplished via the Joule effect, while cooling is in still air. As one end of the SMA wire is fixed, shortening caused by heating can be considered as the upwards displacement of the free end of the wire. The term "position control" will refer to the position of the free end with respect to the fixed end. The wire must be firmly constrained, under mechanical strain and heated by electric current; a sensor is also required to measure the position reached by the free end.

A schematic view of the control test bench is shown in *Figure 1*. Wire layout is simple and efficient: the SMA

wire (2) is positioned vertically and connected at both ends to an insulated electric wire. On the upper side, the wire is connected to the structure (1), while an approximately 1 kg mass (3) is suspended on the lower side. The cursor of a Schaevitz E200 LVDT position sensor (4) is rigidly connected to the mass, sliding inside an external cylinder secured to the structure.

SMA wire position control is executed with appropriate software on PC (7). The DAQ NI PCI-6052E data acquisition device (6) is the interface between the mechanical system and the control system. In particular, the SMA wire position feedback signal from the LVDT sensor, the signal representing the potential drop across the SMA wire and the signal representing the potential drop across a known resistance in series with the SMA wire are also acquired in order to monitor supplied power and not to exceed the wire limits. The command signal needed to control the SMA wire is also transmitted. Sample time is 0.0001 seconds.

The amplification device (5) fulfills two purposes: to amplify the low power signal from DAQ and to acquire the electric current magnitude flowing into the SMA wire.

■ 3 Control logic

In developing the control, the SMA wire was considered as a "black box". The input is the thermal power supplied to the wire; the outputs are

the generated force and the displacement of a wire end. Wire temperature and electrical resistance are internal variables.

Actually, the thermal power supplied to the SMA wire is the difference between the power supplied by Joule effect and the power continuously dispersed by conduction, convection and radiation.

Total power supplied is known, and represented by the product $V_{\text{SMA}} \times I_{\text{SMA}}$. The dispersed power is unknown and not considered: during heating this power is negative, but during cooling it is essential in order to produce the austenite-martensite transformation. It depends on environmental conditions (e.g., temperature, ventilation, etc.), that are not controlled or monitored during this study because this is the normal operating condition for SMA applications.

Except for the temporary phases, the force generated by the SMA wire is equal to the constant load applied. The wire end displacement, corresponding to wire contraction, is measured by the LVDT position transducer. The electrical resistance, an internal variable, is indirectly obtained as the ratio $V_{\text{SMA}}/I_{\text{SMA}}$, while temperature is not measured.

■ 4 Control method

Three different closed loop control methods were investigated, each developed with Matlab/Simulink software.

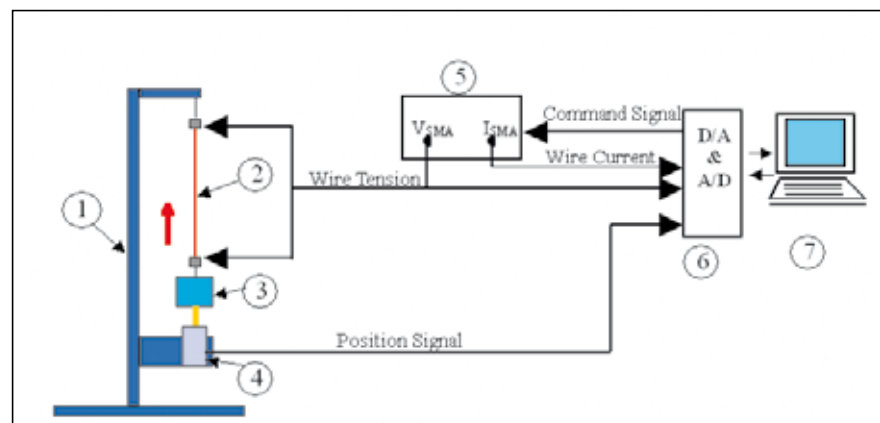


Figure 1. Control test bench schematics (the arrow beside the wire indicates the heating/shortening direction)

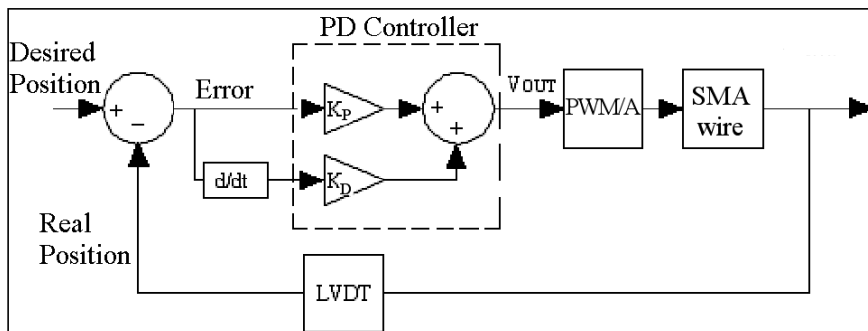


Figure 2. Block diagram of the PD control with PWM modulator

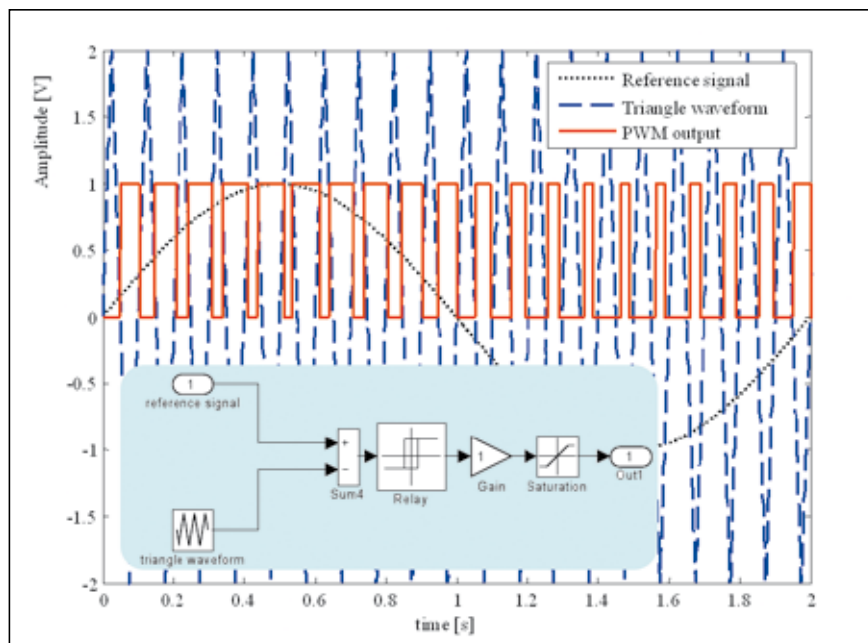


Figure 3. PWM subsystem

4.1 PWM modulated PD Control

The proportional derivative control with PWM (Pulse Width Modulation) modulator is shown in Figure 2. The desired position is the control input, compared with the position feedback provided by the LVDT sensor. The difference between the two signals is the positioning error, subsequently multiplied by the proportional gain K_P ; its derivative is amplified by means of the derivative gain K_D . The sum of these signals is the command signal V_{OUT} , which is processed by the PWM to provide the corresponding wave train. Figure 3 shows an example of the generated PWM output.

The triangular waveform (frequency $f=10$ Hz, amplitude $A=2V$) is compared to the reference signal. This

difference is the relay input signal. When the reference signal value is greater than the modulation waveform, the PWM signal is in the high state, otherwise it is in the low state. The saturation block limits maximum output for safety reasons.

As output frequency is obviously the same as the carrier wave frequency, the period is $T=0.1s$.

4.2 Fuzzy Logic Control

Figure 4 shows the block diagram of the SMA wire controlled with fuzzy logic. It is similar to the PD control, but the PWM modulator is eliminated.

Control input and output are nominally the same as in the PD control, but the internal process is profoundly different. Figure 5 shows the block diagram of the fuzzy logic control.

The error and derivative error variables of a fuzzy control are defined and split up into five different levels using linguistic variables: negative big, negative small, zero, positive small, and positive big. The output variable V_{OUT} is described by seven linguistic variables: very low, low, mean low, medium, medium high, high, very high.

Figure 6 shows the membership functions for the error variable. Since the actuator stroke is 8 mm, the absolute value maximum error is 8. Triangular and trapezoidal membership functions were chosen to reduce computational costs. Trapezoidal wide negative big and positive big operate when the error is big, e.g., for step signals; negative small, zero and positive small are the membership functions operating for sinusoidal position input signals.

Figure 7 shows the membership functions for the derivative error variable.

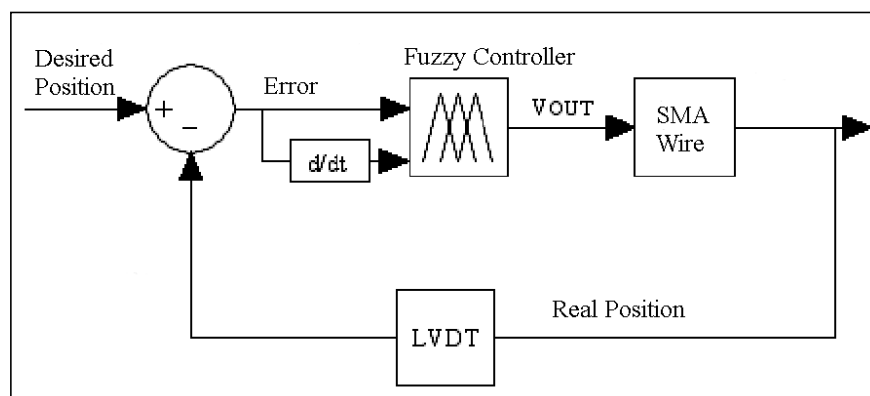


Figure 4. Fuzzy Logic Control

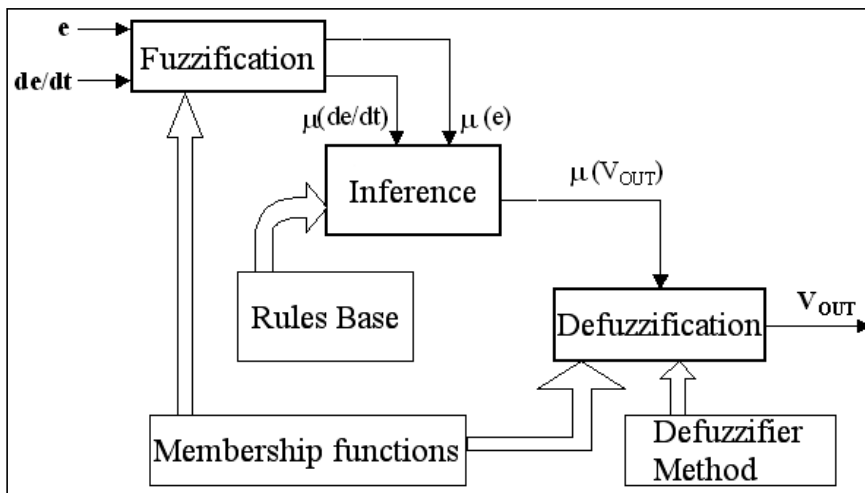


Figure 5. Fuzzy logic controller block

8. IF error is pos. small THEN voltage is high;
9. IF error is pos. big THEN voltage is very high.

To explain the rule set, it is necessary to note that negative error means that the value for the position reached is higher than that for the desired position value, so applied voltage must be reduced to cool the wire; the converse situation applies for positive error. Negative derivative error means that error is decreasing (when error is positive, its absolute value is decreasing; when error is negative, its absolute value is increasing), while the

The membership function range (-5/+5 mm/s) was evaluated experimentally.

Figure 8 shows the membership functions for the output variable, voltage V_{OUT} . There are 5 narrow triangular and 2 trapezoidal membership functions with no intersections. The V_{OUT} range is 0/3.8 V; the maximum cooling speed (environmental conditions permitting) is achieved with null input, and the maximum heating speed is obtained with the highest voltage. Note that the V_{OUT} voltage is not exactly the wire supply voltage V_{SMA} because there is a resistance in series with the wire in order to measure electric current.

Maximum voltage is 3.8 V to avoid the risk of overheating. This value was experimentally evaluated.

The rule set is composed of 9 rules:

1. IF error is neg. big THEN voltage is very low;
2. IF error is neg small THEN voltage is low;
3. IF error is neg. small AND derivative error is pos. big THEN voltage is medium high;
4. IF error is zero AND derivative error is neg. small THEN voltage is medium low;
5. IF error is zero THEN voltage is medium;
6. IF error is zero AND derivative error is pos. small THEN voltage is medium high;
7. IF error is pos. small AND derivative error is neg. big THEN voltage is medium low;

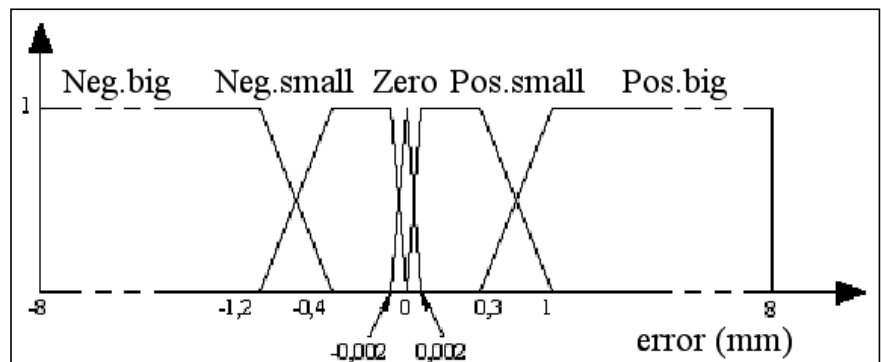


Figure 6. Membership functions of the error variable

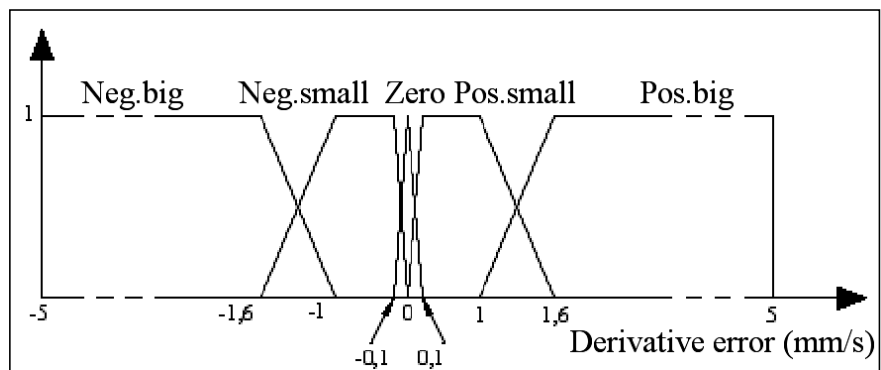


Figure 7. Membership functions of the derivative error variable

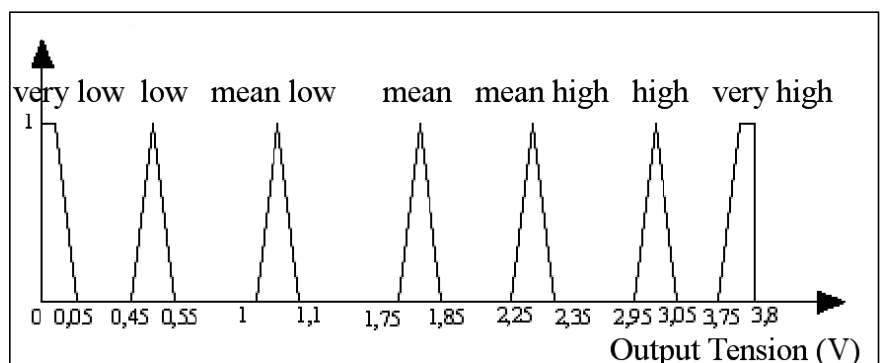


Figure 8. Membership functions for the output variable, voltage V_{OUT}

converse situation applies for positive derivative error.

Moreover, big derivative error (positive or negative) means that error variation speed is high, and vice versa for small derivative error. These obvious qualitative observations are the foundations of the inference rule set. Rules 1, 2, 5, 8 and 9 are simple and based only on the error value. Rules 4 and 6 operate when there is very little difference between the real position and the desired position (zero error means that its value is between -0.002 and $+0.002$ mm), and derivative error is small (between -1 and $+1$). Referring to rule 6, small derivative error means that error "will be" positive and the control will operate to increase output voltage, as for rule 4. Rules 3 and 7 are intended to prevent overshoots. During both heating and cooling step tests, derivative error exceeded 1.5 only when error was big (negative big and positive big derivative error). As an example, if error is rapidly decreasing during heating, without rule 7 the control would supply high voltage with the risk of exceeding the desired position value. With rule 7, the fuzzy control supplies a medium low voltage (about 1 V) to decrease the error speed. When error is low, other rules will operate.

It should be noted that when the difference between the real position and the desired position is very small (zero error), an external noise (e.g., a convection increase) involves rule 8, not 7, because error becomes positive or negative small. This means that the system is well-built.

4.3 PD Control with fuzzy supervisor

The last control solution is a PD con-

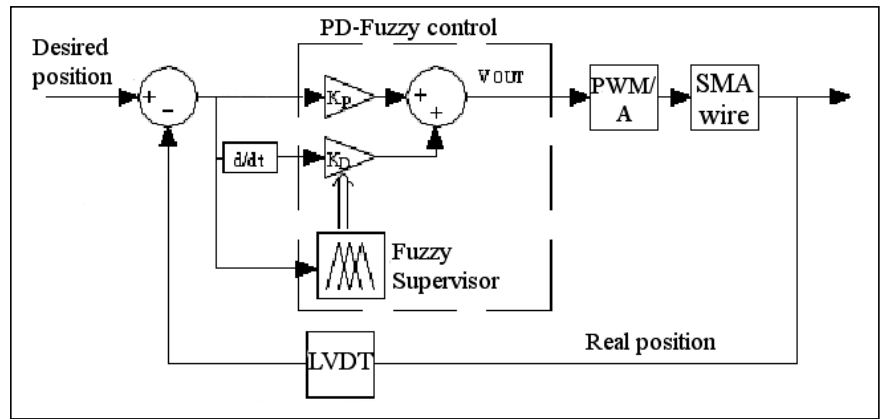


Figure 9. PD control with fuzzy supervisor

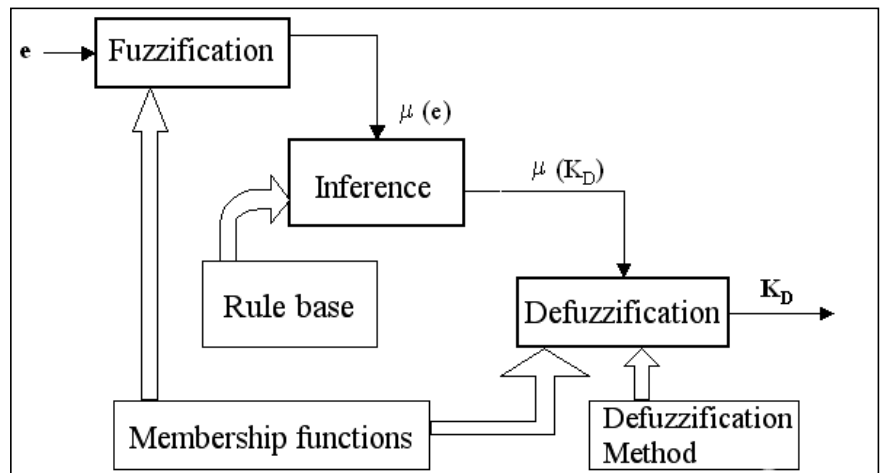


Figure 10. Fuzzy block

control with fuzzy supervisor. The fuzzy subsystem is used to calibrate the K_D parameter of a PD controller. The derivative is used to damp system response, so it is advantageous to increase it at the end of the transition phase. Experimental tests carried out to determine the correct value for parameter K_P and K_D show that, for a fixed K_P value, a high K_D value is important during the transition phase and a low K_D value is useful in reducing vibrations when the difference between the real position and the desired position is very small.

The fuzzy subsystem, shown in Figure 9, provides the most suitable derivative value, evaluating only the position error.

Figure 10 shows the fuzzy block: the input is the position error and the output is the K_D value. Figure 11 shows the membership functions for fuzzification, while Figure 12 shows the membership functions for the defuzzification phase.

The rule set is very simple, with only three rules:

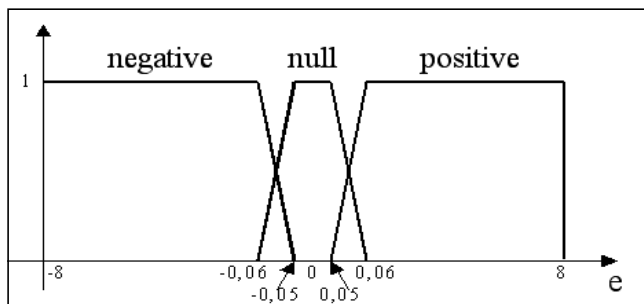


Figure 11. Membership functions for fuzzification

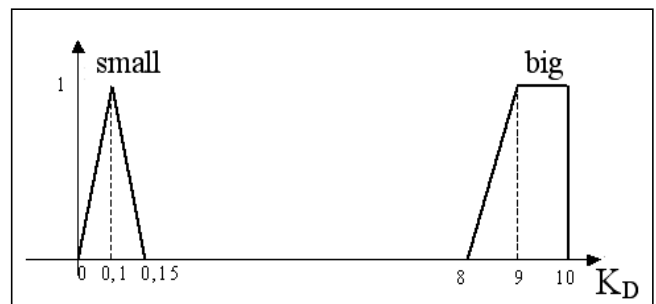


Figure 12. Membership functions of the output variable KD

1. IF error is negative THEN KD is big
2. IF error is null THEN KD is small
3. IF error is positive THEN KD is big

Thus, fuzzy block output is a big derivative gain (around 9) when the system is far from the desired position and a small one (about 0.1) when there is very little difference between the real position and the desired position.

■ 5 Experimental tests and results

Square wave response and sinusoidal wave response tests with different frequencies and a multiple step response test were carried out for the three different control algorithms. In order to evaluate control behavior, it

is important to know whether the control is capable of maintaining the desired position for an adequate period of time, and, on the other hand, the control's tracking performance, evaluating any delays. The first capability is assessed through square wave and multiple step response tests, while the second is assessed through sinusoidal tests. The square wave test, with frequency of 1/20 Hz, makes it possible to evaluate maintenance of two predetermined positions corresponding to a SMA wire contraction of 1 mm and of 7 mm. Sinusoidal wave frequencies were assumed to be equal to 1/60, 1/30, 1/20 and 1/15 Hz. The multiple step response tests employ a command signal with 5 upward slopes and 5 downward slopes.

Each step corresponds to a 1 mm contraction (or relaxation) of the SMA

wire and lasts 10 seconds; the entire command signal being from 2 to 7 mm of the actuator wire range. This test investigates the wire's ability to maintain a desired position during a sufficiently long period of time. The maximum error observed during a single test step is considered the error of that test, and the maximum overshoot observed during all up and downwards steps of a single test is considered as the overshoot of that test.

5.1 Results for PD control with PWM modulator

Experimental tests demonstrate that it is not possible to choose a pair of values for K_P and K_D that minimize both overshoot and error while maintaining the desired position. $K_P=60$ and $K_D=4$ are the compromise values used for the tests.

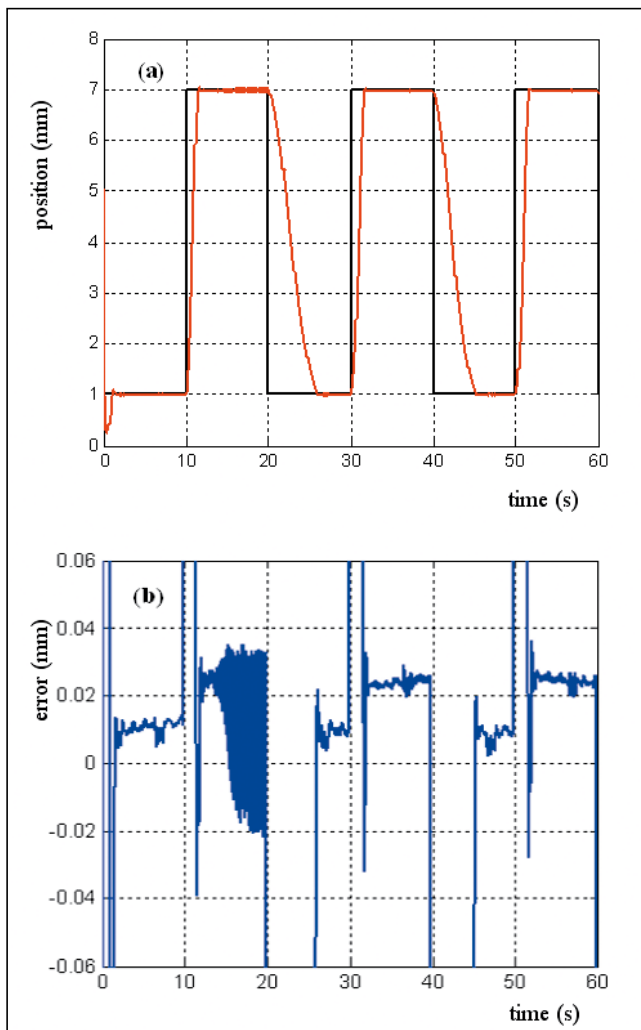


Figure 13. (a) Square wave response test with PD control and PWM modulator, $f=1/20$ Hz, 1 kg bias load; (b) Corresponding position error

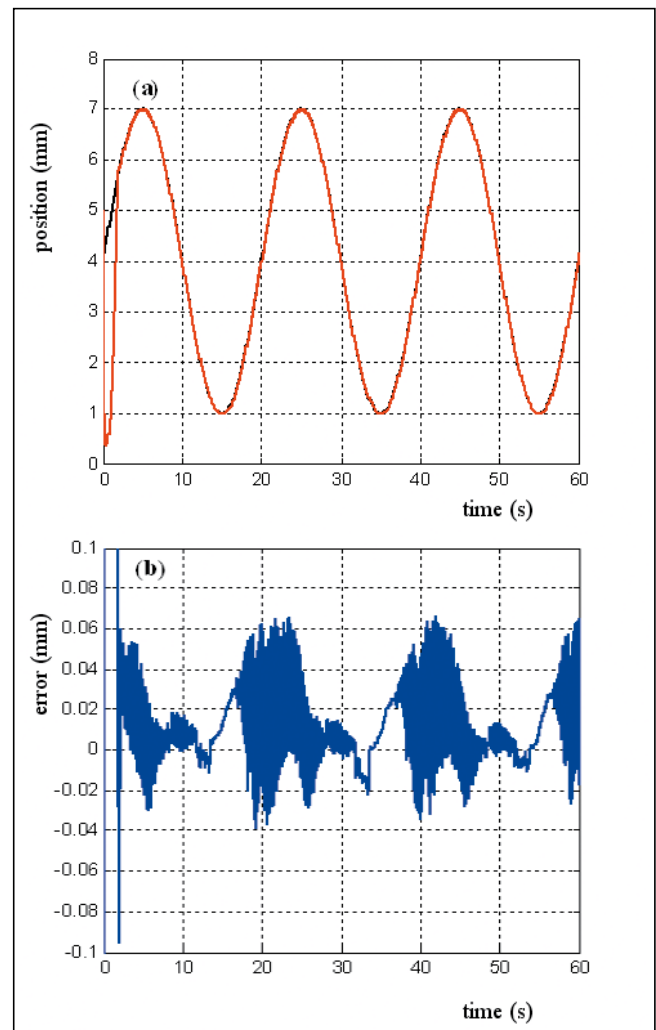


Figure 14. (a) Example of a sinusoidal wave test with PD control and PWM modulator: $f=1/20$ Hz; 1 kg bias load; (b) Corresponding position error

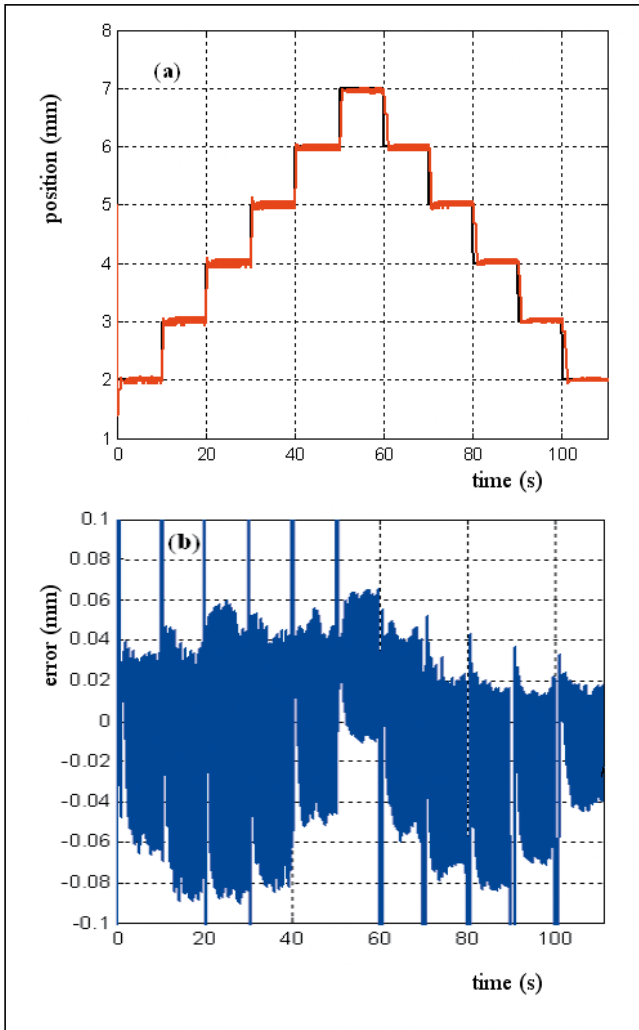


Figure 15. (a) Multiple step response tests with PD control and PWM modulator (1 kg bias load); (b) Corresponding position error

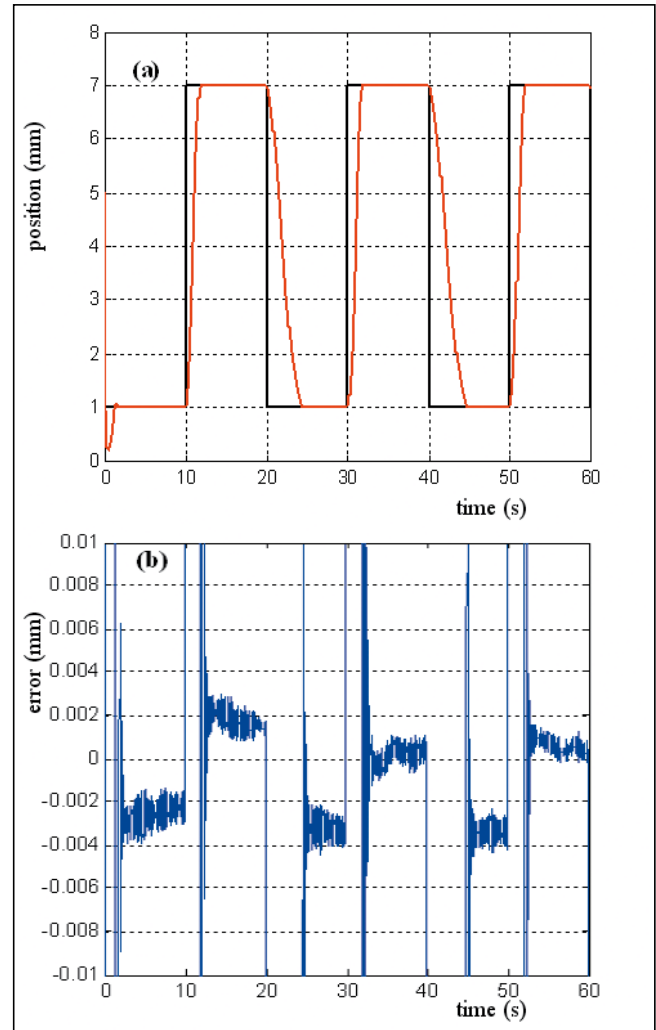


Figure 16. (a) Square wave response test with fuzzy control, $f=1/20$ Hz, 1 kg bias load; (b) Corresponding position error

Square wave response tests (Figure 13) show a maximum error while maintaining the desired position of less than 0.04 mm, or 0.67%. Heating lasts about 2 seconds and is always faster than cooling, though this process depends on environmental conditions.

Sinusoidal wave tests demonstrate little difference between the various frequencies, a maximum error of about 1.33% and fluctuation around the desired position with maximum amplitude of 0.14 mm and 10 Hz frequency. Figure 14 shows an example of a sinusoidal wave test.

Figure 15 shows an example of a multiple step response test. Part a) highlights the good correspondence between the desired position and the real position, but part b) shows rather

high fluctuations while maintaining the desired position (maximum amplitude of 0.15 mm and 10 Hz frequency). The maximum error is about 9%.

5.2 Fuzzy logic control results

The setup phase for the fuzzy logic control was a delicate operation.

Square wave response tests (Figure 16) show a maximum error while maintaining the desired position of less than 0.005 mm (corresponding to 0.08%), about 10 times smaller than that obtained with the PD control with PWM modulator.

Sinusoidal wave tests demonstrate little difference between the different frequencies, and a maximum er-

ror of about 1%. Fluctuations around the desired positions have maximum amplitude of 0.11 mm and 3 to 5 Hz frequency. They occur when wire position reaches actuator mid-stroke, at minimum and maximum sinusoidal signal levels, and when fluctuations are almost zero. For these tests, control behavior is similar to that in the previous test, with a slightly lower maximum error and similar fluctuation amplitude. As an example, Figure 17 shows results of a sinusoidal wave test with 1/20 Hz frequency.

Figure 18 shows results of a multiple step response test. The correspondence between the desired position and the real position is excellent. The maximum error while maintaining the desired position is about 0.02 mm (2%), four times smaller than that ob-

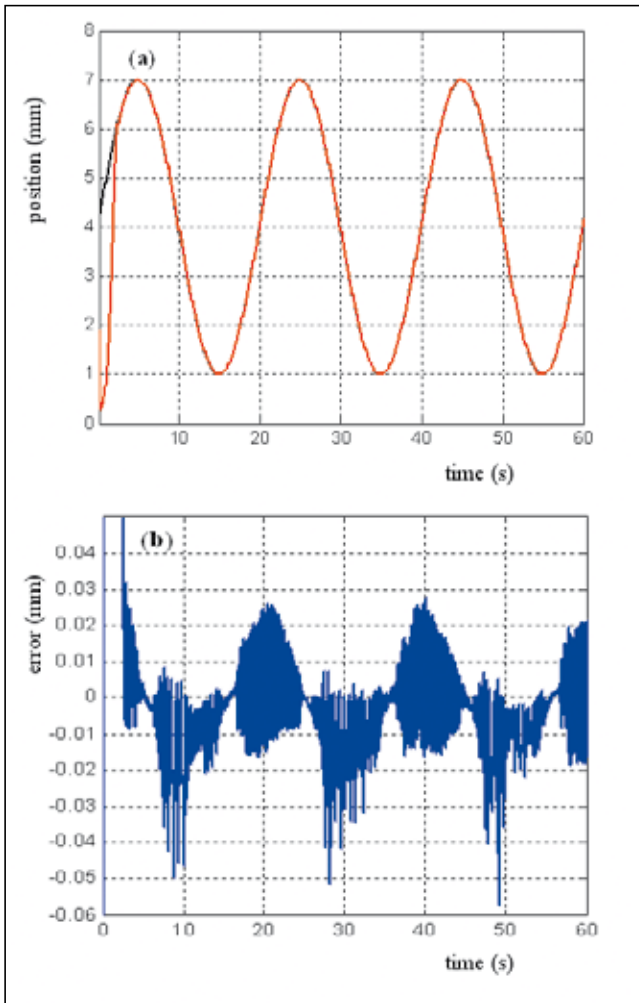


Figure 17. (a) Example of a sinusoidal wave test with fuzzy control: $f=1/20$ Hz; 1 kg bias load; (b) Corresponding position error

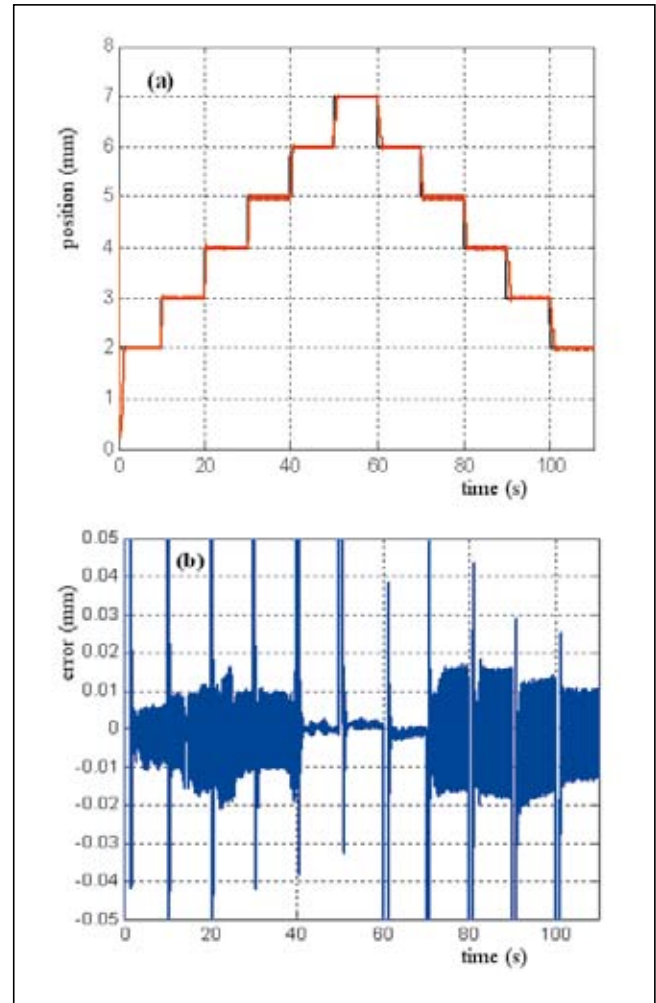


Figure 18. (a) Multiple step response tests with fuzzy control (1 kg bias load); (b) Corresponding position error

tained with the PD control with PWM modulator. Fluctuations have maximum amplitude of 0.04 mm, lower than those observed previously, and frequencies of 5-6 Hz

5.3 Results for PD control and fuzzy supervisor with PWM modulator

Experimental tests show that decreasing K_D values, with K_P constant, causes high overshoots and low position errors when the desired position is maintained, while increasing K_D leads to high oscillations and errors while maintaining the desired position, but negligible overshoots. Consequently, a “supervisor” block was developed which is capable of choosing the correct K_D value on the basis of position to be controlled: a fuzzy supervisor. Square wave response tests with fuzzy supervisor

(Figure 19) show maximum error while maintaining the desired position of less than 0.33%, or about one half of the corresponding error with simple PD control and PWM modulator; in addition, the error decreases with no increase in overshoot. The supervisor was not found to have major advantages in the sinusoidal wave tests, as errors and oscillations are comparable.

Figure 20 shows the results of a multiple step response test with the fuzzy supervisor.

The correspondence between the desired position and the real position is excellent. The maximum error while maintaining the desired position is less than 2%, similar to the that obtained with the fuzzy control. Fluctuations have maximum amplitude of 0.01 mm, lower than that observed

with both the PD control with PWM modulation and the fuzzy control.

6 Conclusions

Due to the thermomechanical characteristics of Shape Memory Alloy wires, it is important to develop control systems in order to design new applications for these smart materials. This paper presents and compares three SMA wire position control algorithms: a PD control with PWM modulation, a fuzzy logic control and a PWM control with fuzzy supervisor. Experimental tests included square wave response tests, sinusoidal wave tests and multiple step response tests. Results indicate that maximum error while maintaining the desired position with the fuzzy logic control is four times smaller than that obtained with the PD control, with a lower fluctuation amplitude. The PD control

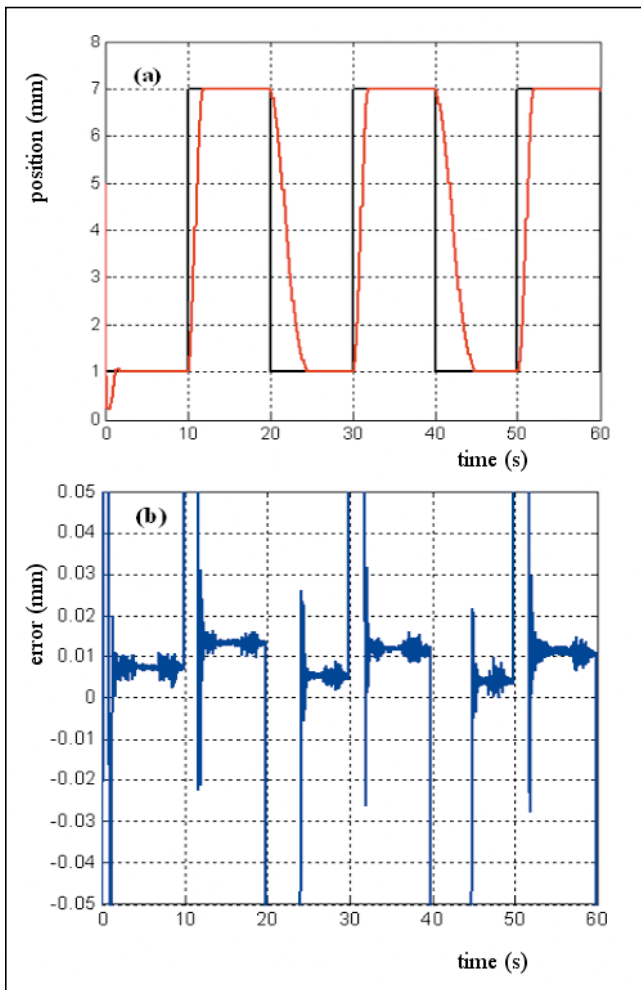


Figure 19. (a) Square wave response test with PD control and fuzzy supervisor, $f=1/20$ Hz, 1 kg bias load; (b) Corresponding position error

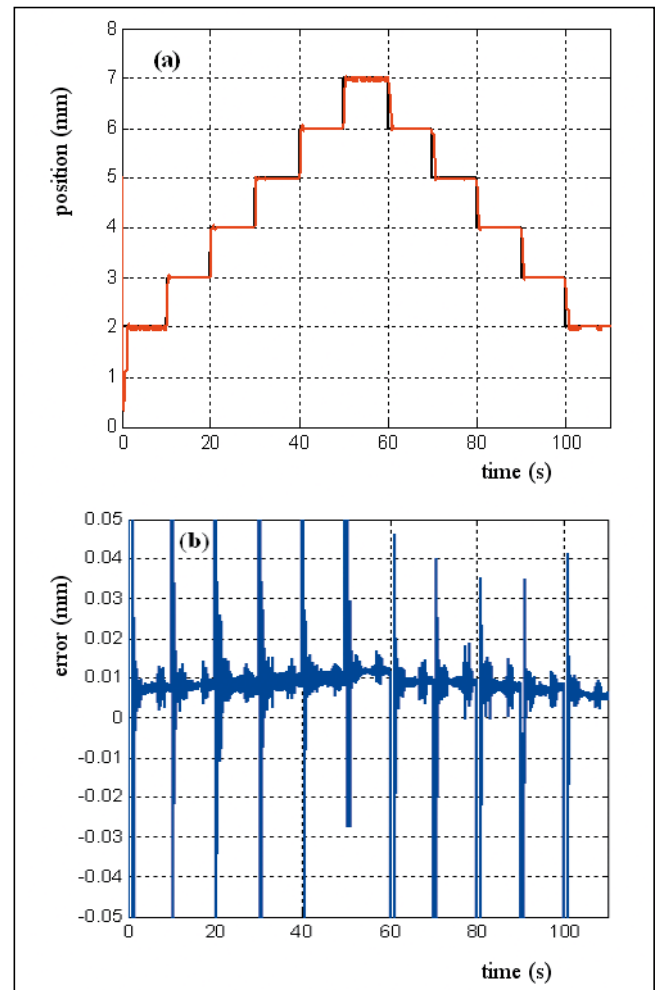


Figure 20. (a) Multiple step response test with PD control and fuzzy supervisor (1 kg bias load); (b) Corresponding position error

with fuzzy supervisor is simpler than the fuzzy control and provides similar results in the sinusoidal tests and step response tests, with a lower fluctuation amplitude than those observed with the PD or the fuzzy control.

The best of these control systems can be used in many applications, including flexible actuators and grippers. The control system's reliability could permit simple design solutions for a variety of robots and robotic end-effectors.

Future work will address the development of a resistance feedback control. The relationship between electrical resistance and wire position would be experimentally determined, and the position control would then be modified, comparing the position reached with this "predicted position". Implementing these position control al-

gorithms on different SMA actuators will make it possible to evaluate their actual performance.

References

[1] Reynaerts, D. and Van Brussel, H. 1998. Design aspects of shape memory actuators. *Mechatronics*, vol.8, pp. 635–656.
 [2] Tanaka, K. 1986. A thermomechanical sketch of shape memory effect: one-dimensional tensile behaviour. *Res. Meccanica*, Vol.18, pp. 251–263.
 [3] Liang, C. and Rogers, C. A. 1990. One-dimensional thermomechanical constitutive relations for shape memory material. *Journal of Intelligent Material and Structures*, Vol. 1, pp. 207–234.
 [4] Brinson, L.C. 1990. One-dimensional constitutive behaviour of

shape memory alloys: thermo mechanical derivation with non-constant material function. *Journal of Intelligent Material and Structures*, Vol. 7, pp. 108–114.
 [5] Boyd, J.G. and Lagoudas, D.C. 1998. A thermodynamic constitutive model for the shape memory materials part I. The monolithic shape memory alloys. *International Journal of Plasticity*, Vol.6, pp. 805–842.
 [6] Ma, N. and Song, G. 2003. Control of shape memory alloy actuators using pulse-width pulse-frequency (PWPF) modulation. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol. 14, pp. 15–22.
 [7] Ma, N. and Song, G. 2003. Control of shape memory alloy actuators using pulse width modulation. *Smart Materials and Structures*, Vol. 12, pp. 712–719.

- [8] Song, G., Chaudhry, V. and Batur, C. 2003. A neural network inverse model for a shape memory alloy wire actuator. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol. 14, pp. 371–377.
- [9] Raparelli, T., Zobel, P. B. and Durante, F. 2002. SMA wire position control with electrical resistance feedback. *Conf. On Structural Control*, Como, Italy, Vol. 2, pp. 391–398.
- [10] Ma, N., Song, G and Lee, H-J. 2004. Position control of shape memory alloy actuators with internal electrical resistance feedback using neural networks. *Smart Materials and Structures*, Vol. 13, pp. 777–783.
- [11] Shameli, E., Alasty, A. and Saalari, H. 2005. Stability analysis and nonlinear control of a miniature shape memory alloy actuator for precise applications. *Mechatronics*, Vol. 15, pp. 471–486.
- [12] Mac Neill, D. and Freiburger, P. 1993. *Fuzzy logic*. Simon & Schuster, NY.
- [13] Li, H. and Gupta, M. 1995. *Fuzzy logic and intelligent systems*. International series in intelligent technologies, Kluwer Academic Publishers.
- [14] Yang, K., Wang, Y. 2008. *Design, drive and control of a novel SMA-actuated humanoid flexible gripper* *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 22, N. 5, pp. 895–904.
- [15] Raparelli, T., Zobel, P. B. and Durante, F. 2008. *Mechanical Design of a 3-dof Parallel Robot Actuated by Smart Wires* *Proc. of EUCOMES 08 The 2nd European Conf. on Mechanism Science*, pp. 271–278.
- [16] Sreekumar, M., Nagarajan, T., Singaperumal M., Zoppi, M., Molfino, R. 2007. *Critical review of current trends in shape memory alloy actuators for intelligent robots* *Industrial Robot: An International Journal*. Vol. 34, pp. 285–294.

Mehka regulacija položaja kovinske žice s spominom

Razširjeni povzetek

Termomehanske lastnosti kovin s spominom narekujejo nove možnosti njihove uporabe, ki se kažejo tudi na področju vodenja sistemov. V prispevku so predstavljeni in primerjani trije načini regulacije položaja žice, ki vključujejo uporabo PD-vodenja v kombinaciji s PWM-modulacijo, mehko vodenje ter kombinacijo obeh pristopov, kjer mehka logika prevzame vlogo nadzornega sistema vodenja. Pri tem gre za obdelavo tako imenovane spominke žice (Flexinol®) premera 250 µm in dolžine 200 mm.

Mehko vodenje sistemov je pogosto ustrezno v primerih, ko gre za nelinearne in/ali časovno spremenljive sisteme in takrat, ko je delovanje procesov podvrženo nezanesljivostim, zajem signalov pa je močno pošumljen.

Eksperimentalno testiranje in vrednotenje posameznih načinov vodenja vključuje opazovanje odzivov na vlak pravokotnih impulzov, na sinusno vzbujanje izbrane frekvence in na stopničasto vzbujanje. Rezultati načrtovanja kažejo na relativne prednosti predstavljene hibridne rešitve, ki ima preprostejšo strukturo od mehkega regulatorja in dosega boljše kvaliteto obnašanja od klasične regulacije tipa PD.

Ključne besede: regulacija položaja, mehko vodenje, spominška zlitina

TRANSPORT & LOGISTIKA

DNEVI PREVOZNIKOV

14. in 15. maj 2010, BTC Logistični center Ljubljana

več informacij na:

www.logistika-slo.si

www.logisticni-center.si

- Konferenca: predstavitev vodilnih managerjev največjih logističnih sistemov
- Ogled primera dobre prakse v skladišču Spar Slovenija d. o. o.
- Podelitev priznanja Prevoznik leta 2010
- Državno prvenstvo poklicnih voznikov
- Interaktivne delavnice
- Bogat spremljevalni program

Partner prireditelc

oo **transportal** **si**

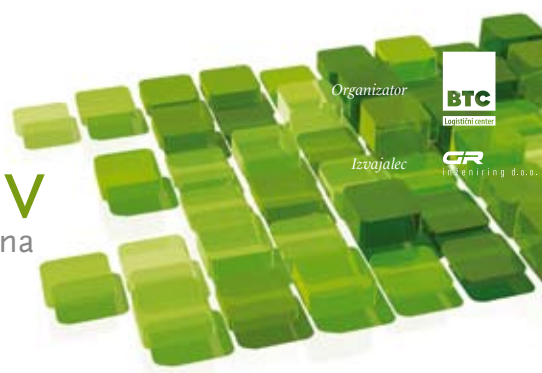
Sponsor registracije

LEOSS

Medijska pokrovitelja

IRI 5000

Transport



Izmera objektov kulturne dediščine z rotacijskim laserskim profilomerom

Urban PAVLOVČIČ, Matija JEZERŠEK, Aleš GORKIČ, Hubert KOSLER, Janez MOŽINA

Izvleček: Prispevek opisuje razvoj in uporabo rotacijskega laserskega profilomera, ki temelji na principu laserske triangulacije. Z uporabo dveh laserskih linijskih projektorjev omogoča izvajanje meritev v bližnjem in daljnem načinu. V njem je uporabljena kamera z vgrajenim programirljivim slikovnim procesorjem, ki bistveno razbremeni računalnik. Umeritev merilnika temelji na merjenju referenčne površine. Merilnik je bil razvit za potrebe 3D-izmere velikih teles, kakršni so tudi objekti kulturne dediščine. Predstavljen je primer izmere kipa Merkurja, katerega dimenzije znašajo 3,5 x 2 x 1,5 m. Izmerjen je bil z več kot 300 pogledov. Po ureditvi vseh delnih meritev, za kar je bilo uporabljeno programsko orodje Geomagic, je bila dosežena natančnost 1,2 mm.

Ključne besede: tridimenzionalno merjenje, 3D, profilometrija, digitalizacija površin, laserska triangulacija, kulturna dediščina, Geomagic, hitra kamera

■ 1 Uvod

Postopek digitalizacije površin ali tridimenzionalnega (3D) merjenja se vse pogosteje uporablja tudi za ohranjanje objektov kulturne dediščine. Razlogi za to so različni: kontroliranje rezultatov restavriranja ali izdelave replik. Zlasti pomemben pa je vidik enkratnosti teh predmetov, ki privlačijo znanstvenike in turiste s celega sveta. Da si takšne predmete moremo predstavljati, si jih je potrebno ogledati na mestu samem, za kar je običajno potrebno vzeti pot pod noge. V zadnjih letih pa se za potrebe

tako imenovanih navideznih muzejev, restavratorstva in znanosti vse več kipov poskuša čim bolj tridimenzionalno in barvno izmeriti [1]. S tem je prihranjen marsikateri liter goriva in tudi možnost poškodbe umetnine, saj je interaktivno ogledovanje možno na ustreznih spletnih straneh s poljubnega mesta. Eden večjih in bolj znanih del s tega področja je bil projekt Digitalni Michelangelo [1], pri katerem so merili znane Michelangelove kipe, med drugim tudi Davida. Seveda pa so bili izmerjeni tudi številni drugi objekti kulturne dediščine, kot so Areška Minerva [2], rimski Kolosej [3], tajvanski templji [4] in številni drugi. Tovrstni postopki se uporabljajo tudi v primeru, ko želijo izdelati spominke, ki bi bili po obliki čim bolj podobni izvorniku.

Obstaja več vrst merilnikov, ki omogočajo 3D-merjenje objektov kulturne dediščine. V splošnem jih delimo na dotične, pri katerih se s tipalom dotikamo površine, in na nedotične. V drugo skupino se uvrščajo tudi in predvsem optične

merilne metode, pri katerih merimo obliko na osnovi svetlobe, ki se odbije z merjenega telesa. V primeru uporabe okoliške svetlobe za osvetljevanje teles gre za pasivne metode. V to skupino se uvršča na primer stereometoda [5], kakršno pri svoji prostorski zaznavi uporabljamo tudi ljudje. V zadnjo kategorijo spadajo metode z aktivnim osvetljevanjem. Za te je značilno, da je merjeno telo osvetljeno z na nek način strukturiranim svetlobnim vzorcem in da se na podlagi zaznanega dela odbite svetlobe določi oblika telesa. Med te spada tudi optična triangulacija. Njeno uporabnost narekuje enostavna zgradba. Potrebna sta zgolj projektor strukturiranega svetlobnega vzorca, s katerim se osvetljuje površina merjenega telesa, in kamera. Ker kamera zaznava odbito svetlobo z drugega zornega kota, je oblika s kamero posnetega svetlobnega vzorca neposredno povezana z obliko merjenega telesa [6]. Triangulacijske metode se delijo glede na obliko svetlobnega vzorca, ki ga projektor projicira na telo, in sicer na točkovne, linijske in ploskovne

Urban Pavlovčič, študent, doc. dr. Matija Jezeršek, univ. dipl. inž., dr. Aleš Gorkič, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; Hubert Kosler, univ. dipl. inž., Motoman-Robotec, d. o. o., Ribnica, prof. dr. Janez Možina, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

kompleksnih objektov, kakršen je na primer človeško telo.

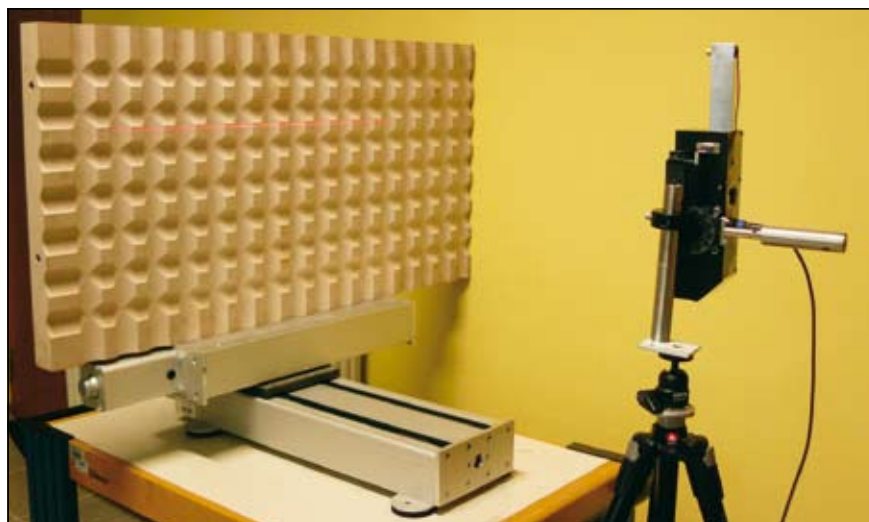
Za potrebe krmiljenja rotacijske mize je kameri prigraden še močnostni del za krmiljenje koračnega motorja. Ločljivost zasuka znaša 4,5 ločne minute, kar je doseženo z uporabo 1/8 mikro korakanja. Jedro, ki krmili motor sinhrono z zajemom slike, je vgrajeno v samo kamero, s čimer je zagotovljena nemotena sinhronizacija rotacije in zajema slike. Posledično je potrebno povezati merilnik z osebnim računalnikom preko enega samega USB-vmesnika.

Konstrukcija merilnika je zasnovana robustno (slika 2). Tako je ohišje, ki služi kot držalo za dva laserska projektorja ter kamero, monolitne sestave. S tem so minimizirane možnosti deformacije optične geometrije, ki bistveno vplivajo na točnost merilnika. Celotni merilni sestav je pritrjen na fotografski stativ, ki omogoča poljubno pozicioniranje merilnega pogleda na merjeni objekt.

■ 3 Umeritev

Postopek umeritve je sestavljen iz zajema referenčne geometrije in izračuna parametrov preslikave, kot so lega in orientacija kamere glede na globalni koordinatni sistem, lega in orientacija projektorja glede na kamerin koordinatni sistem ter notranje lastnosti kamere in projektorja, kot so goriščna dolžina objektiva, kotna porazdelitev vzorca strukturirane svetlobe ter popačitve objektiva in projektorja.

Nekatere rešitve umerjanja temeljijo na ločenem umerjanju najprej kamere in nato celote (sestav kamera-projektor), pri čemer se pri umerjanju kamere uporabljajo ravne plošče, na katerih so narisani različni vzorci, kot na primer šahovnica, mreža, križci, krožci itd., katerih robovi oziroma središča predstavljajo referenčne točke [11]. Druga skupina rešitev temelji na enovitem postopku umerjanja celotnega sistema [12]. Referenčna telesa imajo jasno izražene vrhove oziroma referenčne točke, ki jih je možno določiti tako v 3D-prostoru kakor



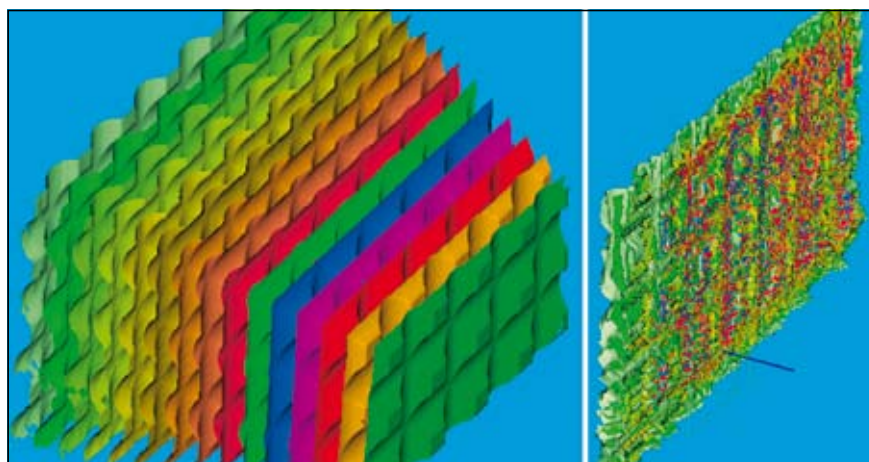
Slika 3. Umerjanje laserskega rotacijskega profilomera

tudi na 2D-sliki kamere. Skupna pomanjkljivost navedenih rešitev je predvsem v tem, da za določitev neznanih parametrov modela preslikave potrebujejo znane koordinate referenčnih točk.

V našem postopku se namesto referenčnih točk za izračun neznanih parametrov modela preslikave uporabi celotna površina referenčnega telesa, izmerjena na enak način kot v primeru merjenja poljubnega telesa. Parametri modela preslikave se izračunajo z optimizacijskim postopkom iskanja minimalnega odstopanja med izmerjeno ter dejansko površino referenčnega telesa. Vnaprej poznana geometrija merjene površine referenčnega telesa je takšna, da se ob vsakršni variaciji kateregakoli parametra modela preslikave spremeni

tudi odstopanje med izmerjeno ter dejansko površino. Prednost takšne rešitve je predvsem v enostavnejši izvedbi meritve, saj je postopek enovit in se uporabljajo enake nastavitve delovanja merilnika kakor med običajnim merjenjem.

Slika 3 prikazuje RLP med merjenjem referenčnega telesa. Referenčna površina telesa je periodično reliefna v dveh medsebojno pravokotnih smereh, oblika utorov je polkrožna. Orientacija baznih vektorjev globalnega koordinatnega sistema je takšna, da sta osi x in y vzporedni z vertikalnimi oziroma horizontalnimi utori. Pomična miza premika referenčno telo vzdolž z -osi koordinatnega sistema, s čimer je doseženo, da so upoštewane točke po celotni globini merilnega območja.



Slika 4. Levo: izmerjene površine referenčnega telesa. Desno: 10-kratna povečava odstopkov izmerjenih površin po končanem izračunu parametrov preslikave.

Na *sliki 4* levo so prikazane izmerjene referenčne površine za primer umerjanja makro konfiguracije. Različna obarvanost površin prikazuje različno pozicijo površine vzdolž z-osi. Na desni strani slike 4 pa so prikazani odstopki izmerjenih točk. Standardna deviacija teh odstopkov znaša 0,2 mm. S slike je razvidno, da so odstopki enakomerno razporejeni po celotni površini, njihova amplituda pa je pretežno pod pragom šuma.

■ 4 Primer 3D-izmere kipa Merkurja

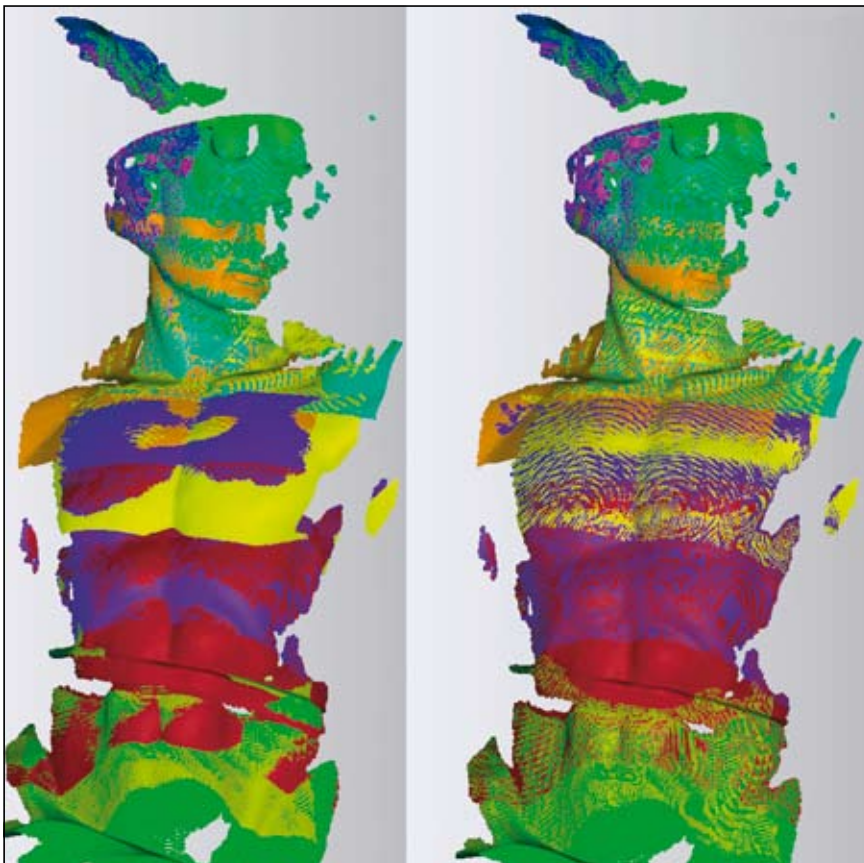
V nadaljevanju je prikazana uporaba rotacijskega laserskega profilomera na primeru kipa Merkurja, ki ga je bilo potrebno v celoti tridimenzionalno izmeriti. Sam kip stoji na vhodnem pročelju palače Urbanc (bivši Centromerkur). Merkur, rimski bog trgovine in zaščitnik trgovcev, se opira na balo blaga s kaducejem v desnici in z levico vabi mimoidoče k nakupovanju [13] (*slika 5*). Gabariti kipa znašajo 3,5 x 2 x 1,5 m (višina x širina x globina), njegov relief pa je precej razgiban, podobno kot Areška Miner-

va, medtem ko so Michaelangelovi kipi in tajvanski templji bolj razgibani, predvsem v detajlih, kot so lasje, ornamenti ipd. [1–4].

3D-izmera kipa je potekala v hali restavratorskega centra, kjer so izdelovali novo repliko. Zaradi velike višine je bilo potrebno uporabiti premični oder, s katerega pomočjo smo lahko izmerili vrhnje predele. Strategija izmere celotne oblike je narekovala merjenje delnih površin pri različnih višinah stojala in nagibnih kotih merilnika glede na vodoravnico.



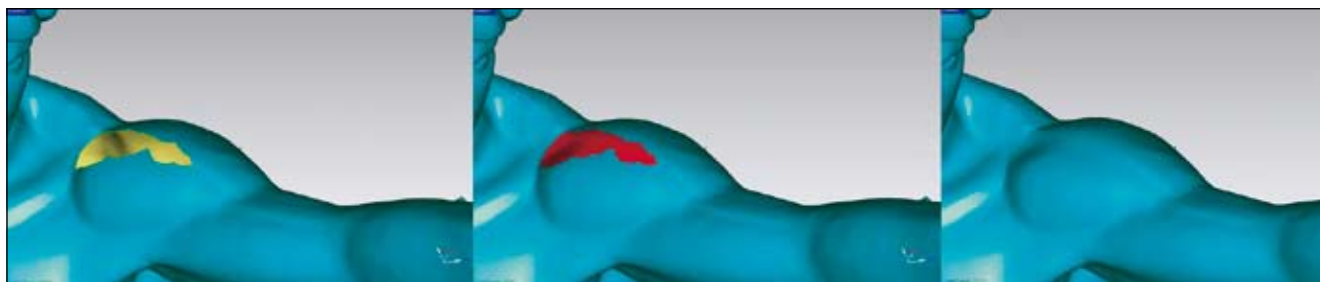
Slika 5. Fotografija kipa Merkurja, stoječega na pročelju palače Urbanc [http://sl.wikipedia.org]



Slika 6. Sestav pred globalno registracijo (levo) in po njej (desno)

Na tak način je bil v prvih dveh dneh kip izmerjen s približno 300 različnih perspektiv. Po uvodnem pregledu meritev se je ugotovilo, da so nekateri deli kipa pomanjkljivo izmerjeni, zato so se tretji dan opravile meritve še manjkajočih pogledov. Tako je bilo skupno narejenih približno 350 delnih meritev. Celoten kip je bil izmerjen z okoli 16,5 milijona točk oziroma z okoli 32 milijoni trikotnikov!

Ker med postopkom zajema delnih meritev nismo beležili trenutnega položaja merilnika glede na skupni koordinatni sistem, je bilo po koncu merjenja potrebno izvesti medsebojno poravnavo (ang.: registration). To je bilo storjeno s pomočjo programskega orodja Geomagic [14]. Najprej so se poravnale meritve z istega pogleda (položaja stojala), ki so se nato sestavljale z že poravnanimi meritvami sosednjih pogledov. Poravnava dveh meritev je najprej izvedena ročno, tako da se izbere nabor istoležnih točk. Ko je določeno število meritev medsebojno ročno poravnanih, se izvede še globalna poravnava, ki natančno poravnava celotno množico



Slika 7. Postopek krpanja lukenj

meritev tako, da minimizira medsebojno odstopanje med vsemi meritvami (slika 6).

Opisani postopek poravnave se nato ponavlja, dokler ni sestavljena celotna zelena površina. Ker so se sestavljale meritve kipa človeškega telesa, se je zahtevnost precej spreminjala glede na to, kateri del se je sestavljal. Najenostavnejši je bil zaradi svoje reliefnosti obraz. Največje težave pa so bile pri sestavi leve roke, saj na njej ni izrazitih sprememb oblike površine. Ker pa se je to predvidelo že v fazi izvajanja meritev, se je na roko postavilo več polkrožnih točk iz sveže gline, ki so služile za orientacijo pri določanju istoležnih točk. V kasnejši fazi obdelave 3D-meritve so se ti »izrastki« izrezali, luknje pa zakrpale. Poravnave so se torej začele z več koncev, nato pa so se ti sestavi združevali. Zato se je še posebej pa-

zilo, da so bile posamezne poravnave opravljene čim bolj natančno. V nasprotnem primeru bi v nadaljnjem postopku prihajalo do prevelikih odstopanj. Da bi se temu izognili, se je pri obeh načinih poravnave vseskozi nadzorovala vrednost standardne deviacije. Ta je ob prvih sestavljanjih znašala okoli 0,30 mm, ob koncu pa je narasla na okoli 1,00 mm.

Kljub vsemu trudu pri izvajanju meritev pa so še vedno ostali neizmerjeni deli kipa, kot so npr. vrh glave (teme) in zavihki obleke z negativnimi koti. Na teh delih smo površino sklenili s pomočjo orodij programskega paketa, ki omogoča krpanje lukenj (slika 7). V nadaljevanju je sledilo redčenje točk na tak način, da se je gostota točk prilagodila ukrivljenosti površine. Tako je kip Merkurja popisan z 0,5 milijona točk oziroma 1 milijonom trikotni-

kov. Končni rezultat izmere je prikazan na sliki 8.

5 Zaključek

Za potrebe tridimenzionalnega merjenja objektov večjih dimenzij je bil razvit laserski rotacijski profilomer. Bistvene karakteristike merilnika so veliko merilno območje, ki je doseženo z uporabo dveh laserskih linijskih projektorjev. Za hitrejši zajem meritev je uporabljena kamera z vgrajenim programirljivim slikovnim procesorjem, ki bistveno razbremeni komunikacijsko vodilo in procesor računalnika. Prikazan je postopek umerjanja, ki temelji na izmeri referenčnega telesa znane geometrije. Nadalje je opisan primer uporabe merilnika na praktičnem primeru – neobaročnem kipu Merkurja z dimenzijami 3,5 x 2 x 1,5 m. Na primeru smo ugotovili, da sta merilnik in njegova umeritev dovolj natančna, da je meritve mogoče medsebojno poravnati in pri tem doseči medsebojno ujemanje delnih površin, ki je manjše od 1,2 milimetra. Če bi bila natančnost premajhna, poravnava ne bi bila mogoča. Za natančno poravnavo je nadalje potrebno izvajati meritve z medsebojnim prekrivanjem, ki mora biti vsaj 20-odstotno.

Za še hitrejše in enostavnejše 3D-izmere velikih objektov bo v prihodnje potrebno razviti merilnika s še večjim merilnim območjem, kar bo posledično pomenilo manjše število potrebnih meritev in krajši čas obdelave meritev.

Literatura

- [1] Levoy, M., Pulli, K., Curless, B., Rusinkiewicz, S., Koller, D., Pereira, L., Ginzton, M., Ander-



Slika 8. Končni rezultat 3D-izmere kipa Merkurja

- son, S., Davis, J., Ginsberg, J., Shade, J., Fulk, D., *The Digital Michelangelo Project: 3D scanning of large statues*, SIGGRAPH 2000 Proceedings (2000).
- [2] Fontana, R., Greco, M., Materazzi, M., Pampaloni, E., Pezzati, L., Rocchini, C., Scopigno, R., *Three-dimensional modelling of statues: the Minerva of Arezzo*, *Journal of Cultural Heritage* 3, 325–331 (2002).
- [3] Gaiani, M., Balzani, M., Uccelli, F., *Reshaping the coliseum in Rome*, *Computer Graphics Forum* 19 (3), 369–378 (2000).
- [4] Shih, N. J., Wang, H. J., Lin, C. Y., Liao, C. Y., *3D scan for the digital preservation of a historical temple in Taiwan*, *Advances in Engineering Software* 38, 501–512 (2007).
- [5] Cyganek, B., Siebert, J. P., *Introduction to 3d Computer Vision Techniques and Algorithms*, John Wiley & Sons (2009).
- [6] Jezeršek, M., *Laserski sistem za tridimenzionalno merjenje hitro spreminjajočih se oblike teles: doktorsko delo*, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Doktorske disertacije, Ljubljana (2004).
- [7] Kramer, J., Seitz, P., Baltes, H., *Inexpensive range camera operating at video speed*, *Applied Optics*, 32(13), 2323–2330 (1993).
- [8] Perdan, B., Bračun, D., Diaci, J., Možina, J., *Online assessment of power transmission belt geometry by using laser triangulation and profile parameterisation*, *Int. j. adv. manuf.technol.* (2009).
- [9] Jacobson, R., Ray, S., Axford, N., Attridge, G. G., *The Manual of Photography*, Elsevier Science & Technology Books (2000).
- [10] Gorkič, A., Bračun, D., Diaci, J., *Razvoj kamere z vgrajenim programirljivim slikovnim procesorjem*, *Ventil*, 15(3), 246–252 (2009).
- [11] Zhang, G., Wei, Z., *A novel calibration approach to structured light 3D vision inspection*, *Optics & Laser Technology*, 34, 373–380 (2002).
- [12] Notni, G., Kuehmstedt, P., Schreiber, W., *Device for non-contact measurement of the surface of a three dimensional object*, United States Patent, US6055056 (2000).
- [13] Režek Kambič, M., *Smernice za restavriranje secesijske palače Urbanc*, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije – OE Ljubljana (2007).
- [14] Geomagic, *Geomagic Shape Studio 11 Interactive User Guide*, Geomagic Inc. (2009).

Three-dimensional scanning of objects of cultural heritage with a rotational laser profilometer

Abstract: The paper describes development and the use of the rotational laser profilometer, which bases on the principle of laser triangulation. By using two laser projectors, we gain possibility of measuring of close (macro) and distant (tele) objects. The measuring system uses a camera with built-in programmable image processor, which essentially saves the computer processing power and communication bandwidth. Calibration is based on measurement of the reference surface. Measuring system was developed to measure large object, like objects of cultural heritage. In the paper is presented an example of measuring the statue of the Mercury, witch's size is about 3.5 x 2 x 1.5 m. It was measured from 300 views. Partial measurements were arranged by using the Geomagic software. The achieved overall precision was 1.2 mm.

Keywords: three-dimensional scanning, 3D, profilometry, surface digitalization, laser triangulation, cultural heritage, Geomagic, smart camera



INTRONIKA
 Mednarodni strokovni sejem za profesionalno elektroniko
 International Trade Fair for professional electronic
26.-28.01.2011
 Celje, Slovenia, intronika@icm.si, www.intronika.si

Komunikacijska shema za celovito vodenje šaržnih procesov

Dejan GRADIŠAR, Antonio ESPUÑA, Luis PUIGJANER

Izvleček: V prispevku je predstavljeno vodenje šaržnih procesov. Vodenje šaržne proizvodnje ima lastnosti tako zveznega kot tudi diskretnega sveta. Celovito vodenje, ki bi koordiniralo različne aktivnosti v podjetju, se kaže kot obetajoča rešitev. Celovit pristop se nanaša na integracijo različnih orodij in metodologij, ki so potrebne za reševanje posameznih problemov. Te metodologije morajo biti sinhronizirane z ves čas spreminjajočim se okoljem, poleg tega pa je nujna tudi formalizacija pretoka informacij med temi različnimi orodji, s čimer se ukvarja to delo. Organizacija ISA je razvila skupino standardov za vodenje šaržnih procesov. Predstavljeni sistem celovitega vodenja šaržnega sistema je sestavljen iz več različnih komponent, ki si morajo za svoje delovanje izmenjevati vrsto različnih podatkov. V tem delu predlagamo komunikacijsko shemo, ki bi omogočala celovito vodenje tega sistema. Shema je določena s sporočili XML, ki so definirani na osnovi priporočil organizacije WBF.

Ključne besede: celovito vodenje, šaržni procesi, shema XML

■ 1 Uvod

Šaržni procesi so definirani kot procesi, pri katerih dobimo končne količine produkta tako, da končno količino vhodnega materiala obdelujemo z urejenim zaporedjem procesnih aktivnosti v omejenem časovnem intervalu in pri tem uporabimo enega ali več kosov opreme. Taki procesi vključujejo lastnosti tako zveznega kot diskretnega sveta. Srečujemo jih v farmacevtskih, kemičnih, prehrabnih in podobnih industrijah. Prednost takega izvajanja aktivnosti je v fleksibilnosti, saj je mogoče z isto opremo proizvajati širši spekter proizvodov in se na ta način lažje prilagajati pogostim spremembam na trgu. Taki sistemi pa so zelo kompleksni, tako je pri njihovem vodenju med drugim

nujno upoštevati visoke zahteve glede kakovosti programske opreme [1], ki jih predpisujejo standardi ISA (*The International Society of Automation*) [2–6, 9].

Zaradi tehnoloških omejitev še do nedavnega ni bil mogoč celovit pristop pri vodenju operativnih nalog. Tako se še vedno večinoma uporablja pristop vodenja, ki temelji na hierarhični strukturi, razdeljeni na več nivojev. Nivoji so med sabo ločeni tudi glede na čas izvajanja vodenja. Vsak od teh sistemov (procesno vodenje, diagnosticiranje napak, nadzor sistemov, planiranje in razvrščanje itd.) je implementiran neodvisno drug od drugega, pri čemer se uporabljajo različne tehnike in pristopi. Vse to pa je dosti lažje z dandanašnjo tehnologijo, ki omogoča bolj celovite pristope. Celovit pristop se nanaša na integracijo različnih orodij in metodologij, ki so potrebne za reševanje posameznih problemov [7]. Te metodologije morajo biti sinhronizirane z ves čas spreminjajočim se okoljem, poleg

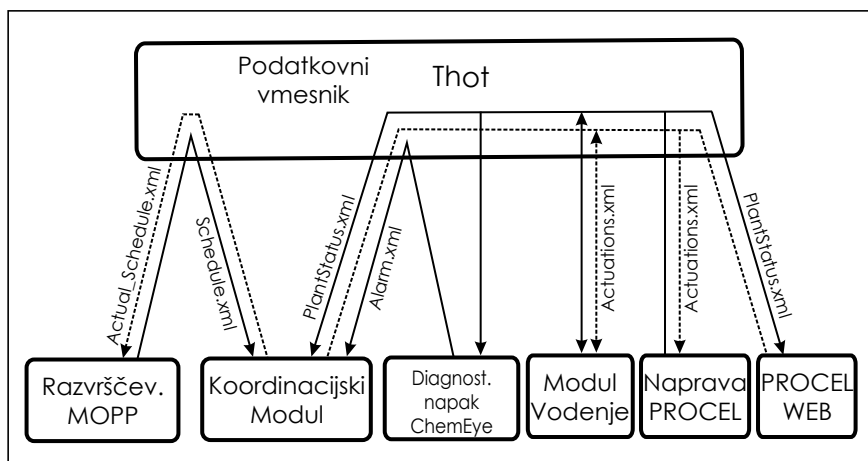
tega pa je nujna tudi formalizacija informacijskega toka med njimi.

Postavitev komunikacijske sheme v sistemu celovitega vodenja, ki se gradi v okviru raziskovalne skupine CEPIMA s Politehniške univerze v Barceloni (UPC) [8], je bila glavna naloga predstavljenega dela. Pri tem so bili upoštevani standardi, namenjeni vodenju šaržne proizvodnje [2–6, 9], ki jih predpisuje organizacija ISA. Za izmenjavo podatkov preko podatkovnega strežnika je bila izbrana metoda izmenjave preko sporočil XML (*eXtensible Markup Language*), pri čemer so bila upoštevana priporočila organizacije WBF (*World Batch Forum*) [10], ki za razvoj shem XML (*XSD – XML Schema Definition*) upošteva standarde ISA.

■ 2 Pregled standardov za celovito vodenje šaržnih procesov

Šaržni proces je tipično sestavljen iz sekvence zveznih postopkov. Vse potrebne informacije za izdelavo

Dr. Dejan Gradišar, Institut Jožef Stefan, 1000 Ljubljana
Prof. dr. Antonio Espuña, prof. dr. Luis Puigjaner, Politehniška univerza v Barceloni, Španija



Slika 1. Komponente celovitega sistema vodenja in informacijski tok znotraj sistema

končnega produkta so določene z receptom. Z drugimi besedami: recept definira proizvodni proces. Tak način proizvodnje povzroča posebne probleme pri vodenju. Za posamezne nivoje vodenja takih procesov obstaja več standardov, njihovo upoštevanje pa je nujno potreben pogoj pri integraciji in razvoju celovitega vodenja.

Organizacija ISA je razvila skupino standardov (ISA-88), poznanih tudi kot IEC 61512, ki je namenjena vodenju šaržnih procesov. Standard določa tri vrste vodenja: osnovno (*basic*), postopkovno (*procedural*) in koordinacijsko (*coordination*). V prvem delu [2] je standard razgrajen na tri hierarhične modele: procesni, fizični model in model postopkovnega vodenja. Ta delitev je možna pri vsakršnem procesu, še posebej pa je tak način potreben zaradi kompleksnosti njihovega postopkovnega in koordinacijskega vodenja. Drugi del standarda [3] je sestavljen iz podatkovnih struktur in grafičnega jezika za predstavitev receptov, medtem ko se tretji del [4] nanaša na predstavitev receptov na nivoju podjetja. Četrty del [5] definira referenčni modul za beleženje proizvodnih podatkov, peti [6] pa določa implementacijske modele in terminologijo za modularno vodenje opreme, ki temelji na modelih, definiranih v prvem delu standarda.

Na drugi strani standard ISA-95 [9] vsebuje modele in terminologijo, ki definira, katere informacije se izmenjujejo med poslovnim in proizvodnim informacijskim sistemom.

Tudi standard ISA-95 je sestavljen iz več delov, kjer vsak del naslavlja določeno problematiko pri povezovanju poslovnih in nadzornih sistemov. Standard nam je lahko v pomoč pri definiranju uporabniških zahtev, pri pravilni izbiri ponudnika rešitev MES (*Manufacturing Execution Systems*) ali pa je osnova za razvoj sistemov MES in podatkovnih baz.

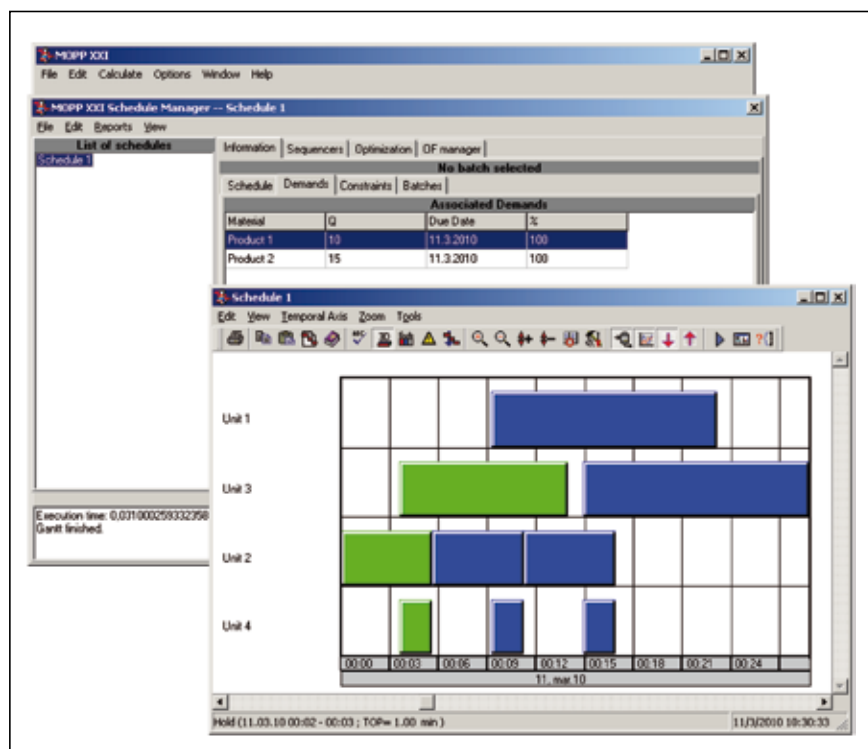
Izmenjava informacij med različnimi sistemi lahko poteka na različne načine. Ena izmed njih je izmenjava s pomočjo datotek, kjer se v zadnjem času vedno bolj uveljavljajo datoteke

XML. Organizacija WBF je implementirala standarda ISA-88 in ISA-95 kot množico shem XML (*XSD*). B2MML (*Business to Manufacturing Markup Language*) je XML-implementacija standarda ISA-95 in BatchML (*Batch Markup Language*) XML-implementacija standarda ISA-88. V zadnji izdaji, V0401 [10], so bile sheme BatchML integrirane v B2MML, tako so vse sheme usklajene in podane v enotni obliki.

3 Izvedbena študija na pilotni napravi Procel

Sistem vodenja šaržnega sistema, ki se razvija v okviru raziskovalne skupine CEPIMA, UPC, je sestavljen iz več različnih komponent [8]. Te se ubadajo z različnimi aspekti vodenja fleksibilnih procesov. Vse komponente in komunikacije med njimi so predstavljene na *sliki 1*. Za usklajeno delovanje celovitega sistema, si komponente med sabo izmenjujejo ogromne količine podatkov, ki so potrebni za izvajanje različnih funkcij. V nadaljevanju so na kratko predstavljene posamezne komponente, s poudarkom na informacijskih tokovih med njimi.

Vsa komunikacija poteka preko podatkovnega vmesnika *Thot*, ki



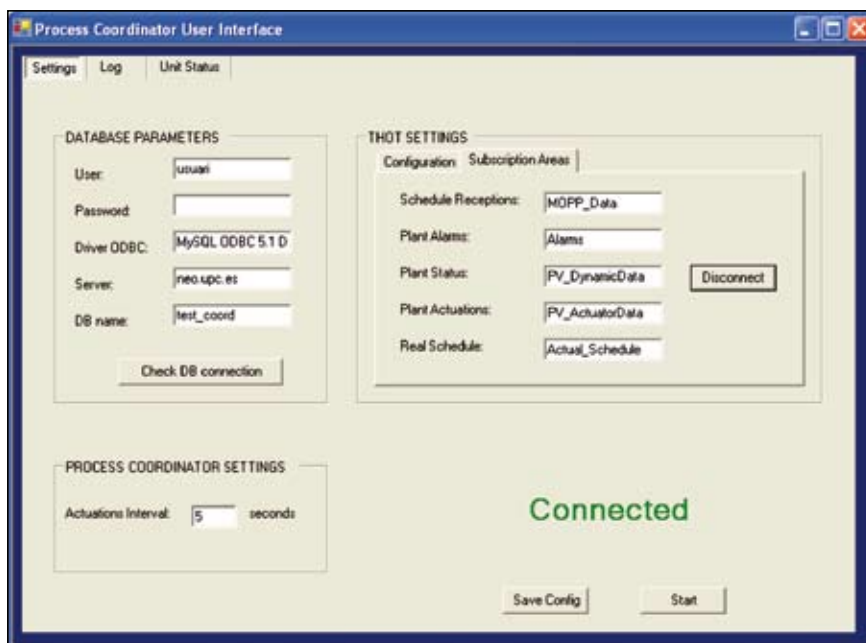
Slika 2. Razvrščevalnik MOPP

omogoča izmenjavo podatkov med različnimi moduli, ki so lahko tudi dislocirani.

Ta sistem celovitega vodenja se trenutno vpeljuje na pilotni napravi *PROCEL*, ki je bila zgrajena na raziskovalnem odseku CEPIMA in služi za izvajanje različnih raziskovalnih nalog (koordinacijsko vodenje, integracija informacijskega sistema, študija različnih metod vodenja procesov). Naprava je sestavljena iz treh steklenih reaktorjev, ki so med sabo povezani preko sistema cevi, črpalk in ventilov. V okviru tega dela se je izvajala tudi študija prenove sistema. Nekaj senzorjev in črpalk bi bilo potrebno zamenjati, da bi bila možna vzpostavitev večtočkovne serijske povezave RS-485, ki bi bila kasneje povezana na računalnik, npr. preko USB-vrat.

Razvrščevalnik *MOPP* (slika 2) generira in nato razpošilja proizvodne plane. *MOPP* je orodje za planiranje in razvrščanje opravil v šaržnih kemijskih proizvodnjah. Omogoča sprejem naročil in podatkov o zasedenosti proizvodne opreme. Možna je uporaba različnih algoritmov, ki so že vgrajeni v orodje, pa tudi izdelava lastnih algoritmov razvrščanja. Rezultat (razvrstitev) je mogoče prikazati in analizirati preko gantograma. Da lahko orodje *MOPP* komunicira z ostalimi moduli v sistemu vodenja, je potreben tudi vstavek *ThotMOPPBridge*. Ta razpošilja proizvodno razvrstitev preko strežnika *Thot* zainteresiranim komponentam (npr. sistemu za vodenje procesov) preko XML sporočila *Schedule.xml*.

Razvrstitev nato *koordinacijski modul*, slika 3, prevede v nadzorne naloge. Največji del našega dela je prav v povezavi s tem modulom, saj preko njega poteka večina komunikacij. Poleg prevajanja razvrstitve v nadzorne naloge modul enote tudi nadzoruje (obvladovanje aktivnosti, ki se nanašajo na upravljanje receptov) ter sprejema podatke o statusu proizvodnje. Glede na vse te podatke modul določa proizvodne naloge in o tem obvešča razvrščevalnik *MOPP*. Najprej je bilo potrebno prirediti delovanje koordinacijskega modula tako, da je možno



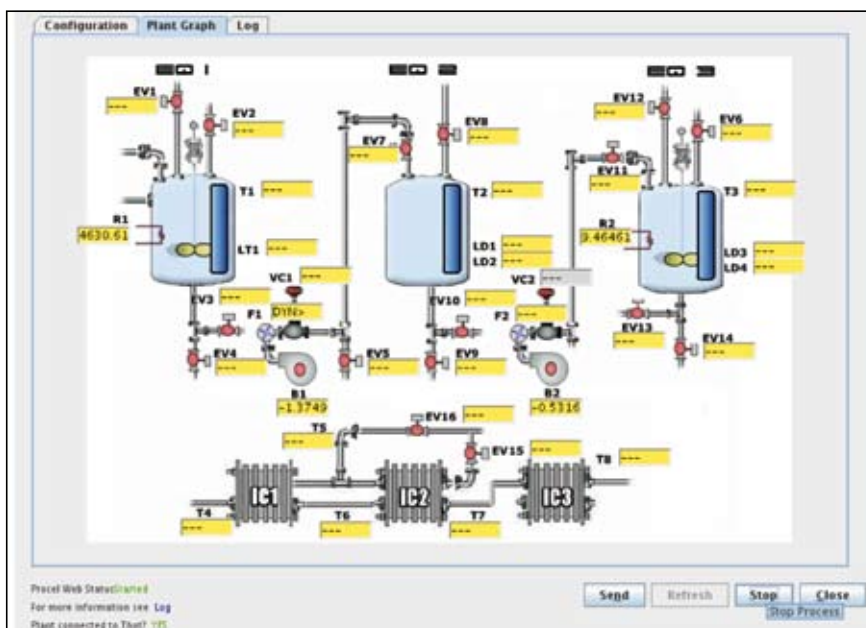
Slika 3. Koordinacijski modul

direktno branje (*Schedule.xml*) preko podatkovnega strežnika *Thot*. Na podoben način je realizirana komunikacija v obratni smeri, kjer koordinacijski modul informira razvrščevalnik *MOPP* o trenutnem stanju izvajanja plana (*Actual_Schedule.xml*), ki je kopija razvrstitve z dodanimi informacijami o dejanskih začetnih, končnih časih ipd.

Proizvodne naloge se pošiljajo na modul za vodenje – *Actuations.xml*. Ta modul je še v fazi gradnje in naj bi skrbel za izvajanje nalog na proizvod-

ni napravi. Modul sprejema podatke direktno iz proizvodnje in na njihovi osnovi izvaja osnovno vodenje opreme, t. j. regulacijo procesnih veličin, ter izvršuje postopkovno vodenje. Modul za vodenje naj bi sistem celovitega vodenja obveščal tudi o trenutnem stanju proizvodnje (*PlantStatus.xml*).

V sistem celovitega vodenja je vključen tudi sistem za diagnosticiranje napak, ki odkriva nepredvidene situacije in pošilja alarme koordinacijskemu modulu.



Slika 4. Spletni vmesnik PROCEL WEB

Poleg tega je bil zgrajen tudi nadzorni sistem *PROCEL WEB*, t. j. sistem SCA-DA. Preko tega spletnega vmesnika lahko nadzorujemo in upravljamo šaržni proces. Izpis zaslona, ki prikazuje ta spletni vmesnik, je predstavljen na *sliki 4*.

Podatki, ki se pošiljajo med posameznimi moduli, so poslani preko sporočil XML in so strukturirani, kot to predlagata standarda ISA-88 in ISA-95. Sheme XML (XSD) so določene glede na predloge, ki jih je podala organizacija WBF, in so prirejene na tu predstavljen sistem.

Na *sliki 5* je predstavljena shema XSD, ki določa podatkovno strukturo sporočila, preko katerega se iz razvrščevalnika *MOPP* na koordinacijski modul pošilja razvrstitev *Schedule.xml*. Vpis *BatchList* vsebuje seznam šarž, ki naj se izvajajo na posameznih procesnih celicah. To so lahko šarže, ki naj bi se predale v izvajanje posameznim celicam, seznam šarž, ki so že razvrščene po posameznih celicah, in tistih, ki se na posameznih celicah že izvajajo oziroma so bile že izvedene. Enoto *BatchList* sestavlja več elementov *BatchListEntry*. Vpis *BatchListEntry* se nanaša na

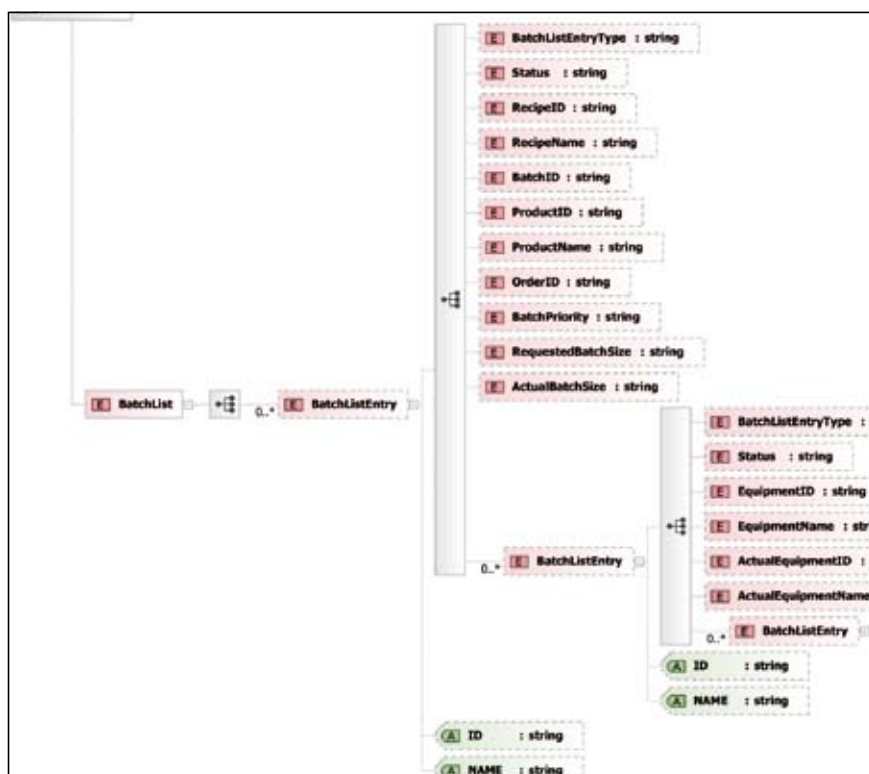
posamezno šaržo in vsebuje podatke o začetnih pogojih, o terminih, ki jih določa razvrstitev, dejanskih časih, velikostih posameznih šarž in o tem, kako je med sabo povezana oprema.

4 Zaključek

V tem prispevku je za sistem celovitega vodenja predlagana komunikacijska shema, ki je predpogoj za poenoteno vodenje (optimizacijo) šaržnega procesa. Preko te sheme so vsi podatki na voljo vsem nivojem vodenja. Tako je pri definiranju teh shem potrebna posebna pazljivost, upoštevanje za to namenjenih standardov pa je potreben predpogoj. Komunikacijska shema je bila razvita na osnovi standardov, namenjenih vodenju šaržnih procesov (ISA-88 in ISA-95). Za izmenjavo podatkov je bila izbrana metoda izmenjave preko sporočil XML, pri čemer so bila upoštevana priporočila organizacije WBF, ki za razvoj sheme XML upošteva omenjena standarda. Glavna prednost upoštevanja teh standardov je omogočanje medsebojnega delovanja različnih programskih orodij, ki jih razvijajo različni ponudniki. Vse to je torej potreben pogoj za vpeljavo celovitega vodenja šaržnih procesov *BatchListEntry*.

5 Literatura

- [1] Godena, N.: A new proposal for the behaviour model of batch phases. *ISA Transactions*, 48:1, str. 3–9, 2009.
- [2] Int. Soc. of Automation: *ANSI/ISA-88.01-1995. Batch Control Part 1: Models and Terminology*. ISA Society, 1995.
- [3] Int. Soc. of Automation: *ANSI/ISA-88.00.02-2001. Batch Control Part 2: Data Structures and Guidelines for Languages*. ISA Society, 2000.
- [4] Int. Soc. of Automation: *ANSI/ISA-88.00.03-2003. Batch Control Part 3: General and Site Recipe Models and Representation*. ISA Society, 2003.
- [5] Int. Soc. of Automation: *ANSI/ISA-88.00.04-2006. Batch Control Part 4: Batch Production Records*. ISA Society, 2006.
- [6] Int. Soc. of Automation: *ANSI/ISA Draft 88.00.05. Batch Control Part 5: Implementation Models & Terminology for Modular Equipment Control*. ISA Society, 2008.
- [7] Power, Y., and Bahri, P. A.: Integration techniques in intelligent operational management: a review. *Knowledge Based Systems*, 18:2–3, 89–97, 2005.
- [8] Puigjaner, L., Nogués, J. M., and Espuña, A.: *Integrated batch control*. En: *The Integration of Process Design and Control*. Elsevier, Amsterdam, 501–532, 2004.
- [9] Scholten, B.: *The road to integration: A guide to applying the ISA-95 standard and manufacturing*. ISA Society, 2007.
- [10] World Batch Forum: *B2MML BatchML V0401*. Available online via <http://www.wbf.org>, 2008.



Slika 5. Shema XML, ki določa sporočilo *Schedule.xml*

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Communication schema for the integrated control of batch processes

Abstract: This work is based on the general area of batch control. The control of batch production includes features of the continuous and discrete worlds, and an integrated framework for coordinating operational tasks in industrial plants promises to be a good solution. The integrated framework has to deal with the integration of various problem-solving methodologies, with synchronization to a continuously changing environment and with the definition of the information flow. Within this work we have concentrated on the formalization of the information flow. The International Society of Automation (ISA) introduced standards to control batch productions and to help with the integration of control. The integrated batch-control system presented here is made up of various components, where each generates and requires information to perform the various functions. Here, the communication schema for an integrated control system is proposed. This schema is determined based on XML messages, which are defined based on World Batch Forum (WBF) recommendations.

Key words: Integrated control, Batch process, XML schema definition

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex




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
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si

PRIJAZNE ENERGIJE,
VARČNE TEHNOLOGIJE

ENERGETIKA

15. mednarodni sejem

TEROTECH-VZDRŽEVANJE

14. mednarodni sejem

VARJENJE in REZANJE

4. mednarodni sejem

**Celje, Celjski sejem
18.-21. maj 2010**

www.ce-sejem.si

CELJSKI SEJEM d.d., Celje

EKO

sejem ekologije in varovanja okolja

www.ce-sejem.si

NAJVEČJI SEJEM IN POSLOVNA
PRIREDITEV V TEM DELU EVROPE
SEJEM VSEH SEJMOV

MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

43. MOS

CELJE, CELJSKI SEJEM
8.-15. SEPTEMBER 2010



DOBRE POSLOVNE VIBRACIJE

ZA NAJBOLJ PODJETNE OBRTNIKE IN PODJETNIKE

SEJEM ZA NOVE POSLE IN UGODNE NAKUPE



CELJSKI SEJEM

Nadzor in programiranje ARM-mikrokrmilnika na daljavo

Franc HANŽIČ, Riko ŠAFARIČ

Izveček: Proizvodni procesi v industriji so krmiljeni s krmilnimi napravami, kot so PLK-ji (programirani logični krmilniki), ki krmilijo razne aktuatorje z uporabo senzorjev. PLK je mikrokrmilnik z dodatno periferijo. Izmenjava podatkov med aktuatorji, senzori ter drugimi napravami lahko poteka preko raznih komunikacij (ethernet, CAN-Controller Area Network, USB-Universal Serial Bus, RS232-Recommended Standard 232, RS485, RS422, profibus, bluetooth ...). S pomočjo osebnega računalnika, povezanega v omrežje ethernet, in s programsko opremo za nadzor in kontrolo lahko avtorizirani uporabniki upravljajo napravo na daljavo. Uporabljena programska oprema zagotavlja komunikacijo med napravo in osebnim računalnikom, grafični vmesnik podpira vodenje in omogoča programiranje na daljavo. Vodenje in programiranje na daljavo lahko analizirata napake na napravi, ki jih je mogoče ublažiti z reprogramiranjem naprave na daljavo.

Ključne besede: ARM-mikrokrmilnik, PLK, vodenje naprav, vodenje in programiranje na daljavo, grafični vmesnik, komunikacije

■ 1 Uvod

Razvoj novih tehnologij prinaša tudi veliko novitet v nadzoru na daljavo. Čeprav je to že znana tehnologija, jo poskušamo vedno bolj poenostaviti in izboljšati. Z razvojem sposobnejših mikrokrmilnikov se podpora nadzora na daljavo širi na različne naprave. Prve uporabe vodenja na daljavo so se izvajale na računalnikih, nato pa so se razširile na laboratorijske in industrijske krmilne naprave. Dandanes pa so na trgu izdelki, ki jih uporablja tudi gospodinjstvo.

Navedenih je nekaj virov, ki opisujejo uporabo podobnih metod vodenja na daljavo, kot ga navaja ta članek. Sistem vodenja na daljavo

Franc HANŽIČ, univ. dipl. inž., prof. dr. Riko ŠAFARIČ, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, informatiko in računalništvo

so izdelali Hercog ter ostali avtorji [1]. Njihov sistem zajema vodenje oddaljenega laboratorija. Vodenje na daljavo bazira na mikrokrmilniku DSP (Digital Signal Processor). Ta mikrokrmilnik lahko komunicira z osebnim računalnikom preko RS232, USB ali ethernet komunikacije. Programska oprema vključuje grafično programiranje mikrokrmilnika DSP in izdelavo grafičnega vmesnika za nadzor in vodenje na daljavo. Nekoliko različno vodenje na daljavo so izdelali Casini ter ostali avtorji [3]. Njihova metoda opisuje uporabniško prijazen vmesnik za učenje na daljavo. Avtorji Šafarič in ostali [10] so izdelali vodenje robota na daljavo. Njihova metoda opisuje vodenje robota preko interneta. Izdelano je tudi vodenje modela osebnega dvigala na daljavo [9], ki zajema industrijski PLK, ki krmili model dvigala. PLK komunicira z osebnim računalnikom preko RS232-komunikacije. Osebnim računalnikom ima nameščeno programsko opremo, s katero lahko na

daljavo vodimo in nadziramo model osebnega dvigala.

Metoda za programiranje na daljavo še ni tako razširjena kot nadzor na daljavo. Smisel te metode je sprememba delovanja krmilne naprave na daljavo. To nam koristi pri okvari kakšnega senzora ali aktuatorja na napravi. S to metodo lahko napravo reprogramiramo tako, da deluje v nekaterih omejitvah. Z novimi tehnologijami se uveljavlja tudi vzdrževanje na daljavo. Čeprav je v računalniški tehniki ta metoda že znana in razširjena, to ni povsem tako pri mehatronskih izdelkih (roboti, naprave s krmilnimi napravami itd.). S to metodo lahko serviser na daljavo pregleda stanje naprave s pomočjo pregleda dogodkov in trenutnega stanja. V primeru obrabe ležajev/mehanizma lahko to na daljavo ugotovi serviser s pomočjo meritvenih podatkov, ki jih naprava shranjuje v pomnilnik kot dogodke. S pomočjo podatkov lahko serviser spremeni parametre delovanja naprave ali pa se odloči,

da bo lokalno zamenjal ležaje/mehanizem na napravi.

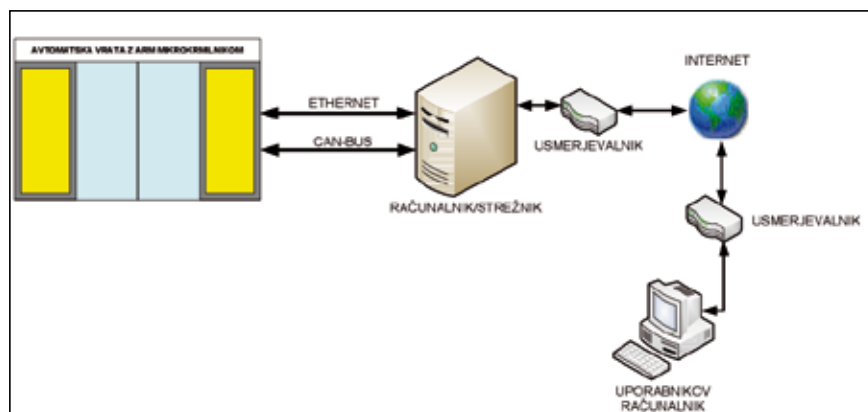
V tem prispevku je opisana metoda nadzora avtomatskih vrat in njihovega programiranja na daljavo (slika 1). Kot krmilna enota je uporabljen ARM (Advanced RISC Machine) 32-bitni mikrokrmilnik LPC2388. Mikrokrmilnik krmili avtomatska vrata za prehod ljudi (slika 1). Za upravljanje na daljavo je potreben osebni računalnik – strežnik, na katerem je nameščena programska oprema za nadzor in programiranje na daljavo. Mikrokrmilnik je povezan z računalnikom s komunikacijo CAN-BUS in ethernet. Za preverjanje predlagane rešitve je bilo izdelano ustrezno preskuševališče.

■ 2 Avtomatska vrata

Kot objekt krmiljenja so bila uporabljena translacijska vrata [5]. Ta lahko predstavljajo katerikoli drug mehatronski objekt. Vrata imajo translacijsko krilo, ki je namenjeno za prehod ljudi (hoteli, trgovski centri, podjetja itd.). Krilo vrat ima nameščena dva vozička, ki sta vodena v aluminijastem vodilu na zgornji strani. Vozička sta povezana z zobatim jermenom, ki je voden preko dveh jermenic. Mehanizem z jermenom pretvori rotacijsko v translacijsko gibanje. Ena od jermenic ima nameščen motor DC (direct current), ki jo poganja. Motor je voden s PŠM (pulznoširinska modulacija) za krmiljenje hitrosti motorja. Za regulacijo položaja je uporabljen inkrementalni dajalnik, ki daje mikrokrmilniku podatke položaja v obliki dveh pulzirajočih signalov. Na vratih so nameščeni še senzorji za prisotnost oseb, varnostni senzorji, komandno stikalo in elektromehanska ključavnica.

■ 3 Krmilni sistem

Trenutna vrata uporabljajo 8-bitni mikrokrmilnik. Za realizacijo vodenja avtomatskih vrat in njihovega programiranja na daljavo je bil stari mikrokrmilnik zamenjan z 32-bitnim ARM-mikrokrmilnikom LPC2388 [6]. Periferija mikrokrmilnika je zelo bogata – od same kontrole/regula-



Slika 1. Avtomatska vrata s podporo nadzora na daljavo

cije do različnih komunikacijskih podpor. Za hitro gradnjo vodenja in programiranja na daljavo je bila kupljena testna tiskanina z mikrokrmilnikom LPC2388. Testno tiskanino izdeluje podjetje [7], katerega glavni produkt je programsko orodje za programiranje mikrokrmilnikov. Tiskanina se imenuje MCB2300 [7] in je na voljo z različnimi serijami mikrokrmilnikov.

Za spoznavanje mikrokrmilnika je tiskanina prava izbira, saj ima že nekaj nameščenih naprav za gradnjo enostavnih krmiljenih mehanizmov. Najbolj pomembno mesto tiskanine je prototipsko območje. To predstavlja vmesnik med mikrokrmilnikom in krmiljeno napravo (vrata). Na prototipsko območje so povezani aktuatorji in senzorji vrat.

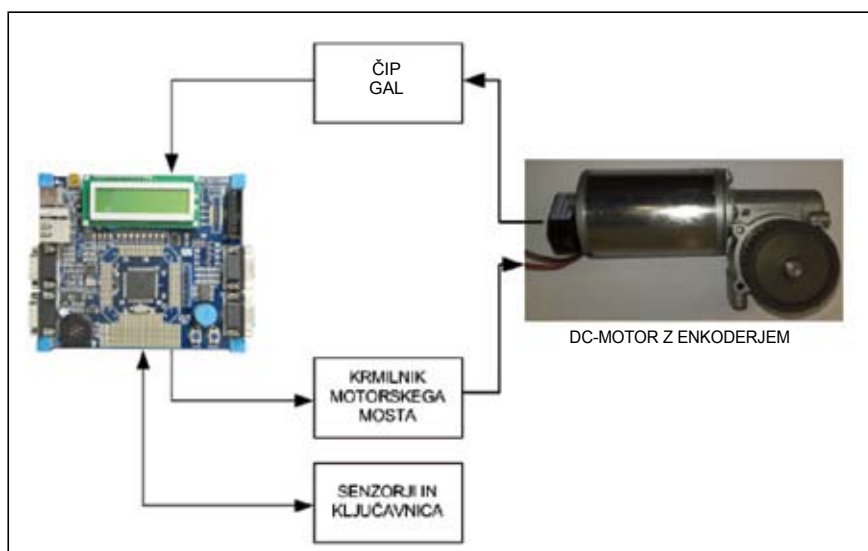
Za simulacije in razhroščevanje programske kode mikrokrmilnika se uporablja modul Ulink2 [7]. S pomočjo tega modula se opazuje delovanje programske kode in s tem odkrivajo morebitne napake v kodi. Modul Ulink2 komunicira z računalnikom s pomočjo USB-komunikacije, z mikrokrmilnikom pa preko priključka JTAG.

Za lokalno ravnanje z vrati se uporablja komandno stikalo, namenjeno zgolj za delovanje vrat (zaprt, odprto, avtomatsko itd.). Komandno stikalo komunicira z mikrokrmilnikom preko enožilne serijske komunikacije, kabel je dvožiljen z uporabo mase. Tako preko dvožilnega kabla komunicira in se napaja komandno stikalo.

Komunikacijski modul bluetooth [8] se uporablja kot nadomestna komunikacija programskega komandnega stikala. Ker komandno stikalo ni prenosljivo, se mora uporabnik sprehoditi do njega za spremembo funkcionalnosti vrat. S pomočjo programske opreme in komunikacije bluetooth se lahko prenosnik ali dlančnik spremeni v brezžično komandno stikalo. Modul je primeren zaradi nepotrebnega posega v komunikacijski protokol bluetooth. Ena od nalog modula je, da serijsko komunikacijo zapakira v komunikacijo bluetooth in jo na cilju zopet odpakira. Ko se torej z računalnikom povežemo z modulom preko bluetoota, ta ustvari virtualna serijska vrata, ki predstavljajo serijsko komunikacijo na samem modulu. S tem načinom se programerji izognejo težavam pri programiranju težavnih protokolov bluetooth. Za brezžične komunikacije je potrebno zagotoviti zaščito pred vdori v sisteme, ki so vodeni na daljavo. Komunikacija bluetooth ima zaščito 1–16-mestnega števila (geslo), ki ga določi uporabnik. Ko se uporabnik poveže z modulom, zahteva vnos zaščitnega gesla. V primeru, da geslo ni pravilno vneseno, se modul ne poveže z uporabnikovim osebnim računalnikom ali s katero drugo napravo. To ni edina zaščita, ki se uporablja za to komunikacijo, na voljo so še druge, ki tukaj niso opisane.

■ 4 Komunikacija

Na testni tiskanini so uporabljeni digitalni vhodi/izhodi za komunikacijo s senzorji in aktuatorji, ki so



Slika 2. Povezava med testno tiskanino in senzorji/aktuatorji

nameščeni na vratih. Krmiljenje motorja poteka s pomočjo PŠM (pulzno-širinska modulacija) in krmilnika H-mosta (slika 2). H-most je enostavna metoda za krmiljenje DC-motorja, ki ga sestavljajo štiri tranzistorska stikala. H-most krmili krmilnik s pomočjo PŠM-ja iz mikrokrmilnika. Inkrementni dajalnik za merjenje položaja rotorja motorja je povezan s čipom GAL (Generic Array Logic). Čip GAL je enostavna programirljiva logična enota. V njem se izvaja koda, ki se iz signalov enkoderja pretvori v dva pulzna signala (pulz za seštevanje, drugi za odštevanje). Ta dva signala se pošiljata v mikrokrmilnik, ta pa izvaja kodo s števcem. Števec sešteva ali odšteva pulze in predstavlja položaj rotorja motorja.

Izmenjava podatkov med mikrokrmilnikom in računalnikom poteka preko komunikacije CAN (slika 3). Po tej komunikaciji potekajo podatki za osnovno delovanje in nastavitve parametrov vrat. Testna tiskanina ima integrirano komunikacijo CAN. Na strani računalnika je nameščen modul CAN/USB, ki omogoča povezavo računalnika na omrežje CAN-BUS. Podatkovni paket komunikacije CAN zajema naslov naprave, kontrolne bite in 8 bajtov velikega podatkovnega dela. Vsaka naprava ima svoj naslov, ki je povezana na omrežje CAN-BUS. S tem naslovom mikrokrmilnik prepozna, od katere naprave dobiva informacije. Kontrolni biti zajemajo obliko podatkovnega okvira komunikacije

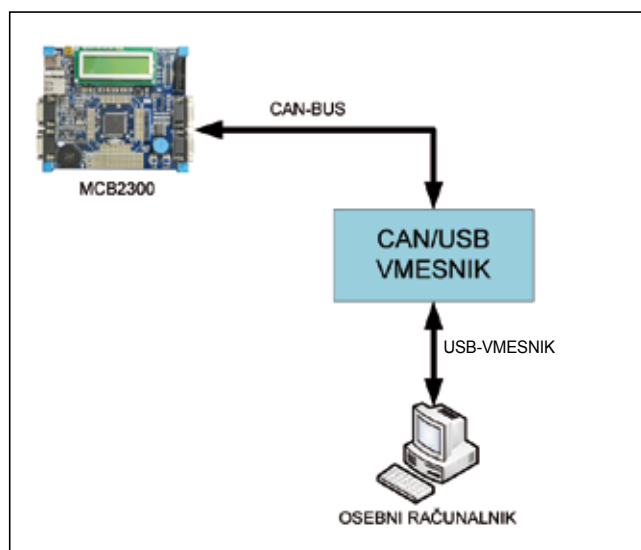
CAN. Podatkovni okvir komunikacije ima lahko več načinov oblike, kot so standardna/razširjena metoda itd. Kontrolni in meritveni podatki se pošiljajo v podatkovnem delu.

Serijska komunikacija RS232 ima enako vlogo kot CAN. Preko RS232 potekajo podatki za delovanje in nastavitve parametrov vrat. Na testni tiskanini sta dve serijski povezavi (slika 4). Prva predstavlja povezavo s komandnim stikalom, druga pa povezavo z modulom bluetooth za povezavo z osebni računalnikom preko brezžične komunikacije bluetooth.

Prenos programske kode v mikrokrmilnik poteka preko komunikacije ethernet (slika 5). Testna tiskanina in osebni računalnik sta povezana preko kabla ethernet »crossover«. Drugi način prenosa programske opreme pa se lahko izvede z direktno povezavo testne tiskanine na omrežje ethernet (direktna povezava na usmerjevalnik) in tako ni potrebe po uporabi osebne računalnika.

5 Programska oprema mikrokrmilnikov ARM

Mikrokrmilniki potrebujejo programsko opremo za prevajanje programskega jezika (C-programski jezik) v strojno kodo. Prav tako vključuje okno za urejanje programske kode, preko katere programerju olajša pisanje programske kode. Strojna koda se shrani v pomnilnik mikrokrmilnika, ki lahko bazira na trajnem pomnilniku Flash, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) ali kateri drugi vrsti. Obstaja več vrst programskih jezikov, ki so lahko tekstovne (C-programski jezik, basic itd.) ali grafične oblike (programiranje PLK, Simulink, Labview itd.). V tej metodi je bil uporabljen programski jezik C. Sestavljanje programske kode je potekalo v ARM-programskem razvojnem orodju Realview uVision (slika 6). Programsko orodje ponuja prevajalnik za več sto različnih

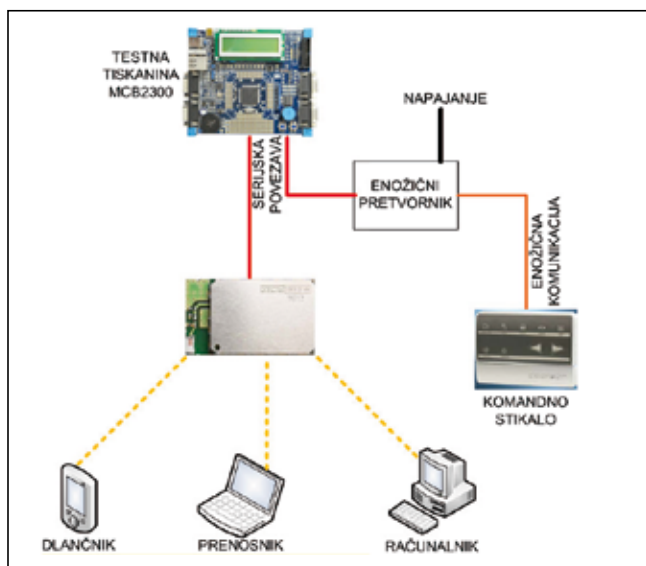


Slika 3. Komunikacija med osebni računalnikom in testno tiskanino MCB2300

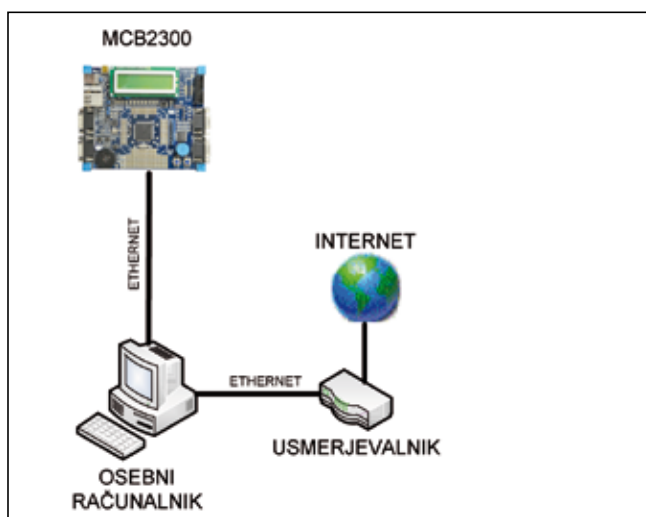
ARM-mikrokrmilniških vrst različnih proizvajalcev.

6 Vodenje in programiranje na daljavo

Sistem vodenja in programiranja mora imeti nameščene različne programske pakete. Ti se lahko razlikujejo odvisno od uporabe in sestave samih krmilnih sistemov [1], [3], [9], [10]. Uporabljeni so bili trije glav-



Slika 4. Povezava modula bluetooth in komandnega stikala



Slika 5. Komunikacija ethernet za prenos programske kode

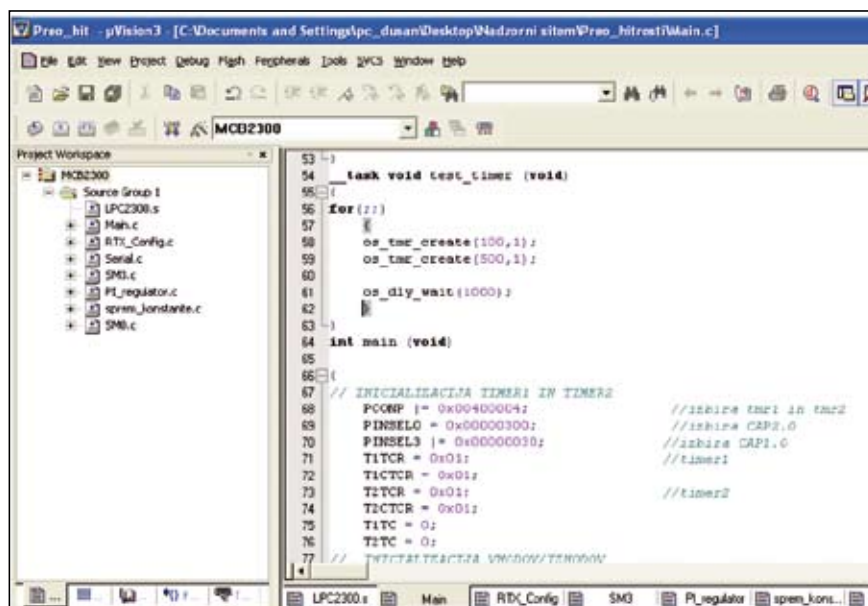
ni programski paketi. Na osebni računalniku je nameščen operacijski sistem (OS) WindowsXP, preko katerih se izvajajo drugi programi. Večina OS-ov ima podporo vodenja na daljavo. Ta podpora se pri OS WindowsXP imenuje »oddaljeno namizje« (slika 7). Če je ta podpora vključena, mora biti računalnik ustrezno zaščiten pred raznimi vdori, ki bi lahko vplivali na delovanje naprav, ki so povezane preko osebne računalnika. Tako lahko na daljavo upravljamo programske pakete, ki so nameščeni na osebni računalniku.

Programiranje na daljavo poteka s pomočjo razvojnega orodja za

ARM-mikrokrmilnike in programskim modulom za prenos programske kode na mikrokrmilnik preko ethernet. Z razvojnim orodjem za programiranje ARM-mikrokrmilnikov, ki je nameščeno na osebni računalniku, se napiše izvorna koda v programskem jeziku C in se prevede v ustrezno strojno kodo »firmware«. Ta koda se nato s programskim vmesnikom za prenos prenese na mikrokrmilnik preko ethernet.

Na osebni računalniku je nameščen grafični vmesnik za pregled dogodkov in kontrole avtomatskih vrat. Grafični vmesnik je zgrajen z razvojnim orodjem za izdelavo uporabniških grafičnih vmesni-

kov (slika 8). Programiranje poteka v grafični obliki z metodami povezovanja raznih blokovnih elementov. Blokovi elementi imajo vhodne in izhodne priključke, na katere se povezujejo drugi blokovi elementi s pomočjo grafičnih povezav (žice). S povezavo teh blokovnih elementov nastaja programska koda grafičnega vmesnika. Programsko orodje ne ponuja samo izgradnje grafičnih vmesnikov, ampak tudi grafično programiranje mikrokrmilnikov in drugih krmilnih enot. Razvojno programsko orodje ima dve vrsti oken. Prvo okno predstavlja grafični vmesnik, ki ga upravljajo uporabniki. To okno vsebuje razne indikatorje, tipke, grafe itd. Drugo okno pa predstavlja grafično programsko kodo, ki se skriva pod grafičnim vmesnikom. To okno uporablja programer, ki izdeluje grafični vmesnik. Tega okna ne vidijo končni uporabniki, ki uporabljajo grafični vmesnik. Programsko orodje ima vključeno podporo vodenja in nadziranja na daljavo. S preprostim nastavljanjem parametrov (nastavitve ethernet) lahko grafični vmesnik upravljamo na daljavo. Uporabnik, ki bi upravljal na daljavo, mora imeti nameščen spletni brskalnik in dodatni programski vmesnik za upravljanje na daljavo grafičnega vmesnika, ki pa je brezplačen. Ta programski vmesnik je most med grafičnim vmesnikom in spletnim brskalnikom. Spletni brskalnik naloži grafični vmesnik, ki je nameščen na oddaljenem računalniku. Tako lahko preko spletnega brskal-



Slika 6. Programsko orodje za izdelavo programske kode mikrokrmilnikov ARM



Slika 7. Oddaljeno namizje

nika upravljamo napravo s pomočjo grafičnega vmesnika.

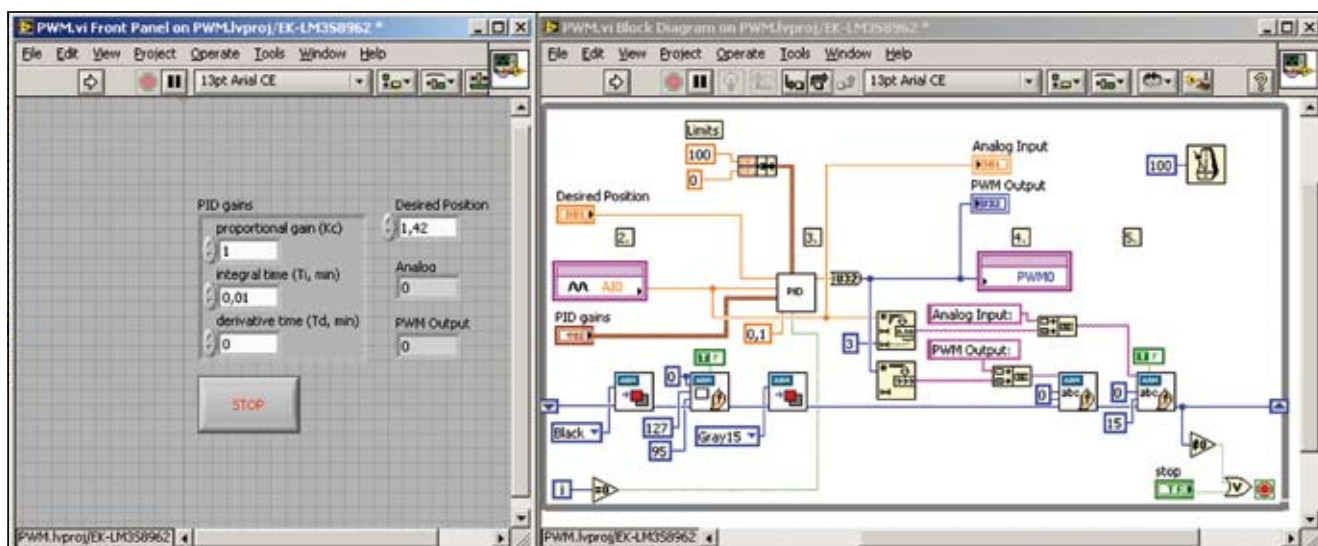
Programska oprema potrebuje gonilnike, preko katerih komunicira s strojno opremo. Razvojno orodje za izdelavo grafičnega vmesnika ima veliko gonilnikov že vključenih. Vse podatke, ki jih dobiva grafični vmesnik preko komunikacije (USB-CAN, ethernet, RS232 itd.), upravlja gonilnik. Komunikacijska knjižnica upravlja s podatkovnim delom komunikacije. V podatkovnem delu je informacija o vrsti podatka in vrednosti. V komunikaciji CAN se uporablja pro-

tokol CANopen. To je komunikacijska knjižnica, v kateri so definicije komunikacije. S pomočjo komunikacijske knjižnice si mikrokrmilnik in programska oprema izmenjujeta podatke. Ta knjižnica se lahko definira po želji programerja. Ko pa se naprava (mikrokrmilnik) povezuje v komunikacijsko omrežje s komercialnimi napravami (PLK, frekvenčniki itd.), se mora upoštevati njihova komunikacijska

knjižnica oziroma komunikacijski protokol. Nekateri proizvajalci naprav podajo informacije o komunikacijskem protokolu, da lahko izvajalec izdelava grafični vmesnik, ki zna komunicirati z napravo. Nekateri komunikacijski protokoli so postali standard, s katerim proizvajalci uporabljajo enake definicije protokola. Komunikacijski protokol zajema veliko informacij o definicijah komunikacijskih podatkov. Proizvajalci ponujajo že narejene gonilnike (komunikacijsko knjižnico), ki znajo izveliči definiranе podatke. Za PLK obstaja komercialna programska oprema strežniki

OPC (Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control) [9], ki imajo vgrajeno bazo komunikacijskih knjižnic. Ta komunikacijska knjižnica zajema razne proizvajalce in tipe PLK-jev. Strežnik OPC je programska oprema, ki povezuje grafični vmesnik in napravo (mikrokrmilnik). Razvojno orodje ima vgrajeno funkcijo za povezovanje s strežniki OPC, ki se imenuje povezljiva podatkovna vtičnica »data socket connection«. Ta funkcija je pravzaprav povezljivi vmesnik za komunikacijo med različno programsko opremo.

Programiranje na daljavo ima vključeni dve vrsti programske opreme, ki sta nameščeni na osebni računalnik. Razvojno orodje Realview za izdelavo strojne kode mikrokrmilnikov izdelava datoteko s strojno kodo. Prenos te datoteke v mikrokrmilniški trajni pomnilnik je izveden s pomočjo komunikacije ethernet. Za to metodo se mora v mikrokrmilnik dodati del strojne kode, ki omogoča prenos iz etherneteta. Programska oprema »ethernet flash utility« je grafični vmesnik, preko katerega programer določi prenos strojne kode na izbrani mikrokrmilnik. Vsak mikrokrmilnik ima svoj naslov IP (Internet Protocol) oziroma MAC (Media Access Control). Za komercialno uporabo te metode je potrebno zakupiti naslov MAC [2]. S to metodo je prenos strojne kode na mikrokrmilnike, ki so povezani v omrežje ethernet, preprost.



Slika 8. Razvojno orodje za izdelavo grafičnega vmesnika

7 Preizkuševališče

Preizkus je bil narejen na testnih vratih v podjetju Doorson. Razlika med testnimi in standardnimi vrati so le šipe. Testna vrata imajo namesto šip uteži, ki simulirajo težo šip. Izdelal in preizkusil se je uporabniški vmesnik (slika 9) z grafičnim komandnim stikalom, preko katerega se spreminjajo režimi delovanja in parametri vrat. Dodane pa so še kontrole za simulacijo proženja senzorjev, ki so nameščeni na testnih vratih. Tako se je preizkus uspešno končal z vodenjem in programiranjem testnih vrat na daljavo.

8 Zaključek

Naš cilj je bil izdelati krmilnik z mikrokrmilnikom ARM za avtomatska vrata, ki vključuje vse tehnike, opisane v tem članku, prav tako pa upoštevati porabo električne energije, katere cena se iz dneva v dan povečuje. Tako želimo izdelati krmilnik s čim manjšo porabo električne energije. To nameravamo doseči z uporabo mikrokrmilnika, ki bo krmilil določena napajanja za interne elektronske komponente, aktuatorje in senzorje. Mikrokrmilnik zagotavlja izvajanje kompleksnejših regulacij, s katerimi bi izboljšali samo delovanje avtomatskih vrat in vzdrževanja. Z metodo učenja bi algoritem sam nastavljal regulacijo, ki je potrebna zaradi obrabe nekaterih premičnih elementov v avtomatskih vratih. Naslednji cilj je hitro in učinkovito zaznavanje ovir, ki pa je zelo različno pri težjih ali lažjih vratih. Avtomatska vrata želimo povezati na komunikacijsko omrežje, preko katerega bi lahko na daljavo servisirali in spremljali njihovo delovanje. V krmilniku bi bila nameščena spletna stran za pregledovanje dogodkov, spreminjanje režimov, nastavljanje parametrov itd.

Z različnimi vrstami komunikacij bi se lahko avtomatska vrata prilagajala drugim napravam (varnostni sistemi, nadzorni sistemi itd.). Serijska RS232-komunikacija je dobra za prenos podatkov za nadzor in nastavljanje parametrov delovanja. Ta komunikacija ni namenjena za hiter

prenos podatkov in za komunikacijo z več napravami. Primerna je za komandno stikalo in modul bluetooth. Serijska komunikacija CAN je namenjena za zelo hiter prenos podatkov in podpira komunikacijo med večjim številom naprav (do 127 naprav). Naprave, ki imajo komunikacijo CAN, se povezujejo na omrežje CAN (CAN-BUS), preko katerega si izmenjujejo podatke. Omrežje lahko dosega do 1 km dolžine, vendar se z dolžino zmanjša hitrost prenosa podatkov. To komunikacijo smo namenili za povezovanje raznih senzorjev, komunikacijo med več avtomatskimi vrati ter ostalimi napravami, ki imajo podporo komunikacije CAN. Komunikacija ethernet je namenjena predvsem za nadzor in vodenje na daljavo kakor tudi za povezovanje z drugimi napravami.

Izdelana so bila avtomatska vrata, vodena in nadzirana na daljavo, in prototipni krmilnik avtomatskih vrat, preko katerega se lahko na daljavo nastavlja njihovo delovanje. Kot prototipni krmilnik je bila uporabljena testna tiskanina MCB2300 in tiskanina s H-mostom in napajalnim sistemom. Izdelala se je programska koda za krmiljenje vrat, komunikacijo CAN, komunikacijo RS232 in komunikacijo ethernet. Na osebнем računalniku je bil izdelan grafični vmesnik, preko katerega se nadzirajo vrata, prav tako pa se lahko nastavlja parametri njihovega delovanja (hitrost zapiranja, sprememba režimov itd.). V prototipni krmilnik se je vgradila zagonška programska koda za možnost prenosa programske kode preko ethernet. Izdelala se je brezžična komunikacija s pomočjo modula bluetooth.



Slika 9. Preizkuševališče

Prednost navedenih tehnologij je zmogljiv mikrokrmilnik, ki ponuja različne integrirane komunikacije, zmogljivo procesiranje, prostor za programsko kodo itd. S komunikacijo CAN se lahko povezujejo različne naprave na avtomatska vrata (senzorji, aktuatorji, varnostne naprave, nadzorni sistemi itd.). Tako so avtomatska vrata lahko povezana v sistem, ki predstavlja medsebojno povezovanje naprav. Za primer se lahko vzame pametna hiša, ki predstavlja centralni računalnik za upravljanje, na katerega so povezane različne naprave. S komunikacijo ethernet lahko uporabnik ali proizvajalec vrat nadzira njihovo delovanje in spreminja režime pod določenimi varnostnimi ukrepi. Računalniško omrežje je v današnji tehnologiji zelo razširjeno, preko njega lahko proizvajalec na daljavo opravi preventivno kontrolo avtomatskih vrat ali prenos nove verzije programske kode, če se odkrije napaka v prejšnji verziji. V primeru okvare lahko serviser na daljavo poizve o napaki in si pripravi potrebno orodje in rezervne dele pred prihodom na objekt. Z brezžično komunikacijo pa lahko uporabnik/lastnik na prenosniku ali dlančniku spremeni režim vrat, tako da mu ni potrebno uporabiti komandnega stikala vrat, ki se lahko na-

haja daleč od njega. Te tehnologije se lahko uporabljajo za katerokoli drugo napravo, ne samo za avtomatska vrata. Kot osnovni mikrokrmilnik se uporablja za vsako krmilno/krmiljeno napravo (PLK, industrijski procesi, bela tehnika, računalništvo, avdio/video itd.).

Članek zajema vodenje in programiranje na daljavo s pomočjo osebnega računalnika, ki predstavlja nadzorni sistem. Ta sistem zahteva dodatno uporabo strojne in programske opreme, ki pa ne bi bila v dosegu vsakega uporabnika avtomatskih vrat. Naš cilj je izdelati spletni grafični vmesnik, ki bi bil vgrajen v samem mikrokrmilniku. S tem bi se izognili uporabi osebnega računalnika in nekaterih programskih oprem.

Viri

- [1] Hercog, D., B. Gergič, S. Uran and K. Jezernik. 2007. A DSP-Based Remote Control Laboratory. *IEEE Trans. Ind. Electron.* Dec, Vol. 54, pp. 3057–3068.
- [2] Spletna stran za zakup naslova MAC: <http://standards.ieee.org/regauth/registries.html>.
- [3] Casini, M., D. Prattichizzo and A. Vicino. 2003. The automatic control telelab: A user-friendly interface for distance learning. *IEEE Trans. Educ.*, May, Vol. 46, pp. 252–57.
- [4] Spletna stran za izdelavo grafičnih vmesnikov: <http://www.ni.com/LabVIEW>.
- [5] Spletna stran proizvajalca avtomatskih vrat: <http://www.doorson.si>.
- [6] Spletna stran mikrokrmilnika NXP LPC2388: [http://www.nxp.com/#/pip/pip=\[pip=LPC2388_1\]|pp=\[t=pip,i=LPC2388_1\]](http://www.nxp.com/#/pip/pip=[pip=LPC2388_1]|pp=[t=pip,i=LPC2388_1]).
- [7] Spletna stran krmilniške tiskanine in prog. opreme KEIL: <http://www.keil.com>.
- [8] Spletna stran Bluetooth modula: http://www.bluegiga.com/WT12_Class_2_Bluetooth_Module.
- [9] Hanžič, F., R. Šafarič. 2009. Remote control of the personal lift model via graphical interface. RAAD09 conference.
- [10] Šafarič, R., K. Jezernik, D. W. Calkin and R. M. Parkin. 1999. Telerobot control via Internet. *IEEE Trans. Ind. Electron.* July, Vol..1, pp..298–303.

ARM Controller Remote Control and Programming

Abstract: Various industry production processes are controlled with various control devices, which are PLCs that control various actuators with sensors use. The PLC is represented as microcontroller with electronic components. A data exchange via actuators, sensors, and other various devices can be made via various communications (Ethernet, CAN-Controller Area Network, USB-Universal Serial Bus, RS232-Recommended Standard 232, RS485, RS422, Profibus, Bluetooth etc.). Authorized users can remotely manage the device with a personal computer connected to Ethernet and software for a remote control. The used software manages communication for data transfer between device and personal computer, and a graphical interface with remote control support and remote programming. An example support device fault analysis that can be reduced with remote programming.

Authorized users can remotely manage the device with a personal computer connected to Ethernet and software for a remote control. The used software manages communication for data transfer between device and personal computer, and a graphical interface with remote control support and remote programming. An example support device fault analysis that can be reduced with remote programming.

Key words: ARM microcontroller, PLC, machinery control, remote control and programming, graphical user interface, communications

GIBANJE JE NEOMEJENO

HOTEL PRESIDENT

Doorson avtomatska vrata predstavljajo kakovostna rešitev za vstopanje in izstopnje. Vrata so zanesljiva in energetsko ter po potrebi tudi požarno varna, kar jim zagotavlja najširši spekter uporabe. S takimi vrati vsak vhod pridobi na prepoznavnosti, celotna zgradba pa na splošnem ugledu.

V vitkih linijah vrat se skriva množica tehnološko dovršenih rešitev, ki jih je mogoče enostavno učinkovito uporabiti. Inovacija je očitna. Zanesljiva dobava in predana podpora sta zagotovljeni.

doorson
OPENING YOUR INSPIRATION

www.doorson.com

ventil

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Projektni način izobraževanja na avtomatiki, robotiki in mehatroniki

Janez POGORELC

Izveček: Tekmovanja z mini mobilnimi roboti se v svetu izvajajo že več ko 30 let. Njihova cilja sta objektivno merjenje kvalitete izdelka in predstavitev dela širši javnosti. V članku je podrobneje prikazan način projektno usmerjenega učenja in tekmovanja študentov z mobilnimi roboti v 3. letniku mehatronike. Opisane so različne izvedbe izdelkov najuspešnejših študentov. Mini mobilni roboti so predstavljeni kot objekti tako za raziskovalno kot pedagoško delo in zabavo.

Ključne besede: mini mobilni robot, tekmovanje, projektno delo, mikrokrmilnik

■ 1 Uvod

V akademskih krogih v svetu so tekmovanja z mobilnimi roboti znana že več kot 30 let. Tekmovanja navdihujejo generacije študentov, raziskovalcev, pa tudi laikov, ne glede na to, da zahtevajo precejšnje stroške, veliko truda in časa. Cilj tekmovanj je razen objektivnega merjenja lastnosti izdelkov tudi medijska prisotnost, ki omogoča predstavitev izdelkov širši javnosti, kar posledično poveča interes za sodelovanje in s tem prispeva k dvigu tehnične kulture v družbi. Tekmovanja na mednarodni ravni [1, 2] (predvsem med renomiranimi univerzami) potekajo v spretnostnih in hitrostnih preizkušnjah z mikromiškami, mini mobilnimi roboti lastne gradnje in tudi v najatraktivnejši disciplini – robotski nogomet.

Analizirali smo različna tekmovanja, ki potekajo v svetu, in na osnovi materialnih in tehničnih zmožnosti smo

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

se odločili, da leta 2000 organiziramo prvo tekmovanje z mobilnimi roboti. Odločili smo se za dovolj preprosti nalogi: sledenje vnaprej podane poti (pot zarisana s temnim trakom na svetli podlagi) in vožnja po labirintu, za kar smo povzeli in prilagodili pravila našim razmeram po zgledu SRS – Seattle Robotics Society (www.seattlerobotics.org). Seveda je robotski nogomet (organizira ga združenje **RoboCup**) naloga, ki je neprimerno bolj atraktivna, vendar zahteva precejšnja vlaganja (okrog 2000 USD za vsak kos) in veliko znanja ter izkušenj (kamera z On-line algoritmi za razpoznavanje objektov, hitra komunikacija med roboti in nadzornim računalnikom, strategija igre nogometa idr.). Namesto za razpis tekmovanj z zahtevnejšimi nalogami smo se zaradi večjega zanimanja raje odločili za preprostejšo izvedbo, predvsem med srednješolci in kasneje tudi med osnovnošolci. Prav tako smo si na Inštitutih za avtomatiko in robotiko (UM, FER) zastavili cilj, da z organizacijo tekmovanj motiviramo sposobne študente na FER za razvojnoraziskovalno delo na področju robotike, vodenja električnih pogonov in avtomatizacije ter da neposredno podpremo novo interdisciplinarno

študijsko smer Mehatronika (3. letnik univerzitetnega študijskega programa Elektrotehnika) [4].

V članku bodo predstavljene izkušnje pri motiviranju študentov za projektno delo na študijskih programih Elektrotehnika, smer Avtomatika in robotika ter Mehatronika. Na interdisciplinarni študijski smeri Mehatronika (od 3. letnika iztekajočega se štud. programa Elektrotehnika, kamor se vpisujejo študentje, ki so končali bodisi 2 letnika Elektrotehnike, bodisi 2 letnika Strojništva) že od leta 2002 izvajamo t.i. Uvodni seminar (projekt v trajanju približno 30 ur (zgoščeno dober mesec ali 5 tednov).

Od leta 2000 organiziramo tudi državna tekmovanja v konstrukciji in vožnji po labirintu z mini mobilnimi roboti **Robot 200x** [5]. V desetih letih je interes med študenti in dijaki naraščal (v povprečju na 12 do 15 ekip) in v zadnjih letih zopet upadel (med 4 in 10 ekipami), zato pa je interes med dijaki srednjih šol v zadnjih štirih letih zelo velik (med 30 in 60 ekipami) [8].

V nadaljevanju bomo nekoliko podrobneje opisali izkušnje pri uvaja-

projektne načina študija v obliki mini mobilnih robotov v redni študijski proces na študijskih smereh Avtomatika in robotika ter Mehatronika.

■ 2 Izvedbe mini mobilnih robotov

Študentje v ekipah (2 do 3 študenti, praviloma z različnih področij) dobijo nalogo, da v petih tednih sestavijo avtonomni mini mobilni robot, ki mora čim hitreje prevoziti progo, označeno s črnim trakom na svetli podlagi. Na koncu oddajo projektno poročilo in se z izdelkom izkažejo na internem tekmovanju, kdo bo prej prišel do cilja. Pri tem gre tako za prestiž kot tudi za zabavo. Študentje imajo na voljo osnovne komponente za gradnjo mobilnega robota, ki v osnovi vsebuje ohišje, napajalni vir, pogone, senzorje in krmilno logiko. Glede na predznanje in ambicije lahko izbirajo med različnimi konfiguracijami: 1. »elektromehanski mini mobilni robot **SLEDIbot**« (ker ne vsebuje mikrokrmilnika, je zelo primeren za študente strojništva za spoznavanje osnov elektronike); 2. komercialni komplet »LEGO MINDSTORMS« (zanimiv za tiste študente, ki želijo poudariti mehansko konstrukcijo in čim enostavneje razviti program); 3. »programirljiv elektromehanski robot« (obvezno vsebuje mikrokrmilnik, primeren je za najbolj ambiciozne ekipe študentov, ki imajo že predznanje iz elektronike, programiranja mikrokrmilnikov in konstruiranja mehanskih sklopov).

2.1 Elektromehanski mini mobilni robot

Elektromehanski mini mobilni robot je najpreprostejša izvedba mini mobilnega dvokolesnega robota, katerega osnovna komercialna izvedba se trži pod imenom **SLEDIbot**. **Doc. dr. Suzana Uran** je razvila osnovno izvedbo (v obliki sestavljivega kompleta) z dvema (predelanima) R/C-servomotorjema, optičnim senzorjem za razpoznavanje razlike med črno in svetlo barvno podlago, tiskanim vezjem z nekaj elektronskimi komponentami, ohišjem in kolesnim parom [6]. Komplet (ki se trži po popularni ceni okrog 25 €) je bil prvenstveno name-



Slika 1. Sestavljeni SLEDIbot

njen za podporo projektu »Robotika v osnovnih šolah« [8], zato so priložena zelo nazorna navodila za sestavljanje, spajkanje, mehanske obdelave, vključno s podrobnim opisom delovanja električnih sklopov. Krmilna logika za avtonomno sledenje črni liniji robota je izvedena zelo preprosto – s pomočjo elektronskih primerjalnikov nivojev signalov iz optičnega senzorja (fotoupora) se robot krmili, tako da ves se čas obrača od svetle k temni podlagi s pomočjo vrtenja levega ali desnega motorja naprej oz. nazaj. Na ta način se bolj ali manj hitro premika po liniji (slika 1).

Zastavlja se vprašanje, zakaj študentu 2. ali 3. letnika univerzitetnega študija ponuditi takšen komplet, ki je bil v osnovi razvit za učence višjih letnikov osnovnih šol? To se izkaže kot dobra alternativa za tiste študente, ki nimajo dovolj predznanja iz elektrotehnike in elektronike (ki prihajajo s splošnih gimnazij in neelektrotehniških srednjih šol oz. s strojne fakultete). Tako se študentje ob praktičnem delu in veliki motivaciji naučijo osnovnih elektrotehničnih veščin ter si izpopolnijo znanje iz elektronike. Naloga študentov je, da robot sestavijo, preizkusijo sklope, zgradijo ohišje in pogonska kolesa ter robot tako umerijo, da čim hitreje prevozi pot od



Slika 2. SLEDIbot ekipe študentov iz leta 2008

starta do cilja. Študentje lahko ob tem prikažejo svojo kreativnost z izvedbo ohišja, pogonskih koles in okrasitvijo robota (slika 2).

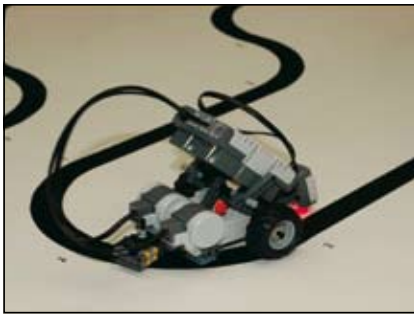
2.2 Mobilni robot LEGO Mindstorm

Študentje, ki želijo čim hitreje zgraditi delujoč mini mobilni robot (v zadnjem obdobju je k sreči teh študentov vse manj), izberejo [9] sestavljeni komplet LEGO MINDSTORMS. To je sicer odličen programirljiv komplet, ki ima le to slabost, da je razmeroma drag (okrog 400 €). Zaradi vsakoletnih izvedb državnih tekmovanj v kategoriji **LEGObum** za učence osnovnih šol razpolagamo tudi z nekaj tovrstnimi kompleti. Sestavljeni so iz specifičnih gradnikov LEGO (sestavljivi so tudi z drugimi komponentami LEGO), senzorjev (optičnih, taktilnih, ultrazvočnih), električnih motorjev, koles in krmilnika, ki ga je možno preko USB-povezave programirati v preprostem grafičnem jeziku ali celo v programskem jeziku C (naložiti je treba ustrezen operacijski sistem).



Slika 3: LEGO MINDSTORMS iz leta 2007

Tudi ob uporabi tovrstnih kompletov lahko študentje prikažejo svojo kreativnost z izbiro pogona, krmilnega sistema, namestitvijo senzorjev, izbiro programskih orodij in seveda izvedbo algoritma vodenja. Na sliki 3 je prikazana izvedba mini mobilnega robota s pomočjo 1. generacije kompleta LEGO MINDSTORMS, medtem ko je že na voljo bolj izpopolnjena generacija t. i. NXT2 (slika 4).



Slika 4. LEGO MINSTORMS NXT2

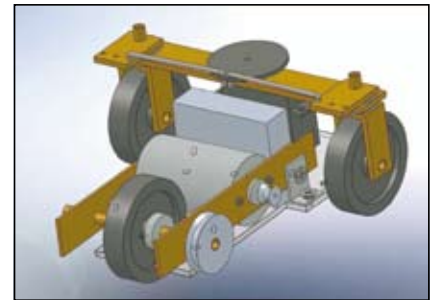
2.3 Programirljiv elektromehanski robot

Programirljivi elektromehanski roboti zahtevajo od študentov največ časa in truda, saj je potrebno načrtati in izdelati tiskanino z elektronskimi komponentami, kot so mikrokrmilnik (Microchip PIC, Atmel, Texas Instruments MSP), vmesniki s senzorji (običajno uporabljamo reflektivne infrardeče senzorje), krmilni signal

za elektromotorje (modificirani PWM za R/C-servomotorje, PWM-signal za H-mostično krmiljene DC-motorje), napajalni vir (alkalne ali polnljive baterije ter stabiliziran vir napetosti za elektronske sklope) (slika 5).

Večina konstruktorjev uporablja klasično izvedbo z dvema motorjema, ki ju lahko krmilijo hitrostno in z razliko hitrosti ali celo z vrtenjem v nasprotni smeri dosežejo ustrezno hitre zavoje. Pri tem je potrebno izvesti tretjo (ravnotežno) točko kot (vrtljivo ali drsno) kolo.

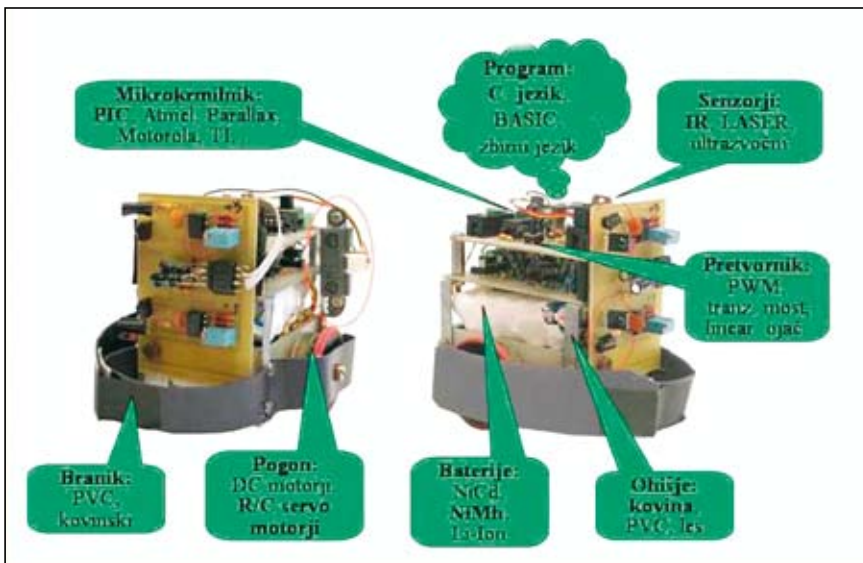
Zgled klasičnega mini mobilnega robota, ki je mehansko najpreprostejši, je prikazan na sliki 6. Tovrstna izvedba zahteva primerno uravnoteženje (izbiri težišča robota) zaradi pospeševanja ali zaviranja. Nekateri se odločajo tudi za izvedbo z dvema osema, eno pogonsko in drugo krmilno z R/C-servomotorjem za zavijanje v levo ali desno. Če je na



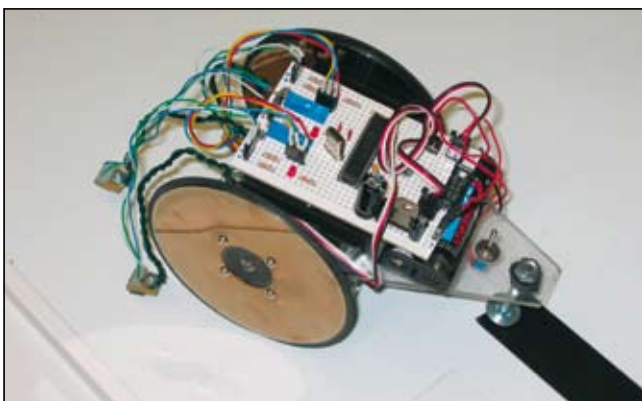
Slika 7. Model robota v programu SolidWorks

vila ekipa študentov zadnje generacije 3. letnika smeri Mehatronika pod vodstvom študenta **Tadeja Tašnerja** (sliki 7 in 8).

Izbrali so koncept mehanizma z enim pogonskim kolesom na zadnji osi in vrtljivim kolesnim parom na sprednji osi, vodenim s krmilnim trapezom. Na sliki 9 je prikazana tudi tiskana plošča z vgrajenim modulom mikrokrmilnika Texas Instruments MSP430F2013. To je v primerjavi s pogosteje uporabljenimi mikrokrmilniki Microchip PIC in ATMEL



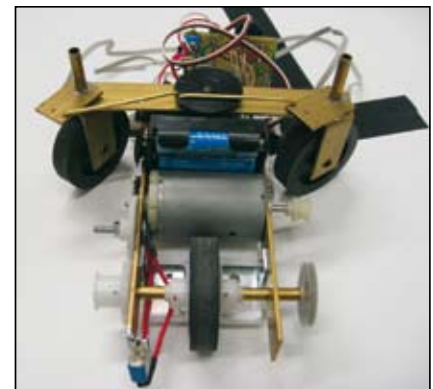
Slika 5. Tipični mini mobilni robot



Slika 6. Najpogostejša izvedba mini mobilnega robota z Microchip PIC mikrokrmilnikom

manevrini osi le eno kolo, potem to služi kot ravnotežno, če pa sta na tej osi dve kolesi, je potrebna tudi izvedba preprostege diferenciala.

Eno od najinventivnejših in hkrati najzahtevnejših izvedb programirljivega mini mobilnega robota je raz-

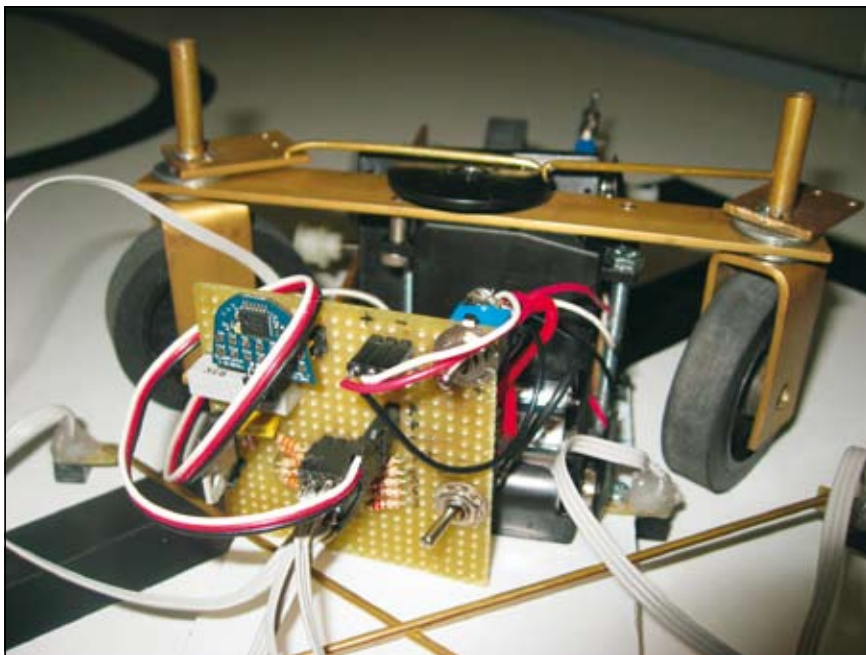


Slika 8. Fotografija robota s krmilnim trapezom

sodobnejši 16-bitni mikrokrmilnik z 20 priključki, od katerih je 8 priključkov na voljo uporabniku na dodatnem konektorju. Na sliki 10 je prikazan popoln komplet »eZ430-F2013«, ki omogoča USB-povezavo z osebnim računalnikom (kjer je naložen programski paket »IAR Workbench«) in urejanje programa v jeziku C (C++), razhroščanje ter nalaganje programa v mikrokrmilnikov pomnilnik FLASH ROM (slika 10).

3 Zaključek

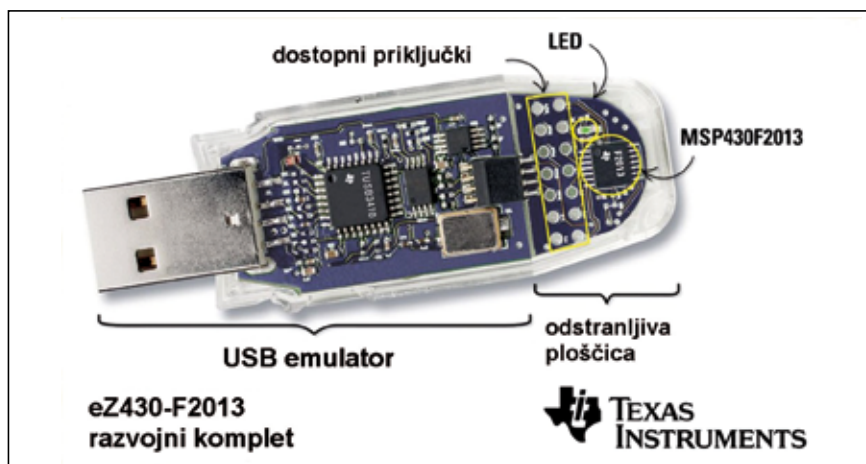
Bistveni cilj zgodnjega projektne dela študentov (pri čemer služi tekmovanje kot motivacija in prestiž) – konstruirati



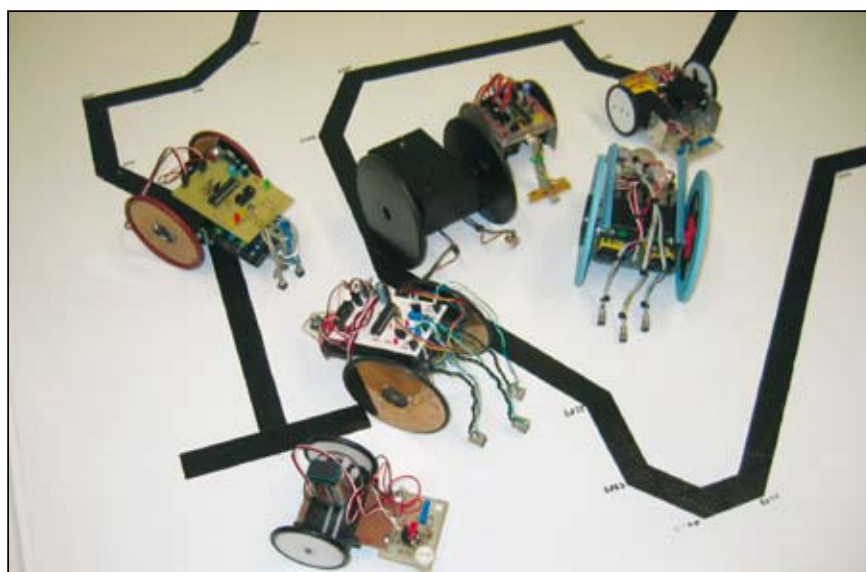
Slika 9. Prikaz izvedbe krmilnega mehanizma in mikrokrmilnika

nje, gradnja in programiranje avtonomnih elektromehanskih izdelkov: robotskih vozičkov – se je tako izkazal kot izvedljiv (slika 11). Pri tem so študentje in dijaki v enomesečnem delu pokazali veliko prizadevnost in obilico znanja s področij, kot so programiranje, elektronika, električni pogoni, senzorji, mehanika in sposobnost integracije vsega v delujočo celoto. To je tudi dobra osnova za razvijanje sposobnosti timskega projektnega dela dveh ali treh študentov, kar jim v nadaljevanju koristi pri zahtevnejših in obsežnejših projektih.

Robotska tekmovanja na državni ravni v konstruiranju mini mobilnih robotov



Slika 10. Mikrokrmilniški razvojni komplet eZ430-F2013



Slika 11. Zbirka izdelanih mini mobilnih robotov generacije 2008

za vožnjo po labirintu **Robot 200x** [5] organiziramo tudi kot občudnijsko dejavnost za študente in dijake srednjih šol iz različnih delov Slovenije. V zadnjih letih nam je uspelo robotsko tekmovanje razširiti tudi na osnovnošolce. Velike napore je bilo potrebno vložiti v izobraževanje mentorjev na osnovnih šolah, v organizacijo regijskih tekmovanj po srednjih šolah in izvedbo zadnjega državnega tekmovanja **ROBObum 2009**, ki smo ga organizirali isti dan (popoldne) kot za starejše vrstnike. Trud se nam je obrestoval z udeležbo okrog 150 učencev z 20 osnovnih šol z vseh koncev Slovenije [6]. Tekmovanja smo izvedli v kategoriji **LEGObum** s komercialnimi sestavljanjkami LEGO Mindstorms in v kategoriji **ROBOSled** s preprostimi elektromehanskimi mobilnimi roboti **SLEDIbot**.

Sklepne misli:

- uporaba preprostih mini mobilnih robotov je upravičena tako pri spodbujanju raziskovalnega dela (mlajših) študentov kot pri pedagoškem delu v srednjih tehniških šolah za program elektrotehnik, mehatronik ter tudi na višjih strokovnih šolah in fakultetah;
- praktično delo na dokaj preprostih in nenevarnih napravah, ki se gibajo v skladu s predprogramirano nalogo, je velika motivacija za študente in dijake;
- podoben pristop dela uvajamo tudi v prenovljene bolonjske študijske programe v okviru vaj, seminarjev in praktikumov;
- medijski interes (na državnih tekmovanjih) vpliva tudi na promo-

cijo tako fakultete kot študijskih programov in smeri;

- v desetih letih se je na državnih robotskih tekmovanjih zvrstilo okrog 100 študentov, 300 dijakov in 400 učencev;
- v šestih letih je v procesu izvajanja t. i. »uvodnega projekta« na interdisciplinarni študijski smeri Mehatronika sodelovalo okrog 80 študentov, ki so zgradili okrog 30 mini mobilnih robotov, od katerih je večina zmogla zadano nalogo – samostojno prevoziti pot do cilja.

Literatura

- [1] T. Bräunl: Research relevance of Mobile robot competitions, IEEE Robotics and Automation Magazine, december 2006.
- [2] J. Pogorelc: Robotska tekmovanja kot del izobraževalnega procesa, ERK 2007.
- [3] Parallax Inc.: Robotics - Student Workbook Version 1.2., USA, 2000.
- [4] Spletna stran uvodnega projekta Mehatronika: http://www.ro.feri.uni-mb.si/predmeti/skup_sem/.
- [5] Spletna stran študentskega in dijaškega državnega tekmovanja RoboT 200x: <http://www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/>.
- [6] Spletna stran državnega tekmovanja za učence osnovnih šol ROBObum 200x: <http://www.robobum.uni-mb.si/>.
- [7] M. Valenti, J. Valenti: Predstavitev mobilnega robota CiciBot, Svet elektronike, št.125., november 2005.
- [8] S. Uran, J. Pogorelc: Državni tekmovanja z mobilnimi roboti ROBObum in RoboT na FERi v Mariboru, Ventil, junij 2008.
- [9] Spletna stran produkta LEGO MINDSTORMS: <http://mindstorms.lego.com/>.

Project based learning at automation, robotics and mechatronics education program

Abstract: Mobile robot competitions have been around for 30 years. Competitions provide a goal together with an objective performance measure, while extensive media coverage allows participants to present their work to a wider forum. In this article, we will take a closer look to project based learning and student mobile robot competition for 3rd year Mechatronics program. We will highlight scope, rules, and robot designs of most successful students. We will consider also mini mobile robots for research and edutainment (education and entertainment).

Keywords: mini mobile robot, competition, project based work, microcontroller

Evolucija je pogled v prihodnost z zaledjem tradicije.



Smo razvojno, inženirsko, projektno ter proizvodno in storitveno podjetje na področju industrijske avtomatizacije, merilne tehnike in obnovljivih virov energije. Nadaljujemo dolgo in uspešno tradicijo Iskra Merilnih naprav v novi, sveži podobi.

ISKRA *ame*.si
Naboj za razvoj

Robotski umerjevalno-kontrolni sistem za števec električne energije

Klemen ŠPEHAR, Uroš TAJNIKAR

Izvleček: V članku so povzeti več mesecev trajajoče vodenje projekta, študije spremljajočih zahtev in standardov, časovnih, ekonomskih in konceptnih analiz, elektromehanskega razvoja in konstruiranja ter navsezadnje izdelave in testiranja robotske linije za umerjanje in kontrolo števec.

Pristop k ideji je v števecni panogi praktično revolucionaren, saj industrija specifičnih merilnih naprav sloni na zastarelih proizvodnih, umerjevalno-kontrolnih postopkih in večinoma ročnih ali polavtomatskih operacijah. Z veliko gotovostjo je moč trditi, da je to sploh prvi robotski sistem v panogi v svetovnem merilu. Avtomatizacija zaradi svojih ekonomskih, obratovalnih in kakovostnih učinkov danes prodira v prav vsak segment množične proizvodnje, zato je izdelava linije, opisane v članku, več kot upravičena. Pri tem mora imeti investitor tudi precej poguma, saj se po eni strani s takšnimi projekti neposredno rušijo socialni dialogi med vodstvom podjetja in zaposlenimi, po drugi strani pa se zahteva od naročnika visoka začetna investicija. Navsezadnje mora biti na koncu vse skupaj podvrženo konkurenčnim ekonomskim parametrom; na splošno je takšna avtomatizacija danes neizogibna za konkurenčno mesto na trgu.

Ključne besede: umerjanje, kontrola, testna oprema za števec električne energije, robotika, industrijska avtomatizacija

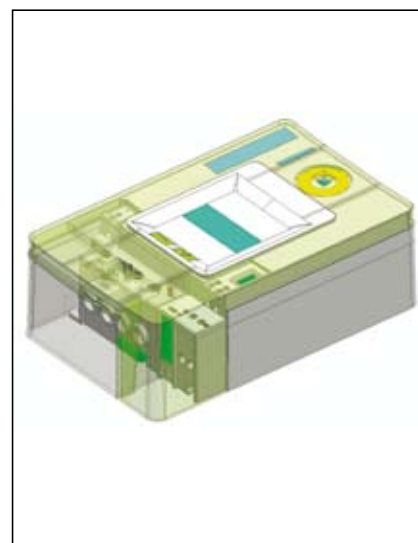
■ 1 Robotskomontažni kontrolni sistem za števec električne energije

Matično podjetje Iskraemeco je v procesu ponudbe na javnem razpisu in kasnejših pogajanj s kupcem uspelo pridobiti posel za dobavo pilotne količine števec, ki naj bi se šele razvili v skladu z novimi specifikacijami kupca. Iskraemeco je v ta projekt nemudoma in pospešeno usmeril večino razvojnih virov na gospodinjstvem segmentu ter vzporedno pričel tudi s tehnološkimi pripravami za proizvodnjo. Kot prvi tehnološki partner Iskraemeca smo že v začetku predlagali, da bi proi-

zvodnjo v čim večji meri avtomatizirali. Omenjeni posel se je izkazal kot idealna priložnost z zadostno količino enotnega tipa izdelka in tako smo pripravili osnovni predlog sistema z robotom, ki se je v kratkem času oblikoval v projektne zahtevnik in specifikacijo.

1.1 Analiza obdelovanca (števeca električne energije)

Za razumevanje koncepta robotsko umerjevalno-kontrolnega sistema, opisanega v nadaljevanju, je v tem delu podan opis obdelovanca. Obravnavani števec je končni izdelek matične družbe Iskraemeco, ki je bil posebej razvit za eno največjih elektrodistribucij v Evropi. Pri razvoju so bili upoštevani številni normativi in specifikacije, ki jim sam izdelek mora zadostiti, ter tudi naročnikov proizvodni, umerjevalni ter kontrolni proces [1]–[24].



Slika 1. Videz števeca

Opis

Obdelovanec je elektronski enofazni večfunkcijski števec s komunikacijo. Ustreza konstrukcijski [2] in funkcijski

Klemen Špehar, inž., Uroš Tajnikar, univ. dipl. inž. ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj

[3] specifikaciji kupca ter ustreznim mednarodnim standardom [14]–[23]. Števec je namenjen gospodinjskim odjemalcem električne energije in je zasnovan za prihodnje deregulirane trge električne energije [11].

Števec vsebuje LAN- (ang. Local Area Network – lokalno omrežje) vmesnik (po principu DLC, ang. Distribution Line Carrier – komunikacije po nizkonapetostnih vodih [4][5]) za integracijo v inteligentne sisteme daljinskega branja. Opremljen je tudi z dodatnim komunikacijskim vmesnikom Telereport [10], ki omogoča integracijo s prejšnjimi sistemi daljinskega branja preko protokola Euridis [20], izhodom Teleinformation [9], ki omogoča priključitev pomožnih sistemov pri odjemalcih (oddaljeni prikaz podakov in krmiljenja bremen), ter vgrajenim stikalom za nadzor in krmiljenje bremen, ki omogoča odklop tokov do 120 A.

1.2 Predstavitev koncepta robotskega umerjevalno-kontrolnega sistema

Osnovna zahteva naročnika je proizvodna kapaciteta – en proizveden števec na minuto. Iz tega izhajajo vse kapacitete posameznih sklopov, saj je točno definirano, koliko časa se porabi za določen sklop operacij na izdelku. Zaradi tega posamezne naprave v celici sočasno obdelujejo različno število izdelkov (od enega do osem). To neposredno vpliva na konstrukcijo naprav ter posledično na njihovo ceno, vendar je tak pristop neizogiben za doseganje zahtevane kapacitete. Naročnik mora dobaviti pilotno količino v roku šestih mesecev od prevzema proizvodnega procesa. Ob predpostavki, da sistem deluje 16 ur dnevno brez prekinitev, v tem času proizvede 960 oziroma mesečno (povprečno 21 delovnih dni) okrog 20.000 števecov, kar zadostuje zahtevi naročnika ob določeni rezervi, ki je potrebna za odpravljanje začetnih napak na liniji ali izdelku.

Z ekonomskega vidika je linija zasnovana kot zaključena celota, ki ne omogoča skalabilnosti in je zato sama po sebi vezana na fiksno

amortizacijsko dobo oziroma fiksen strošek investicije na enoto proizvoda. Kasneje se pričakuje, da bo cena števca ob povečanih količinah drastično padla, zato bo zahtevan čim nižji strošek izdelave, kar pa je možno le z avtomatizacijo.

1.3 IT-podpora

Projekt je voden z več IT- (ang. Information Technology – informacijska tehnologija) orodji:

- organizacijsko: vodenje projekta s časovnim diagramom za načrtovanje in sledenje projektnih nalog v aplikaciji **Microsoft Access**;
- stroškovno in materialno: logistični podatki o vgrajenih artiklih, kosovnice in kalkulacije sestavov, delovni in nabavni nalogi, fakturiranje z **IBM BaaN IV**;
- konstrukcijsko: 3D-modeliranje in izdelava delavniških risb z **UGS Siemens Unigraphics NX 6**;
- programersko: izdelava programske opreme za PLC (ang. Programmable Logic Controller – programirljivi logični krmilnik) z aplikacijo **Step 7**, za Touch Panel krmilnike (krmilnik z zaslonom na dotik) **Simatic WinCC Flexible**, za programiranje aplikacij na PC-jih (ang. Personal Computer – osebni računalnik) **LabView 8.5** in **Delphi**, ter za delo s podatkovnimi bazami **Microsoft SQL**.

■ 2 Robotska linija

V okviru celotnega procesa izdelave števca se na robotski umerjevalni liniji (v nadaljevanju »opremi«) izvaja del procesa, ki vključuje sestavljanje, umerjanje, kontroliranje, označevanje in pakiranje števca. Ta del celotnega procesa je razdeljen na več manjših procesov.

Operacije pred vstopom obdelovanca v robotsko celico:

- »Ločevanje OPTIV (opremljenih tiskanih vezij, tiskanin)« je izvedeno na samostojni koordinatni rezkalni napravi izven robotske celice. Števec je konstruiran na dveh tiskaninah, ki pa sta med opremljanjem z elektronskimi komponentami SMT (ang. Surface

Mount Technology – površinsko nameščanje) ter THT (ang. Through Hole Technology – nameščanje z vstavljanjem v luknje) do končne sestave števca spojeni skupaj na dveh mestih. Naprava ti dve tiskanini loči z rezkanjem, saj bi lomljenje lahko poškodovalo bližnje elektronske komponente.

- »Delno sestavljanje 1 in 2« sta samostojni ročni delovni mesti izven robotske celice, na katerih delavec izvede preproste ročne operacije sestave števca, ki jih zaradi preobremenitve cikla robota ni smotno vključiti v sam avtomatski proces v celici.

Operacije v sami robotski celici (opisi v nadaljevanju):

- kontrola LCD (ang. Liquid Cristal Display – zaslon iz tekočih kristalov) in tipk,
- umerjanje in končna kontrola,
- zapiranje,
- preboj,
- lasersko označevanje,
- kontrola po zapiranju.

Operacije po izstopu obdelovanca iz robotske celice:

- »Delno sestavljanje 3« je izvedeno kot samostojno ročno delovno mesto, kjer delavec obdelovancu doda pokrov priključnih sponk in ga odloži na transportne vozičke.

Poleg zgornjih operacij so izdelani še sledeči podporni manipulativni sklopi:

- »Zalogovnik VHOD« je izveden kot gravitacijska drča in služi za zagotavljanje avtonomnosti delovanja robota z zalogo 40-ih števecov.
- »Zalogovnik IZHOD« je izveden kot gravitacijska drča z dovolj prostora za odlaganje gotovih števecov v enakem času avtonomnosti robota (40 kosov).
- »Zalogovnik PREVZEM« je namenjen izbiri obdelovanca, ki so namenjeni prevzemnim testiranjem s strani kupca (ang. »Acceptance testing« ali »Provisionary testing«) na posebni testni napravi v ločenem merilnem laboratoriju. Vgrajeni algoritem v programu robota naključno in nezaporedno izbere in odloži v ta zalogovnik 40 na

kih 1000 proizvedenih števcov.

- »Zalogovnik SLABI«, kamor robot odlaga števce, ki so v procesu kakorkoli prepoznani kot neustrezni.

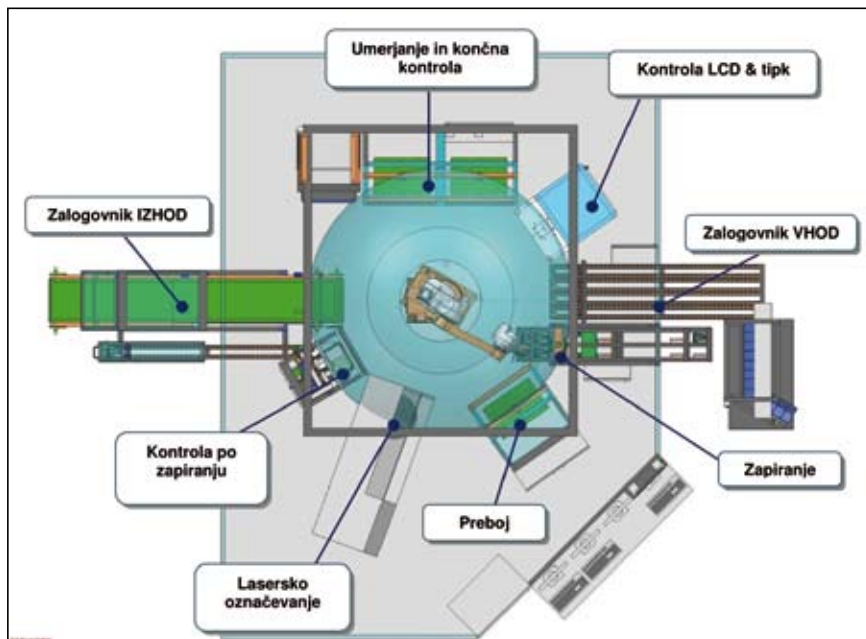
Osnovni del opreme je robotska celica, ki je sestavljena iz več posameznih naprav in robota. Center robotske celice je robot, okoli njegovega delovnega območja pa so razporejene posamezne naprave (slika 2 in slika 3).

Robotska celica je povezana v zaključeno celoto. Posamezne naprave v celici nimajo lastnih varnostnih mehanizmov, zato je za izpolnitev standardov s področja varnostnih zahtev za električno opremo in stroje [25]-[27] ter za zagotavljanje elektromagnetne združljivosti opreme [28][29] izvedena zaščita pred fizičnim približevanjem in posegom z visoko ograjo iz pleksistekla, ki obkroža vse naprave znotraj celice. Za popolno ustavitev delovanja vse opreme ob nepredvidenem posegu poskrbijo vgrajeni varnostni mehanizmi na edinih vstopnih vratih.

Vrstni red postavitve naprav okoli delovnega območja robota ni pogojen s samim vrstnim redom izvajanja posameznih procesov, ampak je prilagojen funkcionalnosti ročnih delovnih mest in tlorisu umestitve opreme v prostor. Postavitev naprav je določena v dogovoru z naročnikom, naknadno spreminjanje pa je povezano z dodatnimi stroški. Sama oprema zaradi streženja naprav z robotom omogoča veliko fleksibilnost že v osnovi ali kasnejšem spreminjanju.

Večji del zgoraj navedenih procesov se izvaja avtomatsko v okviru robotske celice. Ročno izvajanje procesov je dodano pri streženju robotske celice oziroma polnjenju in praznjenju zalogovnikov.

Za celoten obseg nadzora delovanja opreme – sestavljanje števca, pakiranje števca in streženja opreme z deli števca – sta potrebna največ dva delavca. Eden od njiju je strokovno usposobljen, saj v njegove zadolžitve sodi upravljanje in nadzorovanje delovanja opreme.



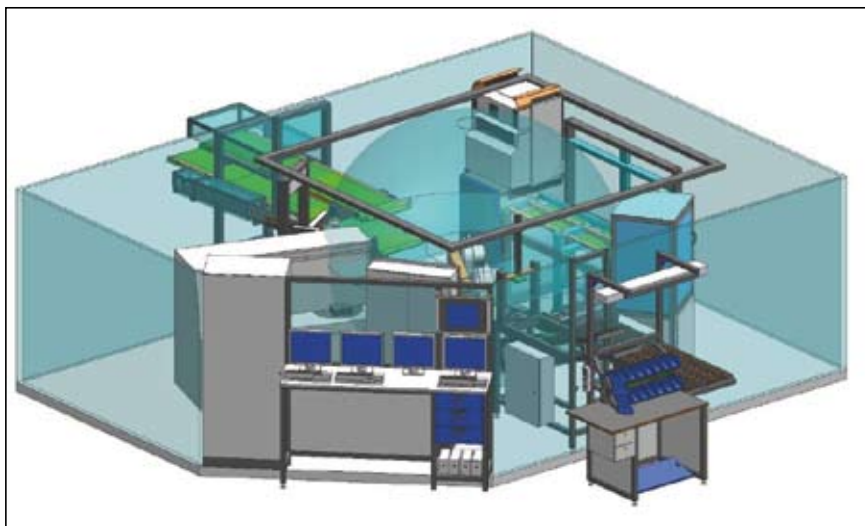
Slika 2. Robotska celica – pogled od zgoraj

Predvideni čas izdelave števca na opremi je 60 sekund/števce. Temu je prilagojena strega naprav znotraj robotske celice z robotom in izvajanje procesov na posameznih napravah, ki so upravljane preko centralnega nadzornega sistema.

Po predpostavki, da je čas izdelave števca približno 1 minuto, je avtonomija delovanja opreme brez prisotnosti delavcev približno 40 minut. Pri čemer mora biti seveda izpolnjen pogoj, da so zalogovniki na vhodu polni in vsi izhodni zalogovniki iz robotske celice prazni.

2.1 Centralno krmilje

Centralno krmilje je namenjeno upravljanju posameznih sklopov linije. Proces je voden in nadzorovan s programabilnimi logičnimi krmilniki serije S7 proizvajalca Siemens. Izbiranje ustreznih programov, prikazovanje alarmov in nastavljanje parametrov se izvaja preko posredovalnega panela Siemens PC MP377. Meritve na posameznih kontrolnih in testnih mestih so vodene preko štirih osebnih računalnikov. Med centralnim krmiljem in krmiljem posameznih sklopov linije je upravljanje vhodno/izhodnih modulov oziroma aktuatorjev izvršeno preko komunika-



Slika 3. Robotska celica – 3D-pogled

cije Profibus. Komuniciranje med PC-ji in posamezno dodatno opremo (čitalci črtne in dvodimenzionalne kode) je izvedeno preko komunikacije RS232 oziroma LAN.

V sklopu električnega krmilja je izdelana električna omara z vsemi potrebnimi elementi za nadzor varnosti, priklop elektromotornega pogona, elektromagnetnih ventilov in senzorjev.

2.2 Robot

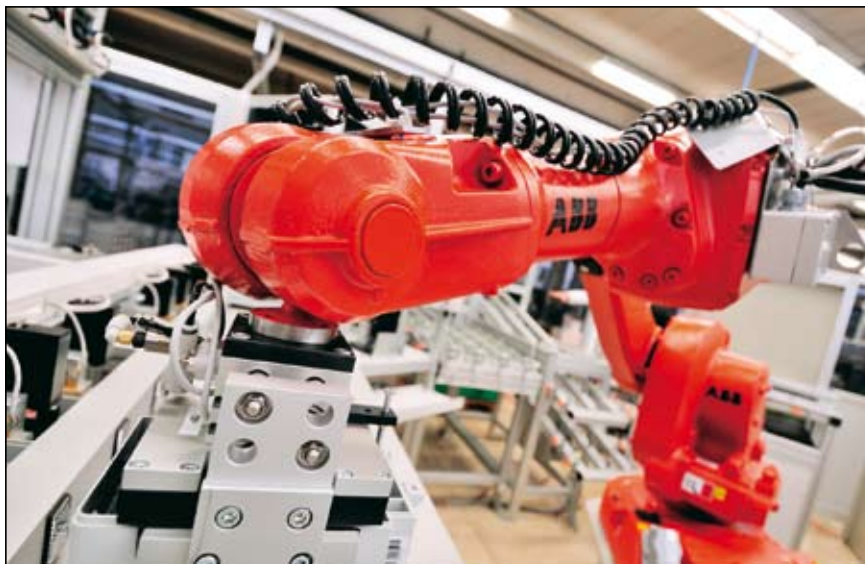
Funkcija robota v okviru robotske celice je strega posameznih naprav linije s sklopom »števec«. Za izvajanje tega procesa smo se odločili za robota IRB1600 proizvajalca ABB (slika 4). Robot je predviden za talno montažo. Vsebuje tudi predpripravo za prijema: pnevmatični in signalni vod do vrha robota. Odločitev za robot ABB izhaja iz predpostavk, da smo s takimi roboti že delali v preteklosti in da je njihovo delovanje v naših aplikacijah izjemno zanesljivo, ter dejstvo, da ima ABB zagotovljeno močno tehnično podporo, vzdrževanje in servis v Sloveniji.

2.3 Kontrola LCD & TIPK

Preverjanje LCD-prikaza in funkcije tipk števcu se izvaja na samostojni napravi v sklopu robotske celice z optičnim sistemom kontrole na principu inteligentnega vida ter procesiranja slik v sami napravi. Izmenjava logičnih podatkov (rezultatov testiranja) med centralnim krmiljem in optičnim sistemom poteka preko komunikacije RS232. Preprečen je neposreden vdor zunanje svetlobe v kontrolno območje naprave.

2.4 Umerjanje in končna kontrola

Pri konstruiranju umerjevalno-kontrolne naprave smo v osnovi upoštevali, da je števec električne energije merilni inštrument, ki mora zadostovati več standardom, predpisom, direktivam in nenazadnje specifikacijam kupcev. Osnovni standardi [14] [15] [17] seveda določajo točnost merilnega inštrumenta. Števec se praviloma umerja in kontrolira v nadzorovanih okoliščinah, ki so tudi predpisane s standardom [16]. Ker gre za



Slika 4. Robot ABB IRB1600

večfunkcijske števec, jim je potrebno glede na standarde kontrolirati tudi ostale sklope: komunikacije [4] [5] [9] [10], pravilno delovanje odklopnika in releja, detekcija odpiranja pokrova in detekcija premostitve (ang. Bypass – način kraje električne energije s premostitvijo toka zunaj števcu).

Števec se umerja programsko, po principu samoumerjanja. Postopek umerjanja poteka takole: močnostni vir (tip EPS 5-1, ISKRA AMESI) poskrbi, da so na števcu zagotovljeni potrebni referenčni pogoji (napetost, tok, frekvenca in fazni kot). Števec se zaradi svoje linearne krivulje pogreška preko celotnega tokovnega območja (od 15 mA do 90 A) umerja le v eni točki – pri nazivnem toku 15 A. Ko se zagotovijo referenčni pogoji, se preko komunikacije sproži postopek samoumerjanja v merilnem vezju števcu.

Števec se kontrolira na drugačen način – s primerjalno metodo. V tem primeru moramo impulze števcu (ki jih zaznamo – štejeemo preko fotoglavice, tip FG-L, ISKRA AMESI) primerjati z impulzi etalonskega števcu (tip TEMP100-M, Iskraemeco). Kontrola je uspešna, če so pogreški v vseh merilnih točkah v predhodno nastavljenih, na 80 % zoženih internih varnostnih tolerančnih mejah glede na ustrezne standarde [14] [15] [17].

2.5 Zapiranje

Sklop števcu, ki je na napravah »Kon-

trola LCD in tipk« in »Umerjanje in kontrola« prepoznan kot ustrezen, se na napravi »Zapiranje« v robotski celici pokrije s sestavnim delom »Pokrov števcu«. Proces zapiranja števcu se izvaja popolnoma avtomatsko, razen polnjenja zalogovnika s pokrovi. Strego naprave in nameščanje pokrova na števec izvaja robot. V napravi je eno ležišče, v katerem se izvaja montaža pokrova.

2.6 Preboj

Visokonapetostni test (test izolacije; $U = 4000$ V) števcu se izvaja v sklopu robotske celice na samostojni napravi z delilno mizo, na kateri je osem števcu. Delilna miza se obrača 180° v levo in desno stran s pnevmatičnim rotacijskim pogonom. Informacija o ustreznosti kontroliranih števcu se posreduje centralnemu nadzornemu sistemu.

2.7 Označevanje

Z laserskim sistemom za vpisovanje čelnih plošč je vzpostavljena komunikacija povezave TCP/IP.

2.8 Kontrola po zapiranju

Po zaprtju števcu s pokrovom se v okviru robotske celice izvede še dodatno preverjanje števcu na samostojni napravi. To testiranje je potrebno predvsem zaradi preskusa pravilnosti delovanja detekcije odpiranja števcu. Sistem premeščanja števcu med mestom strege in kontrole je izveden z delilno mizo, na kateri so štirje števcu

Delilna miza se obrača 180° v levo in desno stran s pomočjo pnevmatičnega rotacijskega pogona.

■ 3 Zaključek

Nam kot izdelovalcu tovrstne opreme projekt tehnično ni predstavljal velikega izziva, saj smo robotske rešitve v precej večjem obsegu uporabljali že prej. Je pa dokaz, da je moč avtomatizirati tudi tradicionalno ročno usmerjene panoge, kot je proizvodnja merilnih instrumentov. V veliko pomoč pri izvedbi tega projekta nam je bil vsakakor tudi nabor standardnih izdelkov iz lastnega programa, za katere lahko rečemo, da so izjemno robustni in zanesljivi v industrijskem okolju. Prav zato je ob njihovi vključitvi v naprave odpadlo veliko pomislekov in predvsem dodatnega dela, npr. iskanja specifičnih rešitev in razvoja.

Viri

- [1] GLOSSAIRE AMM (AUTOMATED METER MANAGEMENT), Version 2.7 of 17/10/2007.
- [2] Spécification technique des compteurs communicants, AMM/SPF.0002, version 7 of 09/03/2009.
- [3] Spécifications fonctionnelles des compteurs communicants, AMM/SPF.0001, version 7 of 09/03/2009.
- [4] Profil CPL pour le Pilote AMM, AMM/SPF.0004, version 4 of 09/03/2009.
- [5] Spécifications fonctionnelles du profil CPL complet, AMM/SPF.0005, version 4 of 09/03/2009.
- [6] Compteurs communicants: modèle de données, AMM/SPF.0112, version 6 of 09/03/2009.
- [7] HN 33-S-82, Embouts de branchement de tension assignée 0,6 kV pour câbles isolés.
- [8] HN 44-S-80, Spécification générale pour la fourniture des matériels de comptage
- [9] HN 44-S-81, Sortie de Téléinformation Client des appareils de comptage électroniques utilisés par ...), February 2006.
- [10] SPTPM – H-R20-1995-00948-FR, Spécifications du protocole de communication de Telere-



Slika 5. Celica – končna postavitev

- port. Prescriptions Matérielles.
- [11] DIRECTIVE 2004/22/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 31/03/2004 on measuring instruments.
- [12] JOURNAL OFFICIEL, Arrêté du 28 avril 2006 fixant les modalités d'application du décret no 2006-447 du 12 avril 2006 relatif à la mise sur le marché et à la mise en service de certains instruments de mesure (NOR: INDI0607373A).
- [13] WELMEC 7.2, Issue 3. Software Guide (Measuring Instruments Directive 2004/22/EC).
- [14] CEI/IEC 62053-23:2003, Equipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 23: Compteurs statiques d'énergie réactive (classes 2 et 3).
- [15] CEI/IEC 62053-21:2003, Equipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 21: Compteurs statiques d'énergie active (classes 1 et 2).
- [16] EN 50470-1, Equipement de comptage d'électricité (c.a.) Partie 1: Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Equipement de comptage (classes de précision A, B et C), February 2007.
- [17] EN 50470-3, Equipement de comptage d'électricité (c.a.) Partie 3: Prescriptions particulières
- Compteurs statiques d'énergie active (classes de précision A, B et C), February 2007.
- [18] EN 62054-21, Equipement de comptage d'électricité (c.a.) – Tarification et contrôle de charge – Partie 21: Prescriptions particulières pour les horloges de tarification – April 2006.
- [19] IEC 62056-53, Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 53- COSEM Application layer.
- [20] EN 62056-31, Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 31- Use of local area networks n twisted pair with carrier signalling – June 2000.
- [21] EN 50065-1 Transmissions de signaux sur les réseaux électriques basse-tension dans la bande de fréquence de 3 kHz à 148,5 kHz – Partie 1: Règles générales, bandes de fréquences et perturbations électromagnétiques – May 2002.
- [22] IEC 61334-5-1 Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs – Partie 5-1: Profils de s couches basses – Profil S-FSK (modulation par saut de fréquences étalées) – May 2001.
- [23] IEC 62053-61 Equipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières

- Partie 61: Puissance absorbée et prescriptions de tension – February 1998.
- [24] ISO/IEC 17025:2005 -- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- [25] SIST EN 61010-1 – Varnostne zahteve za električno opremo za meritve, nadzorovanje in laboratorijsko uporabo – 1. del: Splošne zahteve.
- [26] SIST EN 60204-1 – Varnost strojev – Električna oprema strojev – 1. del: Splošne zahteve.
- [27] SIST EN 60446 – Osnovna in varnostna načela za vmesnik človek-stroj, označevanje in identifikacijo; Identifikacija vodnikov z barvami ali številkami.
- [28] SIST EN 50081 – Elektromagnetna združljivost – Splošni standard oddajanja motenj.
- [29] SIST EN 50082 – Elektromagnetna združljivost – Splošni standard odpornosti proti motnjam.

Robotic System for Electric Energy Meters Calibration and Control

Abstract: The present article summarizes several months of project management, studies of supporting requirements and standards, timelines, economic and conceptual analyses, electro-mechanical development and design and, finally, also construction and testing of robotic line for meter calibration and control.

This is a revolutionary approach in the field of metering since the industry in the segment of specific measuring devices is based on outdated production as well as calibration and control procedures, and mainly on manual or semi-automatic operations. It could be stated with high certainty that this is the first robotic system in this industry worldwide. Owing to its economic, operational and qualitative effects, automation is penetrating into each and every segment of massive production. Building the line described in this article is therefore definitely justified. From the perspective of an investor, it is also necessary to be quite brave to make such a decision, since, on the one hand, such projects directly threaten the social dialogue between management and company employees and, on the other hand, they also require a high initial consignee's investment. At the end, everything must be liable to parameters of economic competitiveness and, in general, such automation is inevitable in order to have a competitive position on the market.

Key words: calibration, control, meter testing equipment, robotics, industrial automation

Predstavitev podjetja ISKRA AMESI, d. o. o.

Dejavnost

Družbe ISKRA AMESI je pričela delovati pred več desetletji v okviru takratnega podjetja Iskra Kibernetika in kasneje Iskra Števeci. Družba z omejeno odgovornostjo posluje samostojno od leta 1994 z dvema osnovnima programoma: industrijska avtomatizacija in merilno-testna oprema za proizvodnjo, laboratorije in državne metrološke inštitute. V prihodnosti želi družba razširiti program na energetske storitve, kot so: proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov, merjenje, analize in svetovanje v energetiki ter projektiranje in vzdrževanje energetskih naprav.

Poslanstvo

Smo razvojno, inženirsko, projektno ter proizvodno in storitveno podjetje na področju industrijske avtomatizacije, merilne tehnike in obnovljivih virov energije. Naša dejavnost obsega programski, strojni, energetski in sistemski inženiring od idejne zasnove do izvedbe avtomatiziranih, krmiljenih in reguliranih sistemov v industriji.

V podjetju z jasno načrtano poslovno strategijo je med 45 zaposlenimi velik del takih z visoko izobrazbo s področja elektrotehnike in strojništva, sodelujemo pa tudi z nekaj izbranimi zunanjimi strokovnimi sodelavci. Deset vrhunskih in dinamičnih inženirjev skrbi izključno za nenehen razvoj proizvodov in pri tem so jim s svojimi izkušnjami in znanjem v veliko pomoč ostali sodelavci. Verjamemo, da z dobro ekipo in odličnimi rešitvami posebljamo svoje geslo: »Naboj za razvoj.«

Vizija

Podjetje ISKRA AMESI bo ostalo primarni dobavitelj tehnološke opreme matičnega podjetja Iskraemeco in bo prva izbira naročnikov kot dobavitelj vrhunske opreme proizvodne avtomatizacije v regiji. Z bogatimi izkušnjami na področju merjenja in upravljanja energije ter preciznega generiranja moči bo tudi ponudnik storitev in rešitev na področju obnovljivih virov ter merjenja energije.

Kriza – čas razvoja

Razvojna strategija Slovenije

Srečko KLEMENC

Pred letom se je še veliko govorilo o strateškem razvoju Slovenije. Danes so aktualne povsem drugačne teme. Takrat se je govorilo, da se želimo ravnati po Skandinavcih in vlagati v razvoj. Mnogi so mislili, da bo kriza le rahla, kratkotrajna osvežujoča prha in vlada se je namenila rešiti velika podjetja, ki še plavajo. Tista, ki so polna vode, pa se lahko potopijo. Sredstev za reševanje vseh je premalo. Sedaj krpamo potaplajoče se velikanke; vzdrževati pa bo treba tudi brodolomce in vlagati v razvoj. Krizi pa še ni videti konca.

V industrijsko razvitih državah se v času krize podjetja pripravljajo na naslednje obdobje gospodarske rasti. V tem času ni pritiskov trga in podjetja se lahko posvetijo izboljšanju svojih izdelkov, inovacijam v proizvodnji in razvoju. Ko se krivulja konjunktura prične ponovno vzpenjati, ta podjetja že lahko ponudijo izpopolnjene in s pomočjo povečane avtomatizacije tudi cenejše izdelke.

Obdobje recesije naj bo obdobje razvoja

Razvoj v času recesije blažilno vpliva na krizo. Sredstva za razvoj si skrbna podjetja in države naberejo v debelih letih konjunktura. Tega pa večina pri nas ne premore. Tam, kjer ni kreditne

sposobnosti in podjetniške drznosti – korajže za razvojne poteze, bodo ob ponovnem porastu gospodarstva štartali z zastarelo tehnologijo. Njihovi izdelki ne bodo dovolj atraktivni in temu primerne bodo tudi cene. Sredstev za razvoj bo še manj in posledic si v naslednji recesiji ni težko predstavljati. Za Slovenijo je v blagajni EU rezerviranega veliko denarja. Moramo le utemeljiti, kako in za kaj ga bomo uporabili. Zato pa je seveda potreben načrt za strateški razvoj.

Pred dobrim letom smo se želeli zgledovati po Skandinavcih in postati druga Švica. Zakaj pa se ne bi zgledovali kar po Švici? Smo alpsko ljudstvo, individualisti in imamo podobno mentaliteto. Eni in drugi smo zelo ponosni na lepote svoje domovine, radi kaj »potuhtamo« ali izumimo. Res pa je, da smo Slovenci zavistni in na svoje izumitelje malo manj ponosni. Naša zavistnost nas močno ovira pri poslovnem partnerstvu, saj resno jemljemo pregovor, da v »španoviji še pes crkne«. S takšnimi nazori je težko vzpostaviti skupinsko delo in razvoj. Menim, da bi hitreje uspeli, če bi imeli gospodarstvo velikega števila pretežno manjših podjetij, kot so gospodarstva Švice, Avstrije ali Baden-Württemberg v Nemčiji. Prav zadnje je sredi velikega nemškega gospodarstva že desetletja najuspešnejše in je bilo vedno vlečni konj nemškega gospodarskega čudeža.

Zgodovina je Švabe (danes Würtembergerje) v predalpskih hribih in Švicarje v Alpah oblikovala podobno kot Slovence na vzhodnem delu Alp. Pri nas, tako kot v Švici, južni

Nemčiji ali Avstriji, bistri in podjetni ljudje kmalu zapustijo velikega delodajalca in svoje zamisli uresničujejo na lastno odgovornost. V teh deželah zna majhno podjetje prevzeti velike naloge in jih reševati skupaj s podobnimi podjetji. Ko je ena naloga opravljena, gre do naslednjega izziva vsak svojo pot.

Zmotno je mnenje, da temelji visoka življenjska raven v Švici na bančništvu. Kot mi je ob priložnosti zatrdil sam predsednik švicarske gospodarske zbornice, sta temelj njihovega gospodarstva strojništvo in elektrotehnika. Prav tako v Baden-Württembergu, kjer je težko najti vas, ki nima vsaj nekaj majhnih podjetij strojne ali elektroindustrije. Majhna privatna podjetja lahko sama, z malo zunanje pomoči, hitro in zelo uspešno povečujejo svojo sposobnost in proizvodnjo. Krize rešujejo sama in pri pomanjkanju naročil ne kličejo takoj na pomoč državo.

Skandinavci imajo drugačno mentaliteto. Prebivalci dežel z dolgimi zimami in tisočletno pripadnostjo in zvestobo svoji monarhiji imajo verjetno več občutka za skupnost in služenje velikemu delodajalcu, kot je to običaj v goratih deželah brez lastnih monarhij, kjer je vsak na svojem griču svoje usode kovač.

Posnemati skandinavske države ni lahka naloga. Norveška, bogata z nafto, lahko pokriva velike državne investicije, tudi zmotne, brez davkoplačevalskega denarja – kot vse z naravnimi bogastvi blagoslovljene dežele. Švedska, bogata s kvalitetno železovo rudo, je ob koncu 19. stoletja stavila na jeklarsko industrijo. Fin

Srečko Klemenc, INOTEH, d. o. o.,
Bistrica ob Dravi

ska – s svojimi ogromnimi gozdovi in vodnimi potmi – pa je razvila lesno in papirno industrijo. Državna podjetja na Švedskem so posledica razvijanja železarstva, ki ga je podpirala monarhija, na Finskem pa večdesetletni pritisk in nadzor Sovjetske zveze. Vse tri imajo trdne temelje, na katerih so ob koncu preteklega stoletja gradile stabilno socialo, medtem ko smo mi komaj razvijali industrijo brez tradicije in brez naravnega bogastva. To industrijo, ki smo jo zgradili z lastnim razumom, brez uvoza komponent in pameti, pa smo po osamosvojitvi večji del zaigrali, po skoraj dvajsetih letih pa nam zmanjkuje tudi izkušnih praktikov.

Slovenci nimamo prebivalstva, ki bi se več generacij preživljalo z delom v istem velikem industrijskem obratu, začeni pri rudnikih in železarstvu, kot na primer v nemškem Porurju ali na Švedskem, kjer sta ruda in jeklo dvignila deželno iz revščine. Imamo le potomce tistih, ki so v drugi polovici preteklega stoletja prišli s podeželja v velika, na hitro ustvarjena podjetja. Na priučeno delo niso bili preveč ponosni, znanje ni bilo njihovo, končni izdelek jim je bil bolj ali manj tuj, doma pa jih je čakala njiva, ki jim je lajšala preživetje. To je verjetno prekratka doba, da bi se razvila industrijska družba in z njo občutek pripadnosti neki stroki. Če se delavci danes borijo za svoje podjetje, je to običajno obup, ker ni druge zaposlitve.

Za nas, z mentaliteto Martina Krpana, je bolj primerno, če pogledamo čez hrib. Mislim, da nam je njihov način dela in gospodarjenja bolj znan kot skandinavski. Tudi pri nas skoraj vsak deseti nekaj počne po lastni pameti in volji. Če ne v lastnem podjetju, pa na črno. Če bi zmogli zbrati ta potencial in ga usmeriti v vsestransko zadovoljivo obliko gospodarstva, bi hitro napredovali s sorazmerno nizkim vložkom. Za to pa je potrebna tudi politična volja.

Kaj pomeni vlaganje v inovacije in razvoj, trenutno še ni čisto jasno. Če so s tem mišljeni izumi in patenti, bo na te potrebno še nekaj časa čakati. Kot je nekoč dejal Carl Bosch (1874–1940): »Kakor umetnik ni gospodar svojih domislic in zamisli, tako tudi tehnik

ni. Napačno je mnenje, da je vse izračunano in razumno ugotovljeno. Kot umetnika tako tudi tehnike v določenem trenutku prevzame duh ustvarjalnosti.«¹⁾

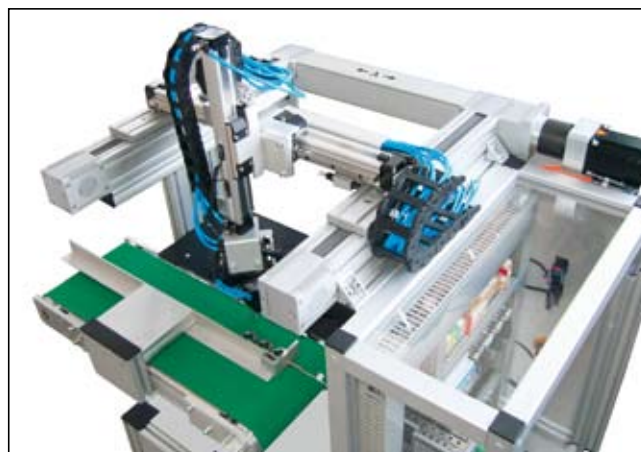
Do takrat, ko bo spočeta zamisel tudi izvedljiva ali zamišljeni izdelek tudi naprodaj, bo po slovenskih rekah preteklo še veliko vode. Če že jutri začnemo izdelovati inovativne izdelke inženirske umetnosti, bodo ti cenjeni, le če bodo tudi kakovostno izdelani.

Kakovostnemu izdelku se tudi v recesiji in krizi priznava zahtevana cena, kljub množični ponudbi cenejših izdelkov iz Azije.

Z razvojem bi morali začeti spodaj, na vsakem delovnem mestu, pri upravljavcu delovnega stroja. Inovacija naj bo, vsaj pri nas, že vsaka izboljšava kakovosti. Dodatno šolanje obstoječega osebja pa naj zagotavlja povečanje teoretičnega in praktičnega poklicnega znanja.

V popoldanskih in večernih urah so šolski prostori in učni centri prazni. Tam so na voljo tudi potrebni laboratoriji in stroji. Mnogo podjetij z dobro opremo dela le v dopoldanskih urah. Popoldanski čas se lahko izrabi za dopolnjevanje znanja in/ali poklicne prekvalifikacije obstoječe delovne populacije.

Učitelji in delavci bi tako dobili možnost dodatnega zaslužka in tako prispevali k večji kupni moči, podjetja pa bi bolje izkoristila svoj strojni park, ki je bil ob nakupu itak predviden za večzemensko delo. Z majhnim vložkom bi v kratkem času tako lahko dosegli vidne uspehe. Teh seveda ne bo, če bomo še najprej ustanavljali komisije in nove institucije, povezane z birokracijo. Ukrepati je treba takoj. Čim dlje bo trajala kriza, tem močnejša bo ob nastopu gospodarske rasti konkurenca.



V INOTEHU na novo razviti štirirosni manipulator z mehničnim prijemalom

V podjetju INOTEH je izdelana študija za izbiro različnih sistemov, osi, vodil in pogonov, ki se uporabljajo pri projektiranju avtomatizirane proizvodnje. Na sliki je štirirosni manipulator z mehničnim prijemalom, ki ga je podjetje INOTEH, d. o. o., razvilo v letu recesije. Za vsako manipulativno os sta izbrana najprimernejše vodilo in najprimernejši pogon. ■

¹⁾ Originalno besedilo Carla Boscha: »So wenig der Künstler letzten endes Herr seiner Gedanken und Einfälle ist, so wenig ist es der Techniker. Es ist falsch anzunehmen alles sei errechnet, alles sei erklügelt. Es kommt über Ihn im geeigneten Moment wie über den Künstler in seiner Schaffenslaune.«

manipulacija
in transport,
komponente,
razvoj in
izvedba

INOTEH
A BIBUS GROUP COMPANY

INOTEH d.o.o. K železnici 7
2345 Bistrica ob Dravi
www.inoteh.si

Varčevanje z energijo v vakuumski tehniki – vakuumška šoba OVEM preprečuje zastoje strojev

Vakuumska šoba OVEM predstavlja energijsko učinkovito rešitev za varčevanje z zrakom. Poseben vakuumski senzor pa omogoča preventivno vzdrževanje vakuumskega sistema in s tem pomembno zmanjša tveganje zastojev stroja.

Zahvaljujoč prikazovalniku LCD z dodatnimi barografi je mogoč neprekinjen nadzor stanja celotnega vakuumskega sistema. Vakuumska šoba sama zazna počasno ali trenutno povečanje puščanja ali poslabšanje časa evakuiranja vakuuma. Vakuumska šoba OVEM tako omogoča, da uporabniki lahko pravočasno preprečijo zastoje strojev.

Preventivno vzdrževanje

Vakuumska šoba OVEM zagotavlja zanesljivost s stalnim merjenjem referenčne vrednosti vakuuma, ki jo vnaprej določi uporabnik. Ta s po-



stopkom krčenja določi mejne vrednosti evakuiranja vakuuma, tako da čas delovnih ciklov naprave ni presežen. Kot nadrejena značilnost velja čas delovnega cikla, ki določa hitrost procesa strege in s tem produktivnost naprave.

Varčevanje s časom

Vakuumska šoba in impulz izmetavanja krmilita dva integrirana magnetna ventila. Kratke poti aktiviranja in s tem povezani kratki časi preklopa omogočajo hitro in zanesljivo odlaganje obdelovancev. Z dušilnim ventilom je impulz izmetavanja celo nastavljev. Vsi elementi za nastavljanje in prikazovanje so nameščeni na prednji strani sestavine. Tudi prijaznost vzdrževanja vakuumske šobe je nadvse ugodna: integrirani filter brez težav zagotavlja čistost delovnega zraka. Okence na prednji strani omogoča vizualni nadzor delovanja. Vakuumska šoba deluje tako rekoč brez vzdrževanja, pri tem pa zagotavlja pravočasno vzdrževanje naprave.

Vir: FESTO, d. o. o., Blatnica 8, 1236 Trzin, tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25, e-mail: info_si@festo.com, <http://www.festo.com>, g. Bogdan Opaškar

 <p>www.controltechniques.com</p>  <p>Frekvenčni regulator Commander SK</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	 <p>Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.</p> <p>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</p> <p>Izvajamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - konstrukcije in izvedbe specialnih strojev - predelava strojev - regulacija vrtenja motorjev - krmiljenje strojev <p>Dobavljamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - servo pogone - frekvenčne in vektorske regulatorje - merilne sisteme s prikazovalniki - pozicijske krmilnike - planetne reduktorje 	  <p>Prikazovalnik pozicije Z-58</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
--	---	--

Točno preverjanje procesne kakovosti ročičnih gredi

Podjetje *Ford Otosan* v turškem mestu Eskisehir zaupa preciznemu merilniku razdalje *OD Max* za točno preverjanje ročičnih gredi med njihovo obdelavo. Za tako odločitev sta zelo pomembni prisotnost in tehnična podpora podjetja *SICK* na dani lokaciji.

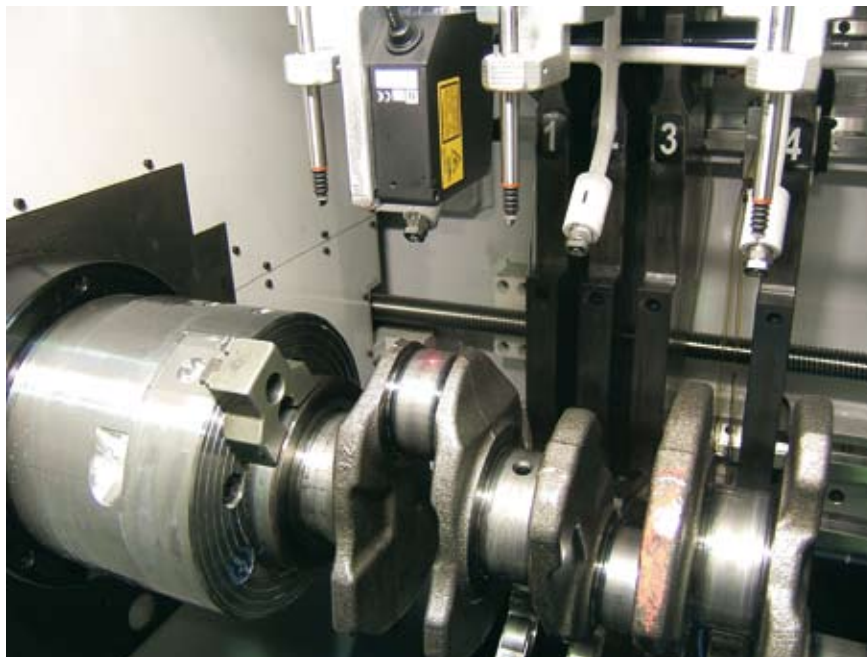
Ford Otosan letno izdelava 40.000 motorjev in seveda za to potrebno enako število ročičnih gredi. Pri tem je na preskuševališču takšnih gredi nadvse pomembna visoka preciznost njihovega pozicioniranja: z ene strani za točno pozicioniranje pred naslednjim korakom obdelave in na drugi strani za ustrezno preverjanje izmer in kakovosti njihove površine. Senzor razdalje *OD Max* lahko uspešno opravlja obe nalogi.

Zaznavanje najvišje točke in orientacija

Ročična gred se na preskuševališču vrti s približno 80 vrtljaji na minuto. V prvem koraku merjenja se najprej ugotavlja najkrajša razdalja med površino tečaja ročične gredi in radialno postavljenim senzorjem. Vrednost se pomni v enoti za vrednotenje. Ko se v drugem koraku merjenja pri vrtenju ponovno doseže ta vrednost, se ta z ustreznim signalom prenese v krmilnik preskuševališča. Na tak način je mogoče ugotoviti vrednost in nastaviti najvišjo točko s točnostjo $\pm 0,01$ mm. Na temelju te pozicije in s pomočjo podatkov o razdalji jo je mogoče utrditi za naslednji korak obdelave ter v primeru neustrezne kakovosti površine predvideti njeno dodatno obdelavo.

Senzor razdalje *OD Max* zagotavlja posebne prednosti

Naprava združuje inovativno lasersko in CMOS-tehnologijo, ki tvori merilni sistem z ekstremno visoko ločljivostjo za vsako vrsto površine. Edina zahte-



Senzor razdalje *OD Max*

va pri uporabi je, da je objekt v celoti znotraj meja območja merjenja. Omogoča merjenje površin ter spremljanje prisotnosti in pozicioniranje objektov s točnostjo nekaj mikrometrov. Uporablja se lahko za merjenje profilov, premerov in debeline, krmiljenje procesov in drugih funkcij pri nadzoru kakovosti.

Senzor *OD Max* z ugodnim razmerjem cena/zmogljivost odlikujejo številne prednosti. Točnost $\pm 0,01$ mm zagotavlja najzahtevnejšo uporabo tudi pri zelo svetlečih površinah, kot so polirani aluminij, svetleči šivni zvari in podobni kritični primeri. Senzor se primarno uporablja za reševanje najrazličnejših nalog na področjih, kot so avtomobilska in elektronska industrija, kjer je povpraševanje po najvišji kakovosti vsakodnevni izziv. Visoko stopnjo prilagodljivosti upravljanja in enostavno vgradnjo omogoča zasnova s senzorsko glavo in zunanjo razširitveno enoto z LCD-zaslonom. Priklon več senzorjev in skupno usklajeno delovanje omogočata enostavno reševanje specifičnih aplikacij, kot je npr. merjenje debeline. Z več analognimi izhodi, več preklopnimi izhodi in vmesnikom za komunikacijo RS232

ponuja vse najpomembnejše načine za vrednotenje izhodnih vrednosti.

Poleg točnosti je odločilna razpoložljivost senzorjev *OD max*

Senzorji razdalje *SICK* nadomeščajo pred tem uporabljeni mehanski sistem. Poleg visoke točnosti brezkontaktnega merjenja je bila odločitev za senzor *OD Max* enostavna zaradi prvovrstne tehnične podpore podjetja *SICK* na sami lokaciji.

Vir: *SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 47 69 990, fax.: 01 47 69 946, e-mail: office@sick.si, http://www.sick.si*

SICK
Sensor Intelligence.

IRT 3000
inovacijerazvojtehnologije
www.irt3000.si

Novost v ponudbi Stäublijevih robotov: inovativen šestosni lakirni robot TXPaint250

Z robotom **TXPaint250 Stäubli** ponuja nov inovativen proizvod na področju uporabe robotike v procesih lakiranja. Odlikujejo ga odlična kontrola procesa, hitra menjava barv in minimalna poraba energije.

Robot TXPaint250 je uporaben v različnih procesih lakiranja tako v avtomobilski kot v vseh ostalih industrijskih panogah. Zahvaljujoč programskemu orodju PaintiXen je robot izredno enostavno programirati. Tako uveljavljeni programerji kot začetniki bodo zelo hitro osvojili njegovo oskrbovanje in programiranje.

Ne glede na to, ali želimo lakirati keramiko, kovino, plastiko ali lesene izdelke, uporabljati robot v težki industriji ali v elektroniki, je TXPaint250,

zahvaljujoč njegovi veliki učinkovitosti in enostavni uporabi, prava izbira.

Robot se lahko uporablja za vse vrste tehnologij in operacij lakiranja v sodobnih proizvodnih procesih: nanos temeljnih barv, lakiranje z vodnimi barvami, prašno lakiranje, elektrostatični nanos barve itd. Optimalno izvajanje procesa lakiranja, hitre menja-



STÄUBLI

ROBOTICS

MAN AND MACHINE
www.staubli.com

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

ve barve, enostavno čiščenje in zelo nizka poraba energije so prednosti, ki govorijo v prid robota TXPaint250.

Robot TXPaint250 dokazuje svojo učinkovitost z naslednjimi tehničnimi parametri: doseg 2550 mm, pomika se s hitrostjo 1500 mm/sek., maksimalna nosilnost je 10 kg. Vgrajeno Stäublijevo zobniško predležje mu v povezavi z visoko zmogljivim krmilnikom CS8C omogoča izredno preciznost in visoko dinamiko delovanja. Robot ima votlo »zapestje« (peta in šesta os), kar omogoča dovod medija po notranjosti na šesto os. Zaradi svoje vitke oblike zahteva malo prostora za vgradnjo, hkrati pa odlično pokriva

delovna območja z velikim dosegom in visoko zanesljivostjo. Možni sta dve varianti montaže: na tla ali strop.

S pomočjo programske opreme PaintiXen je oskrbovanje robota zelo enostavno. Robot programiramo z ročno posluževalno napravo SP1. V meniju so že preddefinirane programske funkcije. Program nas vodi preko posameznih menijev, kjer izbiramo določene načine izvedbe delovne operacije. Pri optimizaciji delovnega procesa je možno posamezne funkcije ustrezno prilagoditi konkretnim potrebam delovnega procesa. Enostavna postavitve strukture programa omogoča hitro programiranje in

določitev poti procesa. Za vse možne primere uporabe vam PaintiXen nudi orodje, s katerim lahko robotu hitro in enostavno dirigirate.

Programska oprema PaintiXen se lahko integrira v *Staubli Robotics Studio*. Ta možnost pride prav predvsem bolj izkušenim programerjem in upravljavcem robotov. Na ta način so mogoči odpoklic, prilagajanje in razširitev že pripravljenih programskih funkcij.

Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 5117 100, fax; 04 5117 106, www.domel.si, brane.cencic@domel.si, g. Brane Čenčič

Cevi za visokotlačno čiščenje z vodo K-jet

Novost v prodajnem programu podjetja Hidex predstavljajo tehnološko dovršene cevi K-jet za visokotlačno čiščenje z vodo za polprofesionalno uporabo. Visokotlačne cevi okrepljene z ovojem iz jeklene žice in premeri od 6 do 12 mm prenesejo delovne tlake do 210 barov. Odlikujejo se po gladki površini z dobro odpornostjo na abrazijo, enostavni uporabi in izredno majhnem upogibnem radiju. Njihove fizikalne lastnosti se ne spreminjajo v širokem temperaturnem območju med -10°C in $+135^{\circ}\text{C}$, obenem pa so uporabne, poleg vode, tudi za delo z mineralnimi, biološkimi in sintetičnimi olji, tekočinami na glikolni osnovi in drugimi vodnimi emulzijami.



Vir: HIDEX, d. o. o., Ljubljanska c. 4, 8000 Novo mesto, tel.: 07 33 21 707, fax.: 07 / 33 76 171, web: www.hidex.si, e-mail: info@hidex.si



AKCIJA
24,90€
velja do 1.6. 2010

LOCTITE 638
RETAINING COMPOUND
Cat No. 63825
MSF
High Strength Retainer
• High strength
• High viscosity
• Bonds 558876
Quality from Henkel
e 50 ml

HIDEX d.o.o., tel.: 07/ 33 21 707, e-mail: info@hidex.si

Večnamenska enota za opremo hidravličnih rezervoarjev *TankConditioner*

Podjetje *Hydac* predstavlja integrirano večnamensko enoto za opremo hidravličnih rezervoarjev *TankConditioner*, ki obsega merilnik nivoja, merilnik temperature in ozračevalni filtre. Do sedaj smo za iste funkcije potrebovali tri samostojne sestavine z ločenimi odprtini v rezervoarju, za integrirano enoto *TankConditioner* pa potrebujemo le eno priključno odprtino.

Za merjenje nivoja tekočine se uporablja izvedba merilnika s plovcem (glej sliko). Enota je dobavljiva s tremi različnimi višinami nivoja od 250 do 520 mm. Nivo se lahko prikazuje z analognim prikazovalnikom ali diskretno s tremi LED-diodami, odvisno od modela enote.

Senzor za merjenje temperature je nameščen na koncu cevi (glej sliko) in nadzoruje temperaturo v rezervoarju. Merilno območje senzorja je 0–100 °C.

TankConditioner je dobavljiv z dvema različnima ozračevalnima filtroma s tokom zraka 900–1200 l/min., z indikatorjem zamašenosti ali brez njega. Priporoča se uporaba UBM-indikatorja zamašenosti, kakršen je dobro viden na sliki; vključuje



spominsko funkcijo in omogoča vnovično nastavitvev po zamenjavi filterkega vložka.

Prednosti enote *TankConditioner* so:

- prihranek pri prostoru, saj potrebuje samo eno priključno odprtino;
- prihranek pri stroških; ima samo eno enoto, ki opravlja tri funkcije;

- plovec in senzor temperature v cevi sta zaščitena proti valovanju tekočine;
- v primeru padca nivoja tekočine pod minimalno vrednost enota samodejno izključi sistem in s tem prepreči morebitne poškodbe črpalk;
- preprečuje prenapolnjenost rezervoarjev;
- z njo lahko optimiziramo energijske stroške pri hlajenju tekočine.

TankConditioner se uporablja lahko na obdelovalnih strojih, v proizvodnih sistemih v skladu s predpisi za avtomobilsko industrijo, v težki industriji, v postrojih za proizvodnjo električne energije ter v drugih industrijskih panogah.

Za zagotovitev široke uporabnosti za različne vrste delovnih tekočin je *TankConditioner* izdelan iz sintetičnih materialov in medi, za agresivnejše tekočine pa so na voljo izvedbe iz nerjavnega jekla. Enota ne zahteva posebnega vzdrževanja.

Vir: *HYDAC, d. o. o., Zagrebška c. 20, 2000 Maribor, tel.: 02 460 15 20; faks: 02 460 15 22, e-mail: info@hydac.si,*

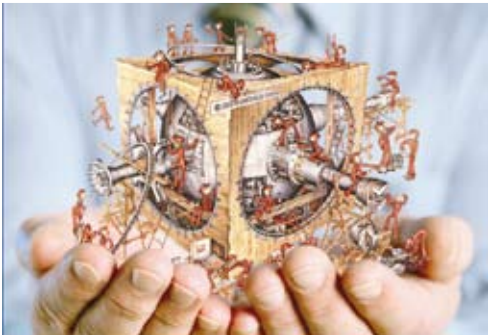
Parker Store

SVEET NITRON SPARK

RECTUS

H+P Center d.o.o., Ljubljana
Brnčičeva ul. 13, 1231 Črnuče

Tel.: 01/ 563 23 36, Fax: 01/ 561 24 71
www.h-pcenter.si, info@h-pcenter.si



VABILO K SODELOVANJU NA JUBILEJNEM, 20. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

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

V Društvu vzdrževalcev Slovenije že potekajo priprave na jubilejno, 20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije na Rogli, ki bo v četrtek in petek, **14. in 15. oktobra 2010**.

Dvodnevno posvetovanje bo letos potekalo v slavnostnem vzdušju, saj praznujemo 20. obletnico organiziranja posveta. Začelo se bo v četrtek, 14. oktobra 2010 ob 10. uri z otvoritvijo, na kateri pričakujemo visoke goste iz Slovenije in tujine. V okviru otvoritvene slovesnosti bomo podelili nagrade zmagovalcem Natečaja za najboljša diplomska dela, predstavili pa se bodo tudi glavni sponzorji srečanja. Udeležence bomo potem povabili k ogledu razstavnih mest ter k obisku zanimivih strokovnih predavanj s področja vzdrževalne dejavnosti. Prvi dan posvetovanja bomo zaključili s slovesno večerjo, kjer bomo razglasili zmagovalce celoletnega Natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja, nato pa nadaljevali s prijetnim druženjem ob večerji in glasbi, med katerim pripravljamo tudi nekaj prijetnih presenečenj. Drugi dan se bo nadaljevalo dogajanje na razstavišču, v predavalnicah pa se bodo zvrstile predstavitve nagrajenih diplomskih del ter okrogla miza z naslovom **Management v vzdrževanju**, kar je tudi vodilna tema letošnjega posvetovanja.

20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Rogla,
14. in 15. oktober 2010

Možnosti sodelovanja na 20. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

RAZSTAVLJAVCI in SPONZORJI

K sodelovanju vabimo **razstavljalce** z različnih področij – od vzdrževalske opreme, orodij, strojev in naprav, pa tudi s področja storitev, vzdrževalskega outsourcinga, managementa in izobraževanja, ... Priporočamo, da razstavljalci, sponzorji in poslovni partnerji, ki želite sodelovati na razstavi vzdrževalske opreme in storitev, najkasneje do **1.9.2010** rezervirate razstavna mesta s pomočjo prijavnice, ki je objavljena na spletni strani www.drustvo-dvs.si in v reviji Vzdrževalec.

SODELOVANJE V CELOLETNEM NATEČAJU ZA NAJBOLJŠO IDEJO S PODROČJA VZDRŽEVANJA

Eden od ciljev delovanja Društva vzdrževalcev Slovenije je spodbujanje inovativne dejavnosti v vzdrževanju. Zato tudi letos razpisujemo **celoleten Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja**. Pogoji in načini za sodelovanje na natečaju so objavljeni na www.drustvo-dvs.si ter v vsaki reviji Vzdrževalec. Najboljše ideje bomo na večerni slovesnosti 20. TPVS nagradili s plaketami, k sodelovanju pa smo pritegnili tudi nekaj podjetij-sponzorjev, ki bodo prispevali konkretne nagrade za zmagovalce natečaja.

PREDAVATELJI

Vodilna tema letošnjega jubilejnega, 20. Tehniškega posvetovanja, je **Management v vzdrževanju**. Prijazno vabimo vse zainteresirane avtorje, ki bi želeli predstaviti svoje poglede, izkušnje, razmišljanja in raziskovanja, povezana z managementom vzdrževanja, da se na naše vabilo odzovejo in nam pošljejo prijavo svojega prispevka najkasneje do **20.7.2010** preko spletne strani www.drustvo-dvs.si.

DIPLOMANTI

Tudi na 20. TPVS bo Društvo vzdrževalcev Slovenije izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Natečaj je odprt za diplomante rednih in izrednih načinov študija vseh slovenskih tehniško usmerjenih višješolskih, visokošolskih in univerzitetnih programov. Na izbor lahko diplomanti prijavijo diplomska dela, nastala v študijskih letih 2008/2009 in 2009/2010. Diplomante vabimo, da svoja diplomska dela do **20.7.2010** prijavijo preko spletne strani www.drustvo-dvs.si.

UDELEŽENCI

Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu neposredno ali posredno srečujete s področjem vzdrževanja. **Udeležence** vabimo, da svojo udeležbo prijavijo najkasneje do **30.9.2010** s pomočjo prijavnice na spletni strani www.drustvo-dvs.si. Rezervacije prenočišča so možne do **3.9.2010** preko e-pošte rogla-seminar@unitur.eu.

Za vse informacije smo vam na voljo!



DVS

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

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

E-pošta: tajnik@drustvo-dvs.si in www.drustvo-dvs.si.

VABLJENI!

Novosti v podjetju Olma, d. d.

Milan KAMBIČ, Aleš HROBAT, Brane KUS

V zadnjem letu je bilo v podjetju Olma, d. d., kljub poglobljanju ekonomske krize veliko posodobitev in dopolnitev proizvodne in laboratorijske opreme. Ta je bila/bo delno financirana s sredstvi EU. Novosti bodo podjetju pomagale v prizadevanjih za ohranitev vodilnega mesta med proizvajalci maziv na slovenskem trgu.

Poleg avtomatske linije za polnjenje drobne embalaže olj (1 liter, 4 litri, 5 litrov, 10 litrov) je v jeseni 2009 začela delovati nova avtomatska proizvodna linija za drobno embalažo (1 liter) izdelkov na vodni osnovi (slika 1). S tem se je povečala kapaciteta proizvodnje, hkrati pa se je še zmanjšal obseg ročnega dela.

V začetku letošnjega leta smo pričeli s proizvodnjo AdBlue® (slika 2). Izdelek je namenjen čiščenju izpušnih plinov v SCR-katalizatorjih, ki jih vgrajujejo v moderne EURO 4 in novejša motorja tovornjakov in avtobusov, v zadnjem času pa tudi v dizelske motorje lahkih dostavnih in osebnih vozil. Tekočina AdBlue® je 32,5-odstotna raztopina izjemno čiste sintetične uree v demineralizirani vodi predpisane kvalitete in je izdelana v skladu z ISO 22241 in DIN 70070. Poraba goriva v vozilih se z uporabo AdBlue® zmanjša. V primerjavi z motorji EURO 3 se emisije trdnih delcev zmanjšajo za okoli 40 %, emisije dušikovih oksidov pa celo

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Aleš Hrobat, univ. dipl. inž., Brane Kus, univ. dipl. inž.; vsi OLMA, d. d., Ljubljana



Slika 1. Nova polnilna linija za izdelke na vodni osnovi

do 90 %. Izdelek AdBlue® ne predstavlja nevarnosti za človeka in okolje, prav tako ni gorljiv. Ima nizko nevarnost za vode.

Nova analitična metoda v našem laboratoriju, ki jo uporabljamo za detekcijo sledov kovin, je induktivno sklopljena plazma atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), ki jo imenujemo tudi induktivno sklopljena plazma optična emisijska spektrometrija (ICP-OES). Instrument prikazuje



Slika 2. Proizvodnja AdBlue®



Slika 3. Instrument ICP/OES PerkinElmer Optima 7000 DV

3. Za vzbuditev atomov in ionov, ki emitirajo (oddajajo) elektromagnetno sevanje pri valovnih dolžinah, karakterističnih za določen kemijski element, ta metoda uporablja induktivno sklopljeno plazmo. Intenzivnost emisije kemijskega elementa je odvisna od njegove koncentracije v vzorcu. Omenjena metoda bo v primeru spremljanja stanja maziv pomembna nadgradnja sicer običajnih meritev stopnje čistosti, ki pa ne omogočajo ugotavljanja izvora posameznih kemijskih elementov v vzorcu olja. Tako bomo v bodoče poleg ugotavljanja dejanskega stanja olja v uporabi bolj učinkoviti tudi pri vzdrževanju, saj poznavanje izvora kontaminantov omogoča tudi ustrezne preventivne ukrepe za preprečitev nadaljnjega vstopa v olje.

tna barvi, ki jo snov absorbira. Osnova metode je interakcija med snovjo in UV oz. vidnim delom spektra elektromagnetnega valovanja. Pri interakciji elektromagnetnega valovanja s snovjo se lahko del energije:

- absorbira,
- transmitira,
- reflektira,
- razprši.

Absorbirana svetloba povzroči prehode elektronov iz osnovnih v viš-

Naslednja novost v laboratoriju je spektrofotometer, ki je prikazan na *sliki 4*. Svetloba je elektromagnetno valovanje. Predmeti in spojine, ki jih vidimo obarvane, absorbirajo določen del vidne svetlobe, delež te svetlobe pa odbijejo. Barva snovi, ki jo vidimo, je naspro-

ja energijska stanja (vzbujeno stanje). Prehod iz vzbujenega stanja v osnovno stanje spremlja oddajanje fotona (povzroči barvne učinke). S spektrofotometri merimo absorptivnost oz. transmitanco (prepustnost). Spekter je graf odvisnosti absorpcije od valovne dolžine. Valovna dolžina je karakteristična za vsak kemijski element. Spekter je prstni odtis molekul. Spektrofotometrija je ena najpomembnejših metod v analizi kemiji in prav tako v astronomiji.

Nov je tudi avtomatski titrator Mettler Toledo C 30 (*slika 5*) za določanje vsebnosti vode v oljih



Slika 4. UV/Vis-spektrofotometer PerkinElmer Lambda 35

po metodi Karla Fischerja. Z njim smo nadomestili starejši instrument. Poleg avtomatskega podajalnika za 12 vzorcev je prednost novega instrumenta dodana Strombolljeva pečica, s katero vlago/vodo iz vzorca najprej uparimo in po cevki dovedemo v titrator. Na ta način se izognemo morebitni interakciji med aditivi v olju in titrantom, zato so izmerjene vrednosti še bolj zanesljive kot pri doslej uporabljanem, starejšem instrumentu.

Instrument za določanje vsebnosti dušika PerkinElmer PE 2410 Series II (*slika 6*) deluje po sežignem principu, kjer vzorec sežgemo pri visoki temperaturi, nastale pline pa vodimo v reducirno cev, kjer ločimo dušik od ostalih komponent in določimo njegovo vsebnost.



Slika 5. Titrator Mettler Toledo C 30



Slika 6. Instrument za določanje vsebnosti dušika Perkin-Elmer PE 2400 Series II



Slika 7. Spektrometer FT-IR Spectrum 100

Na *sliki 7* je prikazana naslednja in zadnja večja pridobitev spektrometer FT-IR Spectrum 100, ki je nadomestil prej uporabljano napravo, ki je imela že kar dolgo brado.

Opisane novosti v proizvodnji bodo omogočile razširitev Olminega proizvodnega programa, laboratorijska oprema pa še večji poudarek na raziskovalnem delu in tehničnem

servisu uporabnikov Olminih izdelkov. ■



Znanstvene in strokovne prireditve

52nd National Conference on Fluid Power (NCFP) –

52. ameriška nacionalna konferenca o fluidni tehniki in v povezavi z razstavo IFPE

22.–26. 03. 2011

Las Vegas Convention Center, Las Vegas, USA

Prvo obvestilo!

Tematika:

- hidravlični fluidi,
- fluidnotehnični pogoni,
- osnovne komponente,
- pomožne komponente,
- modeliranje, simulacije in analize sistemov,
- hrup in vibracije,
- standardi.

Rok za dostavo izvlečkov: 04. 06. 2010

Informacije:

– www.ifpe.com



Industrijski forum Inovacije, razvoj, tehnologije

2010

www.forum-irt.si

Forum znanja in izkušenj

V dveh dneh se je na Industrijskem forumu IRT 2009 družilo in tkalo nove vezi več kot 250 strokovnjakov, ki so lahko prisluhnili več kot 50 prispevkom o strokovnih, inovacijskih in tehnoloških dosežkih domačega znanja zadnjih nekaj let. Ob forumu se je predstavilo tudi več deset podjetij iz industrije, ki so na razstavnih prostorih na ogled postavili svoje najnovejše dosežke. Udeleženci so se strinjali, da je zaradi gospodarske krize še toliko pomembnejše druženje na dogodkih, saj se na njih sklene veliko novih poznanstev, ki omogočajo izmenjavo mnenj, izkušenj in znanj, pogosto pa pomenijo tudi začetek uspešnega sodelovanja. Zato snovalci revije IRT3000 na krilih uspeha prvega foruma in v ustvarjalnem sodelovanju z industrijo pripravljajo Industrijski forum IRT 2010.

Dogodek je namenjen predstavitvi dosežkov in novosti iz industrije, inovacij in inovativnih rešitev iz industrije in za industrijo, primerov prenosa znanja in izkušenj iz industrije v industrijo, uporabe novih zamisli, zasnov, metod tehnologij in orodij v industrijskem okolju, resničnega stanja v industriji ter njenih zahtev in potreb, uspešnih aplikativnih projektov raziskovalnih organizacij, inštitutov in univerz, izvedenih v industrijskem okolju, ter primerov prenosa uporabnega znanja iz znanstveno-raziskovalnega okolja v industrijo.

Osrednje teme IFIRT

- inoviranje
- razvoj
- izdelovalne tehnologije
- orodjarstvo in strojogradnja
- toplotna obdelava in spajanje
- napredni materiali
- umetne mase in njihova predelava
- organiziranje in vodenje proizvodnje
- menedžment kakovosti
- avtomatizacija
- robotizacija
- informatizacija
- mehatronika
- proizvodna logistika
- informacijske tehnologije
- napredne tehnologije
- ponudba znanja

Portorož, 7. in 8. junij 2010

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™

ABB

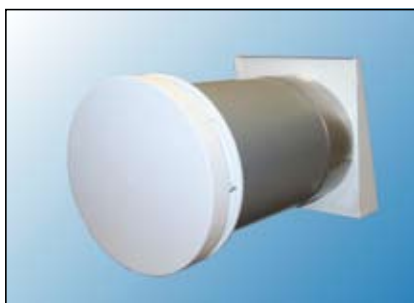
LOTRIČ

MOTOMAN®

Organizatorja dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče nad Pijavo Gorico 204, 1291 Skofljica; ECETERA, d. o. o., Motnica 7 A, 1236 Trzin
Partner dogodka: Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si
Programski vodja dogodka: dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

Neprekinjeno izmenično prezračevanje z vračanjem toplote

Vedno bolj zatesnjeni stanovanjski in bivalni prostori vplivajo na kakovost zraka zaradi onesnažil, ki jih v zrak v prostoru oddajajo ljudje, naprave in oprema. Naravno prezračevanje skozi reže stavbnega pohištva zaradi zahtevane tesnosti pripir ne omogoča naravnega prezračevanja kot v starejših stavbah.



Naprava inVENTer s teleskopsko nastavljivo dolžino cevi ohišja omogoča vgraditev v zunanjo steno stavbe



prezračevanju posameznega prostora v stavbi. Najboljše med njimi imajo vgrajeno posebno satovje, ki akumulira toploto zavrženega zraka. Taka je naprava **inVENTer®** nemškega proizvajalca *Öko-Haustechnik*. Najpomembnejše primerjalne prednosti te naprave so:

Nezadostno prezračevanje stavb ima vrsto škodljivih posledic. Ljudje izdihavamo CO₂ in oddajamo vodno paro ter vrsto drugih plinov. Te oddajajo tudi naprave in stanovanjska oprema. Najbolj škodljive posledice neustreznega prezračevanja so:

- povečan odstotek CO₂, slabše počutje, alergije in glavoboli;
- razmnoževanje mikroorganizmov in pršic;
- nastajanje plesni zaradi previsoke vlažnosti zraka;
- poškodbe gradbenih konstrukcij zaradi higroskopskega raztezanja in degradacije.

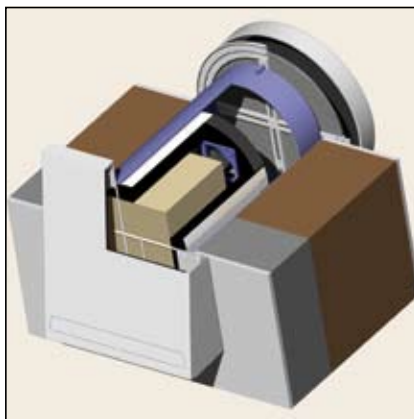
Najpomembnejša onesnažila zraka v prostorih so:

- CO₂, vodna para in vonjave, ki jih oddajajo ljudje in živali;
- vodna para, ki se sprošča pri kuhanju, tuširanju ali kopanju;
- cigaretni dim;
- hlapni ogljikovodiki, ki se sproščajo pri uporabi detergentov, razpršilcev, parfumov ...;
- topila za lake, gradbeni materiali, preproge ...;
- prah in pršice;
- radon, ki prehaja v prostore skozi netesen ovoj stavbe v stiku s tlemi.

Edina energijsko učinkovita rešitev, s katero se zagotovi primer-

no prezračevanje, so mehanske prezračevalne naprave. Ponudba teh naprav se je v zadnjem času bistveno povečala zaradi zahtev po energijski učinkovitosti stavb. Mehansko prezračevanje je lahko najpreprosteje izvedeno z ventilatorji, kar pa povečuje toplotne izgube stavbe. Zahtevnejši sistemi uporabljajo zaznavala vsebnosti dima, CO₂ ali vsebnosti vodne pare. Ti sistemi so relativno dragi, skupaj z razvodnimi kanali za vpihovanje in odvajanje zraka zavzemajo v stavbi veliko prostornino in niso primerni za vgradnjo v že zgrajene stavbe.

Obstajajo pa tudi kompaktno naprave, ki so namenjene enostavnemu

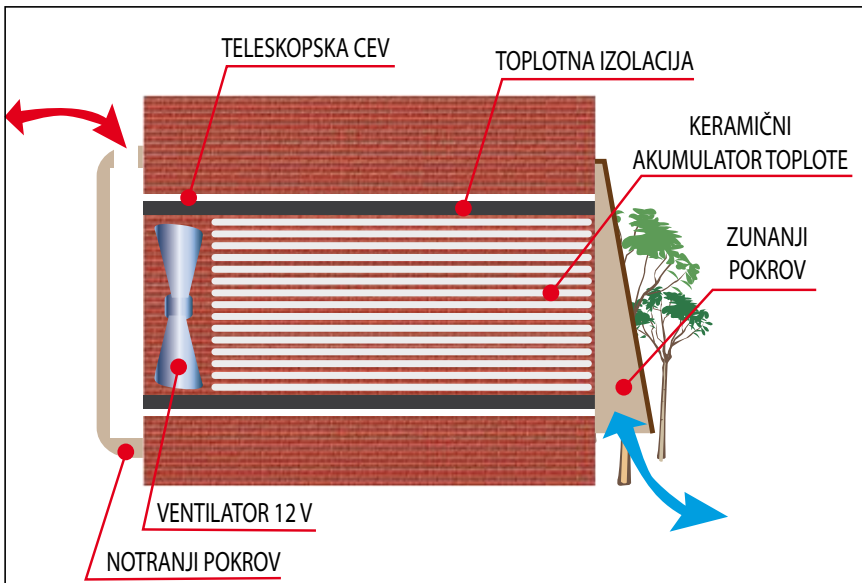


Prikaz sestavnih delov naprave inVENTer, viden je keramični akumulator toplote

- Vgradi se neposredno v zunanjo steno stavb.
- Omogoča rekuperacijo toplote pri prezračevanju.
- Ima visoko učinkovitost delovanja (COP) zaradi vgrajenih ventilatorjev nizke moči (3–4 W). Ocenjen letni strošek delovanja je zato le 4 €.
- Ventilator se napaja z nizko napetostjo 12 V, moč le 3–4 W. Strošek za električno energijo je ocenjen na 4 € za vsako napravo. Druge porabe energije ni.
- Deluje skoraj neslišno.
- Omogoča decentralno prezračevanje posameznega prostora, kar pomeni, da se delovanje oziroma prezračevanje prostorov lahko uravnava po potrebi.

Kako deluje prezračevanje z napravo inVENTer

V vsakem prostoru ali skupini prostorov moramo vgraditi dve napravi, ki delujeta reverzibilno: določeno obdobje naprava sesa onesnažen zrak iz prostora, nato vpahuje svež zrak iz okolice. Delovanje obeh naprav je uravnava tako, da je delovanje izmenično, torej je prezračevanje

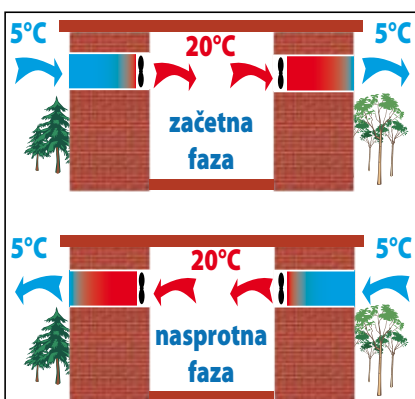


Shematski prikaz naprave inVENTer

stavbe stalno. V obdobju sesanja toplega zraka iz prostora se segreva keramično satovje in tako akumulira toplota, ki se v naslednjem obdobju prenese na svež zrak in ga tako segreje. Ker je delovanje naprav izmenično, je rekuperacija toplote stalna.

Po določenem času skupni regulator obrne smer zračnega toka. Tista enota, ki je prej odvajala zrak iz prostora, ga sedaj v prostor dovaja in obratno. Ker je v obeh enotah vgrajen akumulator toplote iz posebne keramike, se ta v fazi odvajanja izrabljenega zraka iz bivalne enote na prosto segreva (velja pozimi).

V naslednji fazi, ko inVENTer® dovaja zrak v bivalno enoto, se sveži dovajani (pozimi hladni) zrak pri



Princip delovanja naprave inVENTer pozimi, ko je zunanja temperatura nižja od temperature zraka v prostoru

prehodu skozi keramični akumulator pred vstopom v bivalni prostor ogreje. Cikla se izmenično izmenjujeta.

Uporabnikom so na voljo različni sistemi krmiljenja. V napravo je vgrajen tudi filter trdnih delcev, ki je po želji lahko tudi v protialergijski izvedbi. Odprtini naprave na notranji in zunanji strani sta izdelani tako, da dušita zunanji hrup. Ko naprava ne deluje, ju je mogoče zapreti. Vgrajeni ventilatorji so energijsko varčni in zelo tihi. Zvočna jakost oziroma emisije hrupa so preskušene za vsako napravo posebej.

Napravo je mogoče vgraditi v zidove različnih debelin, saj je cevno ohišje izvedeno v obliki teleskopske cevi.

Izdelujejo dve različici: s pravokotnim presekom za vgraditev med graditvijo objekta in z okroglim presekom za kasnejšo vgraditev v okroglo izvrtino skozi steno.

Kaj pa prostori z eno obodno steno?

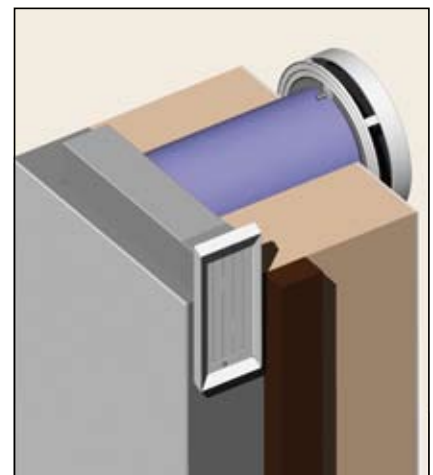
Prezračevanje se v tem primeru izvede z različico TWIN. Dve enoti v enem ohišju delujeta izmenično: ena v smeri navzven, druga v smeri navznoter in obratno. Zunanji in notranji pokrov sta oblikovana tako, da kar se da preprečita vračanje zraka skozi sosednjo cev. Zunanji pokrov je mogoče opleskati v poljubno barvo fasade, da čim manj vpliva na videz stavbe.



Dvojna naprava inVENTer TWIN, ki se vgradi v prostorih z eno zunanjo steno

Zelo elegantne pa so tudi kotne rešitve za vgraditev ob okenski okvir, ki jih na fasadi objekta sploh ni videti.

inVENTer je sodobna naprava za mehansko prezračevanje s sprejemljivo ceno. Visok izkoristek vračanja



Primer kotne različice naprave inVENTer, ki se vgradi ob okenski okvir in je z zunanje strani fasade ni videti

toplote in majhna lastna poraba električne energije zagotavljata visoko ekonomičnost naprave. Močno pa se izboljša kakovost bivanja v stavbah.

Vir: Šempeter Imp.Exp., d. o. o., Na hribu 9, 5290 Šempeter pri Gorici, tel.: 05 393 81 70, e-pošta: info@sempeter-ie.si, g. Tomaž Vončina



Nove knjige

Mednarodno letalsko pravo

Slovenska letalska literatura je bogatejša za še eno obširno delo s področja mednarodnega letalskega prava. Avtor knjige Mednarodno letalsko pravo **Aleksander Čičerov**, višji predavatelj letalskega prava in predpisov, je obširno in poglobljeno predstavil mednarodno letalsko pravo, kot ga poznamo danes. To je prvo tako delo v slovenščini. Avtor pa se je potrudil, da je še pred predstavitvijo knjige, ki je bila 16. junija 2009 v veliki predavalnici Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in zelo dobro obiskana, predstavil zadnje izkušnje in spoznanja, ki jih je pridobil kot vodja slovenske delegacije na diplomatski konferenci v Montrealu, kjer so države udeleženske razpravljale o spremembi Rimske konvencije o škodi, ki jo povzroči zrakoplov tretjim osebam.

Delo ima 541 strani in obsega devet poglavij, ki so jim priključene priloge z dokumenti Mednarodne organizacije civilnega letalstva, ki ji avtor namenja veliko pozornosti. V knjigi so zajeti vsi pomembni mejniki razvoja mednarodnega civilnega letalstva,

njegova zgodovina, kamor sodi tudi kratka predstavitev začetkov slovenskega letalstva, mednarodne pogodbe s tega področja in vprašanja, ki so aktualna za današnji razvoj mednarodnega civilnega letalstva. Knjiga je v prvi vrsti namenjena študentom Fakultete za strojništvo, ki se odločajo za poklic pilota, pa tudi pravnikom, letalskim teoretikom, praktikom, letalskim kontrolorjem in vsem, ki jih zanima mednarodno letalsko pravo. Res je, da smo Slovenci hitro sledili bratoma Wright, malo dalj pa je trajalo, da smo dobili učbenik, ki se lahko postavi ob bok bolj znanim in uveljavljenim tujim letalskim avtorjem. Prof. dr. Marko Pavliha je ob



izidu knjige zapisal: »Per aspera ad astra, če smo pripravljeni trdo delati in zavzeto stopati po trnovi poti, se bomo povzpeli do samih zvezd! Dokaz je pred vami.«

Omejena veljavnost prehodnega obdobja z EN 954-1 na ISO 13849-1

V decembru 2009 sprejeto podaljšanje prehodnega obdobja za domnevno konformnost s standarda EN 954-1 na ISO 13849-1 samo delno prelaga dolžnosti prehoda na nov varnostni standard. Neodvisno od podaljšanja do 31. decembra 2011 že sedaj večina rastočega števila novih produktnih standardov upošteva določilo EN ISO 13849-1. V teh primerih predelanih standardov domnevne konformnosti se EN 954-1 večinoma opušča. Poleg tega ustrezna strojna direktiva,

neodvisno o domnevi konformnosti, zahteva upoštevanje aktualnega stanja tehnike. V takšni nezanesljivi situaciji firme s področja fluidne tehnike (npr. Rexroth) podpirajo izdelovalce strojev in naprav z individualnim svetovanjem glede varnosti od zasnove zasnove do varnega zagona. S standardnimi in certificiranimi izdelki na ravni sodobnega stanja tehnike njihovi izdelovalci zagotavljajo pomembne predpostavke za višjo pravno varnost. Rexroth npr. ponuja »navodilo 10-ih

korakov do zagotavljanja funkcionalnosti«. Priporočeni koraki predvidevajo ocene tveganja od snovanja in implementacije do vrednotenja standardne funkcionalne varnosti pri posameznih strežnih korakih. Tekoče preoblikovanje produktnih standardov neprekinjeno razširja območje veljavnosti EN ISO 13849-1, a ne glede na podaljšano prehodno obdobje.

Po Fluidu 43(2010) 1–2, str. 7
A. Stušek

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

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

KRMILJENO

HIDRAVLIČNO

PREMIKANJE



Dvigovanje težkih bremen na mostni konstrukciji železniške proge za visoke hitrosti v Španiji z ENERPAC-ovim dviznim sistemom.

Enerpac je specialist na področju **visokotlačne hidravlike** in konstrukcije hidravličnih sistemov za krmiljeno in nadzorovano premikanje posebno velikih in težkih objektov. V sodelovanju z našimi inženirji razvijamo napredne koncepte in **tehnike za krmiljenje gibanja** težkih bremen.

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

ENERPAC GmbH
Postfach 300113
D-40401 Düsseldorf, Deutschland
Tel.: +49 211 471 490
Fax: +49 211 471 49 28

HIDRAVLIKA d.o.o.
Medlog 16, 3000 Celje, Slovenija
Tel. +386 (0)3 5453610 Fax. +386 (0)3 5453560
www.hidravlika.si
hidravlika@t-2.net

ENERPAC

www.enerpac.com
info@enerpac.com



LE-TEHNIKA
VSE ZA HIDRAVLIKO
IN PNEVMATIKO

ODGONI ZA KAMIONE

LE-TEHNIKA d.o.o.
Suceva 27, KRANJ
tel.: 04 20 20 200, 041 660 454
faks: 04 204 21 22

NOVO MESTO tel.: 041 785 798
MARIBOR tel.: 02 300 64 70
041 774 688
http://www.le-tehnika.si
e-mail: hydraulic@le-tehnika.si

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **E-učbenik o hidravličnih vezjih**
– www.hydraulicspneumatics.com
– V naši rubriki že večkrat omenjeni e-priročnik *Fluid Power Circuits Explained* na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics*, ki ga pripravlja znani industrijski svetnik Bud Trinkel, je dopolnjen z dvema novima poglavjema. 16. poglavje obravnava vezja z reducirnimi ventili, 17. poglavje pa regenerativna vezja. E-priročnik je sicer namenjen tistim, ki imajo primerno znanje o hidravličnih sestavinah, želijo pa izvedeti tudi več o njihovi pravilni uporabi v ustreznih pogonsko-krmilnih vezjih.

Trinklov e-učbenik o osnovah fluidne tehnike *Fluid Power Basics* je na istih spletnih straneh že kompletiran in še vedno predstavlja najpomembnejše spletne strani na tem naslovu. Sicer se vsak mesec vključujejo nova poglavja,

za začetek naslednjega leta pa načrtuje nov, tretji e-priročnik s tega področja.

[2] **54. direktorij fluidne tehnike**
– www.hydraulicspneumatics.com – Revija *Hydraulics & Pneumatics*, že tradicionalna izdajateljica letnega direktorija fluidne tehnike, sedaj tega ponuja tudi na svojih spletnih straneh. Letos pod naslovom *54th Annual Designer's Guide to Fluid Power Products*. Sezname osnovnih in pomožnih sestavin fluidne tehnike obsegajo okoli 40 skupin hidravličnih in pnevmatičnih komponent in enot, ki jih ponuja okoli 900 predstavljene podjetij. Posamezne sestavine so predstavljene z osnovnimi tehničnimi lastnostmi, vsi dobavitelji pa s kompletnimi imeni ter poštnimi in spletnimi naslovi. Priročnik oziroma direktorij je na voljo tudi v knjižni izdaji.

Gospodarska
zbornica
Slovenije

Združenje kovinske industrije
Fluidna tehnika Slovenije

sft

Seznam oglaševalcev

ABB, d. o. o., Ljubljana	91	ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj	169
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	157	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	191
DAX, d. o. o. Trbovlje	91	KLADIVAR, d. d., Žiri	92
DOMEL, d. o. o. Železniki	180	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	192
DOORSON, d. o. o., Maribor	164	LOTRIČ, d. o. o., Selca	91, 122
DVS, Ljubljana	183	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	91
ENERPAC GmbH, Düsseldorf,		MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o.,	
ZRN	191	Ribnica	113
FESTO, d. o. o., Trzin	91, 194	OLMA, d. d., Ljubljana	91, 186
GRINŽENIRING, d. o. o., Ljubljana	145	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o.,	
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o.,		Trzin	91, 109
Petrovče	94	PARKER HANNIFIN (podružnica v	
HIDEX, d. o. o., Novo Mesto	109	N. M.), Novo mesto	91
H+P Center, d. o. o., Ljubljana	182	PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro,	
HPE, d. o. o., Ljubljana	109	d. o. o., Zagorje ob Savi	91
HYDAC, d. o. o., Maribor	91, 193	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	107
HYPEX, d. o. o., Lesce	156	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	187
ICM, d. o. o., Celje	109, 151	PS, d. o. o., Logatec	178
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)		SICK, d. o. o., Ljubljana	91
NORGREN, Lesce	91	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	125
INGVAR, d. o. o., Ljubljana	105	TRC, d. o. o., Kranj	126
INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi	177	ULBRICH HIDROAVTOMATIKA,	
		d. o. o., Vuzenica	119
		UL, Fakulteta za strojništvo	101



Komponente

Sistemi

**Fluidni
inženiring
in servis**



NOVO !

Program Industrijski ventili
Program Industrijske črpalke
Program Hladilniki

HYDAC d.o.o.

Zagrebska c. 20

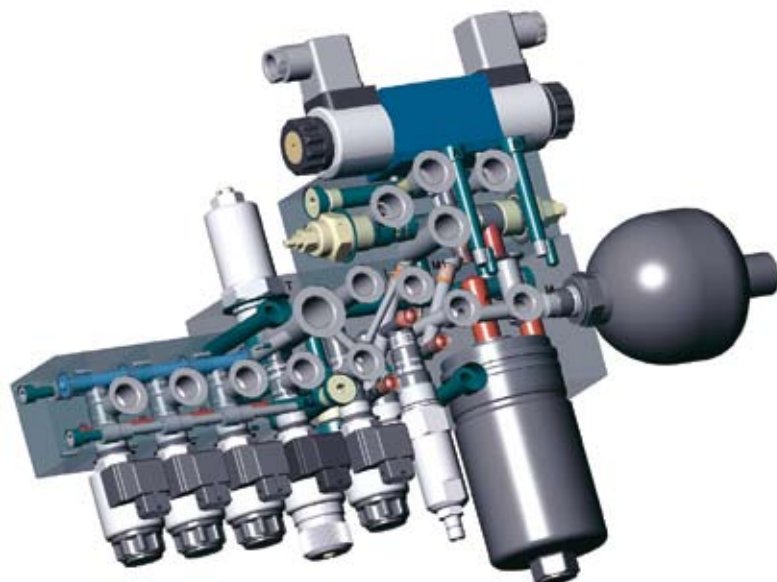
2000 Maribor

Tel.: +386 2 460 15 20

Fax: +386 2 460 15 22

Email: info@hydac.si

www.hydac.com





FESTO

Samonastavljiv!

Pnevmatični valj DSNU s samonastavljivim dušenjem: vedno optimalno nastavljeno – tudi pri spremenljivi obremenitvi in/ali spremenljivi hitrosti. Skrajšan čas vgradnje in lažja montaža sta zagotovljena.

Festo, d.o.o. Ljubljana
Blatnica 8

SI-1236 Trzin

Telefon: 01/530-21-00

Telefax: 01/530-21-25

Hot line: 031/766947

info_si@festo.com

www.festo.si