



FESTO

OPL

OLMA  
LUBRICANTS

SMC

NORGREN

Parker

LAMA  
Automation

MIEL OMRON  
www.miel.si

Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

albaros

tehnično svetovanje, projektiranje in izdelava strojev

DU PONT

- Intervju
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Raziskave in razvoj v stregi in montaži
- Pnevmatika pri oblačilih s toplotno zaščito
- Povzročanje nihanja z umetnimi mišicami
- Hidravlični Wheatstonov mostič
- Tlak pri vpenjanju na stružnicah

INEA

informatizacija, energetika, avtomatizacija

Posvetimo se  
avtomatizaciji.

Zasnova novega ali predelava obstoječega. Izvedba s celotnimi stroji, napravami in proizvodnimi linijami. Vrhunsko uvajanje.

Podjetje INEA opredeljuje avtomatizacijo kot proces, s katerim se zviša kakovost izdelkov, povečata proizvodnja zmogljivost in učinkovitost, proizvajalec pa ima z avtomatizacijo tudi večjo možnost nadzora in odkrivanja napak. Pri uresničevanju idej uporabljamo produkte Mitsubishi Electric, ki zagotavljajo kakovostne storitve in učinkovite rezultate.

Odprti. Vrhunski. Neodvisni.  
www.inea.si

MITSUBISHI  
ELECTRIC

Impresum	505	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	505	Avtomatizacija strege in montaže v Sloveniji	530
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	506	■ PREDSTAVITEV	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	526	Inštitut Jožef Stefan – odsek za sisteme in vodenje	534
■ ALI STE VEDELI	578	■ VENTIL NA OBISKU	
Seznam oglaševalcev	600	Fuchs – vodilni svetovni proizvajalec maziv	540
Znanstvene in strokovne prireditve	507	■ STREGA IN MONTAŽA	

**Naslovna stran:**

INEA, d. o. o., Stegne 11 1000 Ljubljana Tel.: 01 5138 100 Fax: 01 5138 170 www.inea.si, info@inea.si	Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
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	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 SI-8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	Titus+Lama+Huwil LAMA, d. d., Dekani Dekani 5, 6271 Dekani Tel.: + (0)5 66 90 241 Fax: + (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com
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	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61 3320 Velenje T: +386 3 898 57 50 F: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
SMC Industrijska avtomatika, d. o. o. Mirnska cesta 7 8210 TREBNJE Tel.: + (0)7 3885 412 Fax: + (0)7 3885 435 office@smc.si www.smc.si	ALBATROS-PRO d.o.o. Cankarjeva 9 1370 Logatec tel: + (0)1 756 41 30 fax: + (0)1 756 41 32 albatros@siol.net
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce	DuPont Intl. S.A. 2, Chemin du Pavillon 1218 Le Grand Saconnex, Geneva Switzerland

Niko HERAKOVIČ: Analiza stanja in trendov raziskav ter razvoja v stregi in montaži 544

## ■ PNEVMATIKA

Gojko NIKOLIĆ, Snježana FIRŠT ROGALE, Dubravko ROGALE, Zvonko DRAGČEVIĆ, Milivoj BARTOŠ: Pneumatic system for an intelligent article of clothing with active thermal protection 552

Petri KESKI-HONKOLA, Matti PIETOLA: Generating Vibration with Artificial Muscles 558

## ■ HIDRAVLIKA – MERITVE

Andrej SVETE, Jože KUTIN, Ivan BAJSIĆ: Merilne značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča 566

## ■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Axel GRIGOLEIT: Nastavljanje in nadzor tlaka vpenjalne naprave na stružnicah 574

## ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Svetlobne varnostne zavese (ADEPT Plus) 582

Kladivar je izdal nov katalog sestavov hidravličnih gibkih cevi po DIN 20066 (KLADIVAR) 583

NI LabVIEW 8.6 izpolnjuje izzive vzporednega programiranja (NATIONAL INSTRUMENTS) 585

6,6-GHz vektorski RF-signalni analizator in vektorski signalni generator na vodilu PXI Express (NATIONAL INSTRUMENTS) 587

Energetsko varčna industrijska svetila Reflecta (SVETLOBA) 589

## ■ NOVOSTI NA TRGU

Visokotlačne hidravlične cevi Goldenspir/4SH (HIDEX) 590

Ventilski otok in industrijska komunikacija (SMC) 590

## ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Linija za proizvodnjo cevnih grelcev (ETA Cerčno) 592

Hidravlični sistem premične klopi na večjih jadrnicah (LE-TEHNIKA) 595

## ■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 598

PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 599



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



## Tako majhna, a že čisto prava črpalka

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

Solutions for a World under Pressure

**HAWE**  
HYDRAULIK

© Ventil 14(2008)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 14(2008)6. Printed in Slovenia. All rights reserved.

## Impresum

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

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

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

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

Letnik	14	Volume
Letnica	2008	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:  
SDFt in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:  
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:  
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:  
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:  
doc. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana  
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana  
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule  
Aschaffenburg, ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT  
doc. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR 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:  
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

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

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

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

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

Naklada:  
1 500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno  
dejavnost Republike Slovenije

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

## Finančna kriza in napoved gospodarske recesije

*Ob nenadnem izbruhu finančne krize v najbolj razvitih delih sveta in ob napovedi, da nam sledi še gospodarska recesija, se mnogi sprašujejo, kako ravnati in kako preživeti ob zmanjšanju prodaje in izgubi trga. Ta vprašanja se pojavljajo v gospodarskih družbah, med samostojnimi podjetniki in vsemi tistimi, ki delajo za trg. Pri vseh drugih, ki so pripeti na državne jasli, pa takšnih skrbi ne zasledimo. Ob tem pa je treba zelo jasno povedati, da je prav industrija tista dejavnost, ki je po eni strani gonilna sila razvoja in napredka ter posledično blagostanja in po drugi največja žrtev kriznih časov. Lahko celo zapišemo, da industrija v času, ko v svetu vlada konjunktura, skrbi za standard vseh državljanov. V času krize in recesije pa se mora prav industrija prva in pogostokrat tudi edina prilagajati krizi in recesiji, zmanjševati zaposlenost z odpuščanjem delavcev, zniževati plače, krčiti stroške obratovanja in pri tem še povečevati produktivnost. Spomnimo se samo začetka devetdesetih let, ko smo se odločili za samostojnost. Takrat je naša industrija izgubila večino trga in se morala prilagoditi na novo situacijo. Mnogo zaposlenih je izgubilo službo, in to skoraj izključno v industriji. Ali je bilo takrat v državni upravi, na bankah, fakultetah ali drugih šolah, v policiji ali vojski ali pa v kakšni kulturni ustanovi kaj presežka delavcev. Ali je mogoče, da se to vedno dogodi samo industriji. Verjetno pa bo podobna situacija tudi sedaj, če bo prišlo do resne recesije.*

*Iz zgodovine človeštva je poznano, da se dobri in slabi časi menjavajo, da so obdobja razvoja in razcveta in obdobja krize. Poznan je pregovor o sedmih letih suhih in debelih krav. Pametni se v času krize izobražujejo, kujejo nove ideje, jih uresničujejo in skušajo posodobiti dejavnost, pridobiti nove trge in optimirati svojo proizvodnjo. Zavedati se moramo, da v hudih časih preživijo le najbolj trdoživi.*

*V sredstvih javnega obveščanja, v različnih strokovnih in poljudnih revijah ter časopisih lahko zasledimo številne nasvete in priporočila, kako v primeru recesije ravnati v podjetjih. Ti nasveti so teoretični in so od objave do objave skoraj podobni. V enem od slovenskih tednikov smo te dni prebrali tri nasvete za prebroditev krize. Ti so sicer pravilni in so sprejemljivi za večino podjetij in jim s svetovalnega vidika ni mogoče oporekati. Toda kljub temu so splošni, teoretični ali pa celo akademski, brez poznavanja resničnih praktičnih primerov.*

*Po naši oceni čarobne palice ni.*

*V kriznih časih je pač treba varčevati na vsakem koraku, pri vsakem strošku in z dobavitelji doseči nižje cene ali pa odlog plačil. V podjetju je med zaposlenimi treba doseči, da se dela racionalno, bolj učinkovito, da se varčuje pri materialu in energiji, da vsak sodelavec išče pri sebi izboljšave in nove stranke, skuša doseči več naročil. Od zaposlenih se zahteva več strpnosti do sodelavcev in strank. Pri strankah in kupcih se skuša doseči višja cena. Vsi zaposleni, in ne samo vodstvo, morajo pozitivno pristopiti k reševanju podjetja. Edina praktična nasveta sta samo dva: iskati nove trge in posodobiti produkte ter storitve, da bodo za trg zanimivi. Vsi drugi nasveti so dolgoročno neuporabni. Seveda je tudi varčevanje učinkovit ukrep, toda dolgoročno samo ta ukrep ne prinaša rešitve.*

*Prav gotovo je najtežje pri zaposlenih doseči razumevanje kritične situacije za podjetje. Mislim, da mora vodstvo svojim sodelavcem natočiti čistega vina. Seznaniti jih mora z resničnimi podatki brez slepenja ali zavajanja. Slovenci smo poznani po tem, da smo strpni in razumni, če smo seznanjeni z resnico, da tudi še tako slabo situacijo sprejmemo in smo se pripravljeno soočiti z njo, pripravljeno smo jo tudi skupaj reševati, če smo prepričani, da smo pošteno informirani.*

Janez Tušek

## 40-letnica aachenskega inštituta za fluidno tehniko, IFAS

26. septembra t. l. je Inštitut za fluidnotehnične pogone in krmlilja (IFAS) pri Tehniški visoki šoli v Aachnu proslavil 40 let obstoja in v svetovnih razmerah nadvse uspešnega delovanja. Svečane proslave se je udeležilo okoli 80 gostov na čelu z ustanoviteljem in prvim predstojnikom inštituta zaslužnim profesorjem dr. inž. Wolfgangom Backéjem in sedanjim predstojnikom inštituta profesorjem dr. inž. Hubertusom Murrenhoffom.

Inštitut je bil ustanovljen leta 1968 pod imenom *Institut für hydraulische und pneumatische Antriebe*. Ustanovil ga je in prvih šestindvajset let tudi vodil profesor W. Backé, absolvent in pozneje asistent legendarnega profesorja za področje obdelovalnih tehnologij prof. dr. inž. Herberta Opitza. Prvi doktorji znanosti so na inštitutu promovirali v letu 1973 in od takrat jih je (po ocenah sedanjega predstojnika inštituta) promoviralo okoli 200. Ob intenzivnem pedagoškem in raziskovalnem delu je prof. Backé že v prvih letih vzpodbudil tudi ustanovitev Društva za napredek raziskav in uporabe hidravlike in pnevmatike (*Verein für Förderung der Forschung und Anwendung der Hydraulik und Pneumatik e. V.*). Društvo med drugim omogoča predstavnikom iz industrije redno in pravočasno obveščanje in izmenjavo mnenj o najnovejših raziskovalnih dosežkih na področju fluidne tehnike v okviru inštituta, v Nemčiji in svetu. Prvič so znanstveniki in industrijski praktiki o tem izčrpno razpravljali na prvem aachenskem kolokviju o fluidni tehniki (AFK) leta 1974. Kolokviji si še vedno sledijo v rednem dveletnem zaporedju, zadnja leta v alternaciji organizacije s Tehniško visoko šolo v Dresdnu.



Ustanovitelj inštituta IFAS (takrat IHP) em. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Wolfgang Backé in sedanji predstojnik inštituta Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff

Uspešno zaključeni raziskovalno-razvojni projekti so številni, vendar pa niso vedno dosegli tržne uspešnosti. Tak je po besedah sedanjega predstojnika inštituta npr. inovativni servoventil z vrtljivim drsnikom, s katerim se je tudi on intenzivno ukvarjal. Zaradi ponavljajočih se problemov z onesnaženjem je izginil s trga.

Na IFK predstavljena uspešna »aachenska servopnevmatična roka« pa z druge strani tudi nazorno kaže, da se na IFAS-u razen s številnimi raziskovalnimi projekti na področju hidravlike uspešno ukvarjajo tudi s pnevmatikom. Uspešnost slednje se

kaže tudi v aktualnem študentskem tekmovanju v okviru IFAS-a pod naslovom *Fluidna tehnika 2020* s prvo nagrado za razvoj solarnega sistema za pridobivanje stisnjene zraka.

Podoben je uspešen in v letu 2007 z nagrado NRW nagrajen razvoj hidravlične zavore SHB.

Z leti je v inštitutu sodelovalo vse več mednarodnih štipendistov. Številni z nadpovprečnimi dosežki, predvsem iz Vzhodne Evrope, Japonske, Kitajske itn. Med njimi sta se posebno uveljavila dr. inž. Shimpei Miyakawa iz Japonske in prof. dr. Lu Yonxiang



Simbolični »lovilnik olja«, darilo, namenjeno povzročiteljem nesreč zaradi razlitega olja v inštitutu



Univ.-Pro. Dr.-Ing Hubertus Murrenhoff se zahvaljuje Prof. Dr. Wolf-Dieterju Goedeckemu in njegovi soprogi za čas njegovega sodelovanja kot docenta na RWTH-ju

iz Kitajske. Slednji je v osemdesetih letih na inštitutu razvil revolucionarne 2/2-vložne krmilne ventile. Uspešna inovacija ga je vodila naprej do redne profesure in člana ljudskega kongresa (parlamenta) v rodni Kitajski. Ne nazadnje je na IFAS-u s tematiko piezo krmilnikov uspešno promoviral tudi naš stanovski kolega dr. Niko Herakovič.

Kje je pravzaprav vzrok za takšno zanimanje tujih študentov za inštitut v Aachnu. Prav gotovo gre za njegovo znanstveno in strokovno odličnost, visoko pedagoško sposobnost, pa tudi za nadpovprečen posluš za mednarodno sodelovanje. Ne nazadnje je treba poudariti tudi njihovo pripravljenost na interdisciplinarno sodelovanje na različnih področjih, npr.: ekologija, ravnanje z odpadki, razvoj alternativnih hladil in biogoriv itd. Nadvse plodno se je izkazalo tudi

sodelovanje s strokami, kot so elektronika in računalniško podprta krmilna tehnika, še posebno, ko gre za krmiljenje hidravličnih in pnevmatičnih pogonov in krmilij. S tem je povezan omembe vreden razvoj krmilnega procesorja Z80 z integriranim regulacijskim algoritmom in reakcijskim časom reda milisekunde.

Ob jubilejni svečanosti je predstojnik inštituta opozoril tudi na uspešno družbeno in kulturno življenje in medsebojno sodelovanje vseh dosedanjih znanstvenih in strokovnih sodelavcev ter mednarodnih študentov. S številnimi foto- in videodokumenti je ilustriral vse najpomembnejše dogodke. Posebno je omenil in prikazal odhod prof. Backéja v zaslužni pokoj in svoj prevzem vodenja inštituta. Prikazani so tudi drugi zanimivi dogodki ob aachenskih fluidnotehnič-

nih kolokvijih, vključno s kolokviji v Dresdnu.

Na koncu so poudarili pomen IFAS-a tudi pri poučevanju in razvoju fluidne tehnike v svetu. Pri tem so posebej predstavili pred desetletjem začeti raziskovalno-razvojni projekt *DSHplus* – računalniški programski paket za simulacijo in analizo fluidnotehničnih vezij in sistemov – ter v letu 1994 ustanovljeno podjetje *Fluidon Gesellschaft für Fluidtechnik GmbH* za tehnične storitve na celotnem področju fluidne tehnike.

Sklepno dejanje jubilejne prireditve pa je bila podelitev častnega priznanja prof. dr. inž. Wolfu-Dieterju Goedeckemu, sedaj poslovnemu direktorju firme GAS-Automation GmbH, za njegovo dolgoletno sodelovanje in poslovno vodenje inštituta ter desetletno privatno docenturo za predmetni področji Krmilna tehnika in uporaba mikroročalnika v fluidni tehniki ter Stikalna tehnika. Najavljen je tudi spominski kolokvij v čast 80-letnice prof. Backéja, ki bo 31. julija 2009.

Predstojniku IFAS-a prof. dr. Hubertusu Murrenhoffu in vsem sodelavcem inštituta ob častitljivem jubileju iskreno čestitamo v imenu uredništva revije *Ventil* in *Slovenskega društva za fluidno tehniko!*

**Vir:** IFAS feiert Vierzigjahrieges – Fluid 41(2008)11–12, str. 12

Anton Stušek

## Znanstvene in strokovne prireditve

### ■ SENSOR + TEST 2009 – Sejem senzorike in preskušanja 2009

Organizator:  
– Messe Nürnberg

Informacije:  
– [www.sensor-test.de](http://www.sensor-test.de)

### ■ Tagung Mobile Machines – Sicherheit und Fahrerassistenz für Arbeitsmaschinen – Srečanje o varnosti in asistenci voznikov mobilnih delovnih strojev

25. in 26. 03. 2009  
Karlsruhe, ZRN

Organizator:  
– Institut für Fahrzeugtechnik und Mobile Arbeitsmaschinen der Universität Karlsruhe

nadaljevanje na strani 509

## Posvet ASM '08

12. novembra je na GZS v Ljubljani potekal strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2008 – ASM '08. Posvet, ki je edini takšen dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani v soorganizaciji z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT) Republike Slovenije in Združenjem kovinske industrije pri Gospodarski zbornici Slovenije. Posvet je potekal že petič in je bil zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 120 strokovnjakov iz več kot 50 podjetij, različnih inštitutov in dveh univerz, kar kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost avtomatizacije strege in montaže v proizvodnem procesu.

Avtomatizacija strege in montaže je v povezavi z informatizacijo proizvodnih procesov in učinkovitim avtomatiziranim zagotavljanjem in kontrolo kakovosti v montažnih procesih v proizvodnji tisto področje, ki lahko bistveno prispeva h konkurenčnosti podjetij. Prav to področje je predmet nenehnih inovacij in izboljšav. Če



*Utrinek iz otvoritve*

pomeni v avtomobilski industriji in v dobaviteljskih verigah avtomatizacija realnost, je v mnogih drugih industrijskih vejah, kjer so količine izdelkov majhne ali je njihova življenjska doba zelo kratka, uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov omejeno in počasno. V okviru strokovnih srečanj, kot je bil prav posvet ASM '08, je mogoče tako najti smernice in rešitve ter izmenjati izkušnje o številnih vprašanjih na področju strege in montaže.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil zanimivo

srečanje, ki ga je sponzoriralo več ustanov in podjetij. Med njimi generalni pokrovitelj FESTO, d. o. o., Ljubljana, kot dobro znan proizvajalec opreme za avtomatizacijo montaže, OPL, d. o. o., in drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Udeležence posveta je po uvodnem nagovoru vodje Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM) doc. dr. Nika Herakoviča v imenu organizatorja Fakultete za strojništvo pozdravil njen dekan prof. dr. Jožef Duhovnik, ki je izpostavil pomen sodelovanja med fakulteto, njenimi raziskovalnimi enotami in podjetji ter posebej poudaril pomembno vlogo, ki jo bo pri tem odigral študij strojništva po novem bolonjskem principu. Poudaril je, da se Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani zavzema za kakovosten študij, katerega diplomanti bodo sposobni reševati zahtevne strokovne naloge v proizvodnji. Prav v ta namen je fakulteta uvedla dve osnovni usmeritvi študija strojništva, in sicer znanstvenoraziskovalni, ki letos poteka prvo leto, ter projektno-razvojni program, ki se bo začel naslednje leto.

V imenu Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo kot soorganizatorja posveta je dr. Aleš



*Udeležba na posvetu je bila številna*



*Udeleženci posveta med predavanjem*

Mihelič, direktor direktorata za tehnologijo, podal usmeritve, ki se navezujejo na podporo raziskovanju v podjetjih in pridobivanje kadrov. Ministrstvo bo še naprej podpiralo inovativna podjetja in tehnološke platforme kot mesto za rojevanje naprednih tehnologij za proizvodnjo z višjo dodano vrednostjo. Pomembno je, da podjetja jasno izrazijo svoje kratkoročne in dolgoročne usmeritve in s tem dajo ministrstvu izhodišče za pripravo dolgoročnih in tudi kratkoročnih ukrepov, kar je še posebej pomembno v času prihajajoče krize, za katero je očitno, da Slovenije ne obšla. Vsekakor pa na MVZT podpirajo razvoj inovativnih tehnologij za inovativne izdelke in prav avtomatizacija strege in montaže omogoča proizvodnjo izdelkov z večjo dodano vrednostjo. Še naprej bodo podpirali mlade inženirje, ki se

bodo odločili za doktorski študij, in podjetja ter raziskovalne ustanove, ki se bodo povezovale preko meja.

V imenu GZS je prisotne pozdravila mag. Janja Petkovšek, direktorica Združenja kovinske industrije pri GZS, ki je sodelovala tudi pri organiziranju štirih predhodnih posvetov. Poudarila je pomembnost področja kovinske industrije v Sloveniji in še posebej področje avtomatizacije nasploh, kamor spadata tudi strega in montaža, ter na kratko podala pregled podatkov o stanju kovinske industrije v Sloveniji v letu 2007 in trendov nadaljnjega razvoja.

Predstavitvi podjetja FESTO, d. o. o., Ljubljana, in njegovega programa je sledil strokovni del srečanja, ki je bil razdeljen na štiri tematska po-

dročja. Uvodoma je bila obravnavana tematika fleksibilnih strežnih in montažnih sistemov ter robotike z nekaterimi pogledi na aktualno dogajanje v praksi. Sledili so primeri krmiljenja in senzorike iz prakse in del s poudarkom na pomembnosti doseganja kakovosti v današnji proizvodnji. V tretjem tematskem sklopu je nekaj podjetij predstavilo praktične izkušnje s področja načrtovanja in avtomatizacije strežnih in montažnih sistemov. V zadnjem tematskem sklopu je bila obravnavana tematika razpoložljivosti in zanesljivosti montažnih sistemov in njihovo ekonomsko vrednotenje.

Po zaključku posveta je sledila delavnica z naslovom Kritični faktorji uspešnosti pri uvajanju novih tehnologij, ki jo je vodil dr. Peter Metlikovič, direktor zavoda za izobraževanje, raziskovanje in svetovanje – PTICA.

Na posvetu so se predstavila številna podjetja s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in tudi mnogimi dilemami. Mnoge rešitve, ki so bile prikazane, so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev. Prav gotovo bodo marsikomu pomagale pri reševanju problemov in dilem, s katerimi se srečuje v vsakodnevni praksi.

Posvet ASM '08 je bil odlična priložnost za srečanje strokovnjakov s sorodnih področij in medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

*Doc. dr. Niko Herakovič,  
UL, Fakulteta za strojništvo*

*nadaljevanje s strani 507*

*Tematika srečanja:*

- Asistenca voznikov mobilnih delovnih strojev
- Rutinske naloge voznikov
- Varnost
- Avtomatizirano vodenje mobilnih delovnih strojev
- Vzdrževanje po stanju
- Računalniško zaznavanje in diagnoza motenj in okvar
- Nove zamisli krmiljenja

*Informacije:*

- [www.hanser.de/arbeitsmaschinen](http://www.hanser.de/arbeitsmaschinen)

### ■ Seventh International Conference on Fluid Power Transmission and Control, 2009 – Sedma mednarodna konferenca o pogonu in krmiljenju s fluidi, 2009

07.–10. 04. 2009

**Hangzhou, Kitajska**

*Organizatorji:*

- Inštitut za mehatroniko pri univerzi v Zhejiangu
- Kitajsko ministrstvo za izobraževanje
- Nacionalni sklad Kitajske za naravoslovne znanosti

*nadaljevanje na strani 581*



## O posvetu ASM so povedali:

**Igor Puhar, Cimos d. d., Koper**



V našem podjetju smo leta 1990 začeli skupaj z našimi dobavitelji razvijati kompleksnejše montažne linije – ML. Nato smo jih iz leta v leto nadgrajevali z višjo stopnjo avtomatizacije. Na začetku je bila pobuda tehnološke zasnove delovanja ML Cimosova. Ko pa so naši partnerji videli, kako razmišljamo, so vsi dodajali še svoje dobre ideje. Vedno pa je bil izziv, ali dovolj dobro poznamo vgradne komponente, ekonomski izračun ML, upravičenost stopnje avtomatizacije itd. Ker v začetku devetdesetih ni bilo teh posvetov, je bila »sodobnost« odločitev prepuščena iznajdljivosti in izkušnjam posameznikov. Sedaj, ko si poglede, mnenja, izkušnje izmenjujemo med seboj, nam je to v veliko zadovoljstvo, saj vidimo, da so izzivi avtomatizacije prisotni na celotnem področju Slovenije. Tako dobimo vpogled v različna podjetja, razmišljanja in izkušnje, tako negativne kot tudi pozitivne.

Zelo pomemben del posveta so predstavitev novosti oz. v katero smer

**Dušan Gregorič, Iskra Avtoelektrika, Asing, d. o. o., Šempeter pri Gorici**



gre razvoj na področju avtomatizacije strege in montaže v svetu. Če tega vpogleda nimamo, lahko sprejmemo napačne odločitve, ki imajo slabe posledice še leta. Za zbir razmer na svetovnem tržišču pa so zelo primerne univerze, ki lažje dostopajo tudi do skrivnejših podatkov. Zelo dobro analizo je podal prof. Herakovič.

Potrebno posvetov je v tem, da na enem mestu izmenjamo izkušnje, ne samo, kako smo kaj zgradili, ampak da si v živo preko animacij ogledamo rešitve (je skoraj tako dobro, kot da bi obiskali podjetje), na zgoščen način so predstavljeni principi delovanja nove opreme (senzorjev, cilindrov, kamer in ostalih modulov), za katere bi preko drugih medijev potrebovali bistveno več časa. Na prejšnjem posvetu so bile predstavljene selitve ML v tujino, pa tudi iz tujine nazaj – zanimivi so razlogi za odločitve, ki lahko podjetjem »odprejo oči«.

Pred štirimi leti so bili velik izziv merilni sistemi s kamerami, sedaj pa se vidi, da so te aplikacije bistveno napredovale. V splošnem pa so merilni sistemi še vedno »trd oreh« za avtomatizirane aplikacije in bomo tudi na prihodnjih posvetih temu namenili še kakšen referat.

Letošnji posvet je bil zelo dinamičen, z veliko različnimi temami, ki se dotikajo strege in avtomatizacije.

Posveta ASM se udeležujem zadnjih nekaj let. Reči moram, da je ta posvet v slovenskem prostoru edinstven, saj se na enem mestu zbere Slovenija v malem. Tu je kar veliko ljudi, ki se tako v podjetjih kot tudi v znanstvenih ustanovah ukvarjajo z avtomatizacijo strege in montaže.

Zelo koristni se mi zdijo prispevki znanstvenih ustanov. Tako se mi, uporabniki in razvijalci strežnih in montažnih sistemov, seznanimo z marsikatero novostjo, ki bo svojo uporabnost že v bližnji prihodnosti potrdila v praksi.

Za moj pogled so bile vse teme prave. Zanimive so bile predstavitev računalniških simulacij, ki omogočajo pravilno izbiro najboljše alternative in proizvodnjo načrtovane montažne linije že od začetka projekta ali ponudbe (če se tu zmotimo, lahko delamo vseskozi zastoj) pa do predstavljenega izračuna zanesljivosti vgradnih komponent in cele ML.

V prihodnje bi si želeli še bolj poglobljeno analizo trendov in stanja na tržišču in upamo, da bomo našli tudi prave odgovore, kako projektirati montažne sisteme, da se bomo hitro in fleksibilno prilagajali zmanjšanim/povečanim količinam izdelkov, različnim vrstam izdelkov, kako za najmanjši vložek dobiti največ denarja ipd. Tako bomo morda prišli tudi do optimalnega koncepta cele tovarne, ne samo posamične delovne enote. Želeli bi tudi predstavitev uvajanja korekcijskih naprav za avtomatsko korekcijo tečajev (merilni sistem z računalniškim vidom – kamera – ali z drugimi senzorji in online korekcija preko servopogonov), več aplikacij z avtomatizirano robotsko strego oz. uvajanjem robotiziranih montažnih celic

Za konec bi dodal, da je lepo videti, da ima Slovenija toliko znanja, da lahko rešimo kakršen koli izziv. Upam, da se bomo srečevali tudi v prihodnje.

Na posvetu se predstavijo tudi podjetja s svojimi dosežki. Primeri iz prakse so še posebej zanimivi. Lepo je narediti inventuro narejenega v minulem letu in to prikazati tudi kolegom. To je priložnost, da svojo firmo predstavimo širši javnosti, pa tudi možnost, da vidimo, kako daleč smo mi na tem področju.

Posvet ASM tako v bistvu pospešuje tudi sodelovanje med industrijo in univerzo oz. fakulteto za strojništvo ...

## Podnebju prijazne inovacije

Na 3. Slovenskem forumu inovacij, ki je potekal 21. in 22. oktobra v Cankarjevem domu, je bil poudarek na inovacijah, ki se pozitivno odzivajo na podnebne spremembe. V tem duhu je dogodek odprl tudi mag. Andrej Vizjak, minister za gospodarstvo.

Vizjak je poudaril, da je v inovacijah, ki upoštevajo in vsaka na svoj način odgovarjajo na podnebne spremembe, viden konkreten odziv na to problematiko. »Skrb za okolje za podjetje namreč ne sme biti samo strošek, ampak je lahko tudi konkurenčna prednost. Predvsem mala in srednje velika podjetja se lahko s svojo prilagodljivostjo uspešno razvijajo v okviru novonastalih tržnih niš in s tem postajajo in ostajajo konkurenčna – tudi na globalnem trgu. Pri tem pa seveda morajo biti inovativna na vseh področjih, od poslovnih procesov do produktov in trženja,« je dejal Vizjak na nestandardnem odprtju. To je namreč potekalo ob Elektrončkovem elektromehanskem igralnem aparatu za black jack, kjer so direktorji petih najbolj inovativnih podjetij (Pipistrel, Lzoelektro, Indramat elektromotorji, Iskratel, Elektronček) ob predstavitev svojih inovacij na igralnem avtomatu preizkušali svojo srečo. O elektromehanskem igralnem aparatu za black jack je **Joc Pečecnik**, eden od avtorjev inovacije, povedal, da je to prvi aparat za to igro na svetu, ki uporablja prave karte in je obenem popolnoma avtomatski.

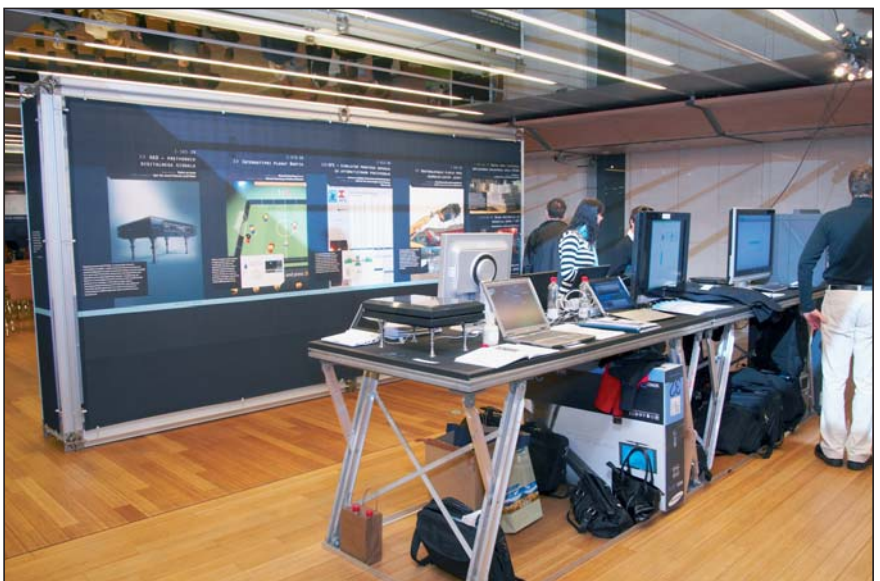
Ena od letošnjih najboljših inovacij, ki je podnebju zelo prijazna, je Pipistrel Taurus Electro, prvo dvosedežno letalo na električni pogon na svetu. Po besedah **Iva Boscarola**, njegove ničelne emisije CO<sub>2</sub> in zmanjšan hrup predstavljajo revolucijo na področju letalstva, saj ob letalnih lastnostih in ekonomičnosti pomenijo tudi prvi korak pri zmanjševanju odvisnosti od fosilnih goriv v letalstvu.



Otvoritev foruma inovacij

Podjetje Iskratel je na letošnjem forumu predstavljalo kar pet inovacij, in sicer: telekomunikacijski sistem SI3000 MSCN, dostopovno vozlišče SI3000 MSAN, spletni komunikacijski portal, okolje za testiranje telekomunikacijskih produktov in rešitve za operativno tehnološke zveze. Podjetje Indramat elektromotorji je predstavilo dve izbrani inovaciji transformatorskega sistema za uporabno točkasto varjenje in paket linearnega motorja, podjetje Lzoelektro pa inovacijo "povečana vertikalna sila na kompozitnem izolatorju".

Izbor inovacij v letošnjem letu je bil po mnenju predsednika nacionalne komisije za inovacije **izr. prof. dr. Matjaža B. Juriča** v primerjavi s prejšnjima forumoma najboljši in seveda najbolj konkurenčen. Komisija, sestavljena iz 61 slovenskih strokovnjakov in štirih tujih svetovalcev, je izbrala deset najbolj inovativnih podjetij, ki med vsemi prijavljenimi predstavljajo najboljše inovacije, 30 inovacij in letos prvič pet visoko uvrščenih inovacij študentov, dijakov in mladih raziskovalcev.



Predstavitev inovacij

»S forumom nam je uspelo oblikovati nov instrument spodbujanja inovativnosti na nacionalni ravni, ki uspešno povezuje podporno okolje, finančni sektor, konkretne inovacijske projekte in zainteresirano študentsko ter ostalo javnost. Da pa bo v prihodnosti še več uspešnih inovacij, bomo danes premierno predstavili Slovenski center za konkurenčnost in inovativnost, ki bo v okviru JAPTI deloval kot usmerjevalec in povezovalac vseh akterjev inovacijskega podpornega okolja,« je zaključil pozdravni govor **mag. Peter Ješovnik**, direktor JAPTI.

Vizjak je Slovenski forum inovacij odprl z besedama inovativnost in ustvarjalnost kot njenim predpogojem. »Evropa je leto 2009 proglasila za evropsko leto ustvarjalnosti in inovacij. Spodbuda ustvarjalnosti in inovacijam naj bi tako postala ključni dejavnik za razvoj osebnih, poklicnih, podjetniških in socialnih kompetenc.«

Na razstavi plakatov in eksponatov sta zbudila največ pozornosti **Pipistrel Taurus Electro** – prvo dvo-sedežno električno letalo na svetu in Elektrončkov igralni aparat **BlackJack**. Predstavljale pa so se tudi druge zanimive inovacije, med njimi Trimo EcoSolar, strešna kritina, ki omogoča izkoriščanje sončne energije, enokolo, varnostnonadzorni robot, genetske rešitve in vrsta drugih inovacij.

Razstavo najboljših inovacij je dopolnjeval interaktivni izobraževalni program, ki se je vsebinsko navezoval na štiri tematske sklope: poslovno-



Prvo dvosedežno električno letalo Pipistrel Taurus Electro

inovacijski program, mednarodne poslovne priložnosti, odprti oder s predstavitvami inovacij in program za mlade. V izobraževalnem programu, ki je bil namenjen promociji, spodbujanju in razvoju slovenskega inovativnega podjetništva, je sodelovalo 77 strokovnjakov, podjetnikov, inovatorjev in znanstvenikov. V sklopu programa je bilo organiziranih 7 predavanj, 13 delavnic in 17 okroglih miz ter 22 predstavitev najboljših inovacij na odprtem odru.

V *Poslovnem stičišču* je bilo navezanih okoli 100 poslovnih stikov med 26 podpornimi in finančnimi institucijami ter inovatorji. V svetovalnem središču *Pot podjetniške zamisli* je sodelovalo 8 institucij podpornega okolja, med njimi tudi JAPTI in njihov Slovenski center za konkurenčnost in inovativnost ([www.imamidejo.si](http://www.imamidejo.si)).

Vsi obiskovalci foruma so prejeli brezplačni katalog *Inovativni potencial Slovenije!*, v katerem so predstavljene vse najboljše inovacije. V katalogu je zabeležen tudi odziv inovativnih podjetij in inovatorjev na podnebne spremembe, ki so odprle nova področja in nove razsežnosti iskanja rešitev (inovacij) za trajnostni razvoj.

Organizatorja 3. Slovenskega foruma inovacij sta Javna agencija RS za podjetništvo in tuje investicije (JAPTI) ter Ministrstvo za gospodarstvo. Izvajalec je Inštitut Hevreak! v sodelovanju z Inštitutom za raziskovanje podjetništva (IRP) in Centrom za raziskovanje novih tehnologij (CNT).

Alja Gajšek,  
Inštitut Hevreak!, Ljubljana  
Foto: Nik Jarh

Najavljamo posvet:

### VITKA ORGANIZACIJA: KAKO SE PRILAGODITI NOVIM RAZMERAM?

ki bo v začetku februarja v Ljubljani.

Kako obdržati promet, izboljšati učinkovitost procesov in povečati vključenosti in odgovornost vseh zaposlenih?

- Na posvetu bo predstavljenih deset primerov vitke preobrazbe iz slovenskih podjetij.
- Posvet je namenjen vodstvom organizacij vseh velikosti, ki potrebujejo izboljšati svoje poslovanje in vsem, ki so praktiki na področju izboljšav procesov, kakovosti, produktnega menedžmenta, razvoja, tehnologije, proizvodnje, dobaviteljske verige...

Zaključili bomo z razpravo o uvajanju pristopov in mehanizmov vitke organizacije v slovenska podjetja.

Kontakt: [peter.metlikovic@siol.net](mailto:peter.metlikovic@siol.net), 041-787436, Ptica - zavod, Kranj



PTICA - zavod za  
izobraževanje, raziskovanje  
in svetovanje,  
Ješetova ulica 25  
4000 Kranj

tel. 041 787436, 04 2312555,  
[peter.metlikovic@siol.net](mailto:peter.metlikovic@siol.net)

## Zanimivosti iz 3. slovenskega foruma inovacij

Rdeča nit tokratnega foruma je bila povezanost inovacij in okolja. Vedno znova se pojavlja vprašanje, kako usmeriti razvojno in raziskovalno delo, da bi ohranili zdravo in človeku prijazno okolje ter obenem napredovali v industrijskem razvoju. Izkoriščanje dobrin za industrijski razvoj namreč ni vedno tudi okolju prijazno. Zgraditi je zato treba lok med znanostjo, inovacijami in varovanjem okolja. V ta namen je treba razvijati znanje in ga uporabiti tudi za varovanje okolja. Pridobljeno znanje in inovacije pa je treba povezati s podjetništvom, saj se inovacije osmislijo šele z njihovo uporabo. Forum je zato še posebej nagradil podjetja, ki razvijajo okolju prijazne izdelke.

Kljub resnosti problema okolja je bila uvodna okrogla miza prežeta z vprašanjem sreče. To pa zato, ker je bila na tokratnem forumu predstavljena inovacija na področju igralništva. Podjetje Elektronček, d. o. o., ki je dobilo priznanje kot inovativno podjetje, je namreč predstavilo svojo inovacijo na področju igralništva – igralni avtomat G4 Organic Card 06/07 za Black Jack, kjer si lahko poskusil srečo. Izdelek je visokotehnološki stroj in je plod razvoja domačih strojnikov, elektronikov in programerjev. Pri tem po besedah Joca Pečečnika, ki jih je izrekel na okrogli mizi in podelitvi priznanj, poznamo tri vrste inovacij. Mnenja je, da so to lahko podporne inovacije, ki nastanejo kot potreba po tehnološkem razvoju podjetja, in inovacije pri razvoju izdelkov in njihovi izboljšavi. Kot najpomembnejše je navedel inovacije, ki imajo strateški značaj, in predstavljeni avtomat je za podjetje strateška inovacija, saj pričakujejo, da jim bo uspel strateški preskok pri prodoru na svetovni trg te tržne niše. Na koncu pa je dodal, da je žal vse preveč sanjskih inovacij, ki nastajajo v krogih, ki niso povezani z realnim življenjem in proizvodnjo, največkrat pa se tudi ne osmislijo. Vsekakor pa so inovacije tiste, ki morajo imeti osnovo v lastnem delu in razvojni viziji in morajo biti poslovno narav-

nane. Prav slednjemu, kako pripeljati inovacijo k uspešni realizaciji, je bilo posvečenih več predavanj in okroglih miz.

Strokovno javnost in mnoge ljubitelje letalstva pa je razveselilo priznanje podjetju Pipistrel, d. o. o., kot inovativnemu podjetju in njihovem izdelku dvosedežnemu elektromotornemu letalu, ki je že prestalo uspešen polet. Tudi to inovacijo kot mnoga prejšnja letala, ki so bila izdelana v Ajdovščini, lahko uvrstimo med strateške inovacije, saj s svojim razvojnim delom podjetje uspešno prodira v svet ultralahkih letal.

Tudi ostala podjetja s priznanjem za inovativnost – Indramat elektromotorji, Izoelektro, Iskratel, ETI Elektroelement, Domel, Iskra Avtoelektrika,



Transformator za točkasto varjenje (vir: Indramat)

Trimio in Acroni v svoje strateške načrte uvrščajo stalen razvoj in podpirajo inovacije tako v razvoju svojih izdelkov kot v poslovanju.

Forum je predstavil tudi 30 izbranih inovacij posameznikov inovatorjev, podjetij, raziskovalnih institucij in univerze. Seveda pa ne smemo še mimo inovacij, ki so jih predstavili mladi, ki so tekmovali na različnih natečajih in se predstavili na razstavi.

Podjetje Indramat elektromotorji, d. o. o., iz Škofje Loke je prejelo

priznanje in se je uvrstilo med deset najbolj inovativnih podjetij. Predstavili so dva izdelka: transformator sistema za uporovno točkasto varjenje in paket linearnega motorja.

Avtorji izuma **transformator sistema za uporovno točkasto varjenje** so Anton Šolar, dr. Beno Klopčič, Rado Lisjak in Thomas Klingner.

Predmet inovacije je transformator srednjefrekvenčnega sistema za uporovno točkasto varjenje. Sestavni elementi v transformatorju so konstruirani tako, da omogočajo lažjo izdelavo teh elementov in tudi hitrejšo sestavljanje z vijačenjem, obenem pa izboljšajo njegove lastnosti. Tehnologija izdelave je okolju prijazna.

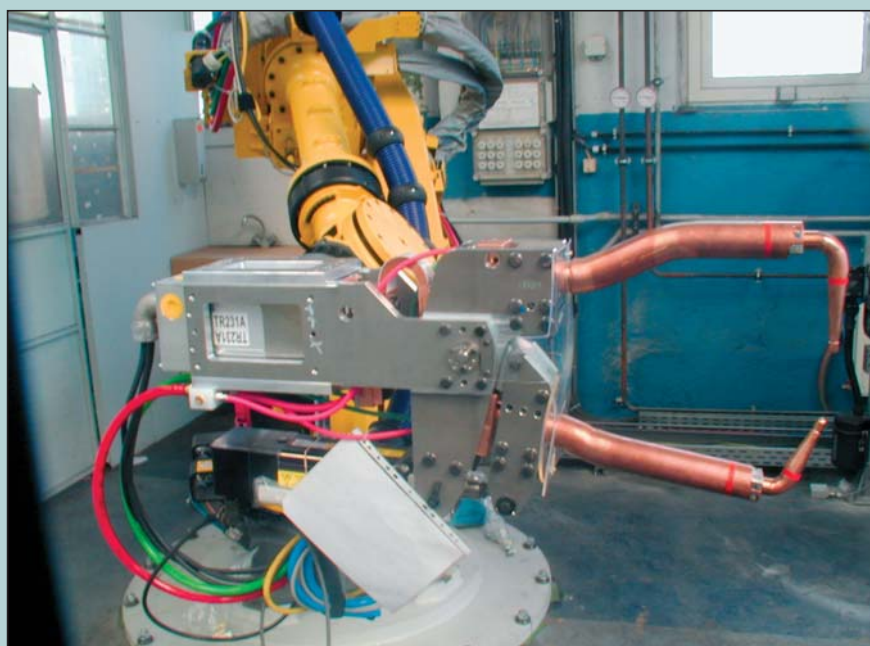
Sekundarno navitje je sestavljeno iz tako imenovanih E-ovojev, ki so izdelani iz bakrene plošče, so enostavni za izdelavo in vgradnjo, omogočajo zelo dobro hlajenje sekundarnega in posredno tudi primarnega navitja.

Napredno hlajenje usmerniških diod na izhodu transformatorja

je izvedeno posredno preko kontaktnih plošč, ki jih hladijo sestavni elementi s kanali z veliko hladilno površino.

Z izumom so dobili lastni varilni transformator z zelo veliko specifično močjo, ki je zaradi edinstvenih konstrukcijskih rešitev boljši in cenejši od konkurenčnih. Edinstvena konstrukcija varilnega transformatorja je zaščitena z dvema mednarodnima patentoma.

Transformator srednjefrekvenčnega sistema za uporovno točkasto var-



Varilni transformator na robotski roki (vir: Indramat)

jenje z enosmernim tokom je namenjen za prigraditev na robotsko roko. Ta varilni transformator uspešno izdelujejo in prodajajo v glavnem avtomobilski industriji. Z njim so prodrli tudi na ameriški trg, na primer v podjetje General Motors.

Podjetje Indramat elektromotorji, d. o. o., iz Škofje Loke in avtorji Rado Lisjak, dr. Ingolf Groening, dr. Cristian Kaehler so prejeli priznanje za izum, ki rešuje problem prevelike valovitosti sile pri sinhronskem linearnem motorju, obenem pa še omogoča večjo specifično moč motorja.

Bistvo iznajdbe je v pomožnem vmesnem zobu na listu primarnega dela sinhronskega linearnega motorja, ki omogoča večjo specifično moč motorja pri nespremenjeni temperaturi navitja in manjšo valovitost sile motorja, kar je zelo pomembno predvsem pri uporabi motorja za direktne pogone osi pri obdelovalnih strojih.

Uvedba pomožnega zoba, katerega oblika in višina sta izbrani tako, da ne moti osnovnega magnetnega polja oziroma ga celo izboljša. Omogoča največji mogoči odvod toplote iz navitja motorja na paket in preko paketa na hladilni sistem motorja.

Pomožni zob omogoča tudi večjo mehansko stabilnost motorja, saj je pa-

ket bolj odporen na upogib zaradi delujočih razpornih sil. S tem sta bili doseženi višja kakovost izdelkov in večja konkurenčnost na svetovnem tržišču.

Izum je patentiran.

Na forumu inovacij vedno sodelujejo tudi univerze in raziskovalni inštituti. Med njimi je kar precej zanimanja, še posebno mladih, pritegnila predstavitev Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani **Lasersko merjenje in izdelava tridimenzionalnih oblik – LASMIL** glej sliko na str. 515. Avtorji inovacije so dr. Ivan Vengust, dr. Matija Jezeršek, dr. Drago Bračun, Alojz Kapler, Mirko Klanjšček, izr. prof. dr. Janez Diaci in izr. prof. dr. Peter Butala.

Sistem LASMIL omogoča hitro, enostavno in natančno merjenje tridimenzionalnih teles in izdelavo njihovih replik. Sestavljajo ga brezdotični laserski merilni sistem, namizni računalniško krmiljeni (CNC) frezalno-gravirni stroj in procesni krmilnik z ustrežno program-

sko opremo in uporabniškim vmesnikom. Uporaben je za merjenje zelo zahtevnih oblik objektov, ki so lahko tudi iz mehkih in krhkih materialov ali v vročem stanju, pri katerih kontaktni način merjenja ni primeren. Integracija s CNC-krmiljenim obdelovalnim strojem omogoča hitro, natančno in uporabniku prijazno izdelavo replik, ki jih lahko tudi enostavno modificiramo ali izdelamo v merilu glede na original. Ta originalna rešitev odpira številne nove možnosti v industriji, medicini, umetnosti, arheologiji, izobraževanju in drugod.

Izmed mladih inovatorjev želimo predstaviti inovacijo dveh mladih raziskovalcev Druge gimnazije Maribor, Luke Mustafa in Tima Pušnika Jaušovca, ki sta želela prispevati k boljši izrabi delovnega časa profesorjev in učiteljev. Razvila sta **sistem za avtomatično preverjanje prisotnosti dijakov**.

Dijaka inovatorja je motila izguba časa za preverjanje prisotnosti, ki je povprečno vsak dan 4,4 % ure. Ker je informacijska tehnologija v šolah že zelo razširjena, bo njuno inovacijo mogoče enostavno vključiti v obstoječe informacijske sisteme.

Sistem za preverjanje prisotnosti dijakov temelji na RFID-tehnologiji v povezavi s podatkovno bazo. Uporabnik sistema, v šoli dijak, se identificira z lastno RFID-oznako ob vstopu v razred. Ob pričetku učne ure so podatki o prisotnosti preko



Linearni motor in lamela paketa motorja (vir: Indramat)

uporabniškega vmesnika že na voljo profesorju. Nekajminutno preverjanje



Sistem za lasersko merjenje in izdelava tridimenzionalnih oblik (vir: LAKOS, Fakulteta za strojništvo)

prisotnosti tako učinkovito zmanjšamo le na nekaj sekund.

Sistem sta avtorja zasnovala tako, da služi uporabniku in obenem omogoča nadaljnjo obdelavo podatkov. Uporabnika dijaka sistem obvesti o odsotnosti po elektronski pošti. Sistemu lahko dodamo tudi spletni vmesnik, kjer je mogoče najti gradiva, uporabljena pri učnih urah in drugo. Zaradi odprtokodne zgradbe in povezljivosti je sistem mogoče povezati z že obstoječimi informacijskimi sistemi. Dokaj popularno elektronsko red-

valnico je mogoče prilagoditi tako, da uporabi podatke sistema in ustvari potrebno statistiko, tako obdelani podatki pa kasneje omogočajo podrobnejšo analizo prisotnosti. Ti podatki se lahko nato uporabijo pri pripravi učnega načrta in posameznih učnih ur in zvišajo učinkovitost učnega procesa. Potencialne možnosti uporabe in načini implementacije so omejeni le z domišljijo uporabnika. Sistem pa je zasnovan ekonomično, saj je samo nadgradnja že obstoječe IT-tehnologije v šolah, tako gradnja novega omrežja sploh ni potrebna.

Avtorja sta izdelala tudi prototipni model, ki je bil nekoliko okrnjen, vendar pa je uspešno prikazal funkcionalnost in delovanje. Za beleženje uporabnikov sta uporabila čitalec USB RFID s sprejemno frekvenco 125 kHz in ustrezne RFID-oznake (TK4100 read-only). Pri programski zasnovi sta se odločila za dinamičen program, spisan v PERL-u, ki na strežniku obdeluje zahteve in bazo podatkov. Uporabniški vmesnik sta napisala v PHP-ju. S tem sta demonstrirala fleksibilnost same zasnove.

Po predstavitvi sistema na Slovenskem forumu inovacij sta se uspešno povezala s slovenskim podjetjem, ki jima bo omogočilo postavitev sistema na preizkusni lokaciji.

Bogat spremljevalni program je oba dneva pripeljal v prostore Cankarjevega doma številne mlade raziskovalce, študente in dijake. Mnoge so zanimale možnosti in viri financiranja, druge, kako preiti od ideje do prototipa, tretje zopet okoljske spremembe in poslovne priložnosti in seveda še druge teme.

*dr. Dragica Noe, Revija Ventil  
dr. Beno Klopčič, Indramat,  
Škofja Loka  
dr. Peter Butala, FS Ljubljana  
Luka Mustafa,  
Tim Pušnik Jaušovec,  
oba Druga gimnazija Maribor*



### Frekvenčni regulator Commander SK

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



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

- Izvajamo:**
- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
  - predelava strojev
  - regulacija vrtenja motorjev
  - krmiljenje strojev

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



### Prikazovalnik pozicije Z-58

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

## 18. tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije Rogla, 9.-10. oktober 2008

18. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije je uspešno zaključeno.

Tudi letos ga je organiziral organizacijski odbor po pooblastitvi izvršilnega odbora Društva vzdrževalcev Slovenije (DVS). S pripravami smo začeli spomladi, ko smo glede na izkušnje iz preteklih let, odmevnost in realne možnosti izdelali scenarij, strategijo in cilje posvetovanja. Ti so služili kot izhodišče za izvedbo in organizacijo celotne prireditve. Člani organizacijskega odbora smo bili odgovorni vsak za svoje področje dela. Tako organizacijska oblika se je pokazala kot zelo učinkovita, saj so seje in medsebojna dogovarjanja potekali konstruktivno in strokovno. Vsi člani organizacijskega odbora so se izkazali s timskim delom.

Od določenih prioritarnih nalog smo največ pozornosti namenili oblikovanju in postavitvi spletne strani, skrbi za razstavljalce in udeležence, sponzorjem, predavateljem in diplomskim nalogam, »najvzdrževalskemu« izdelku, otvoritveni slovesnosti, večerni zabavi s humoristi, razstavnim prostorom, ozvočenju in okrasitvi dvorane, izdaji posebne revije Vzdrževalec – Zbornik, medijskim sponzorjem in medijem, izdelavi vabil ter dogovarjanju in usklajevanju z Unior turizmom.

Spletni portal smo dopolnili in oblikovali tako, da si je vsak razstavljaev na spletni strani zelo hitro in enostavno izbral razstavno mesto in ga potrdil. Enako smo storili z elektronskimi obrazci za prijavo razstavljalcev in udeležencev. Razstavna mesta smo razporedili drugače kot lani, ker smo upoštevali mnenja razstavljalcev. Letos smo razstavna mesta tudi oštevilčili, tako da so obiskovalci lažje poiskali razstavljalca.



Razstavni prostor 18. TPVS

V primerjavi z lanskim letom je bilo letos znatno več udeležencev posvetovanja, kar je spodbudno, če pomislimo, da je pred nekaj meseci v organizaciji Celjskega sejma potekal sejem Terotech in so mnogi razstavljalci in obiskovalci obiskali že to prireditev.

Ponovno smo ocenjevali najboljša diplomska dela. Nagrado »zlato diplom-

sko delo« je prejel diplomant Marko Cartl iz Univerze v Mariboru, Fakultete za strojništvo za diplomsko delo z naslovom »Možnosti varčevanja z energijo na mestu porabe stisnjene zraka« pod mentorstvom doc. dr. Darke Lovreca iz UM, FS Maribor.

Imeli smo tri glavne sponzorje: diamantni je bila Skupina Fori iz Velenja, zlati Hydac, d. o. o., iz Maribora,



Podelitev priznanj za kakovost razstavljenih izdelkov

generalni sponzor pa je bila družba Sick, d. o. o., iz Ljubljane. Ti sponzorji so se predstavili na otvoritveni slovesnosti. Poleg teh pa je srečanje podprlo še 18 drugih sponzorjev.

Med posvetovanjem so potekala tudi zanimiva strokovna predavanja, ki so se letos prvič izvajala vzporedno v dveh novih predavalnicah, lociranih nad recepcijo hotela. Izvedenih je bilo 14 predavanj strokovnjakov, ki jih je izbrala posebna strokovna komisija na osnovi izbrane tematike. Druga značilnost letošnjih predavanj je bila zelo visoka udeležba poslušalcev. V primerjavi s preteklimi leti, ko je posamezno predavanje poslušalo maksimalno 40 udeležencev, jih je bilo letos skoraj dvakrat več, saj jih je bilo v konicah v obeh predavalnicah

tudi po 70. Predavanja so bila bolj povezana s prakso in novimi tehnologijami. Obisk predavanj in zanimanje medijev zanje potrjujeta pravilnost izbire obravnavanih tem.

Tudi letos smo podelili priznanja za kvaliteto razstavljenih izdelkov. Zlato plaketo je dobil Laboratorij za oljno hidravliko Univerze v Mariboru – Fakulteta za strojništvo – za izdelek »varčna šoba«, srebrno pa podjetje Vimos, d. o. o., za izdelek »špiralni (objemni) grelec s tipalom«. Bronasto plaketo smo podelili podjetju Svetloba, d. o. o., za izdelek »industrijska svetilka Reflecta Ecopower Lights«.

Od povabljenih tujih gostov sta se 18. Tehniškega posvetovanja udeležila predsednik evropskega združenja

nacionalnih združenj vzdrževalcev EFNMS (*European Federation of National Maintenance Societies*) g. Hans Klemme Wolff in podpredsednik Društva vzdrževalcev Hrvatske (HDO) dr. Ivo Čala. Ostali vabljeni so se opravičili.

Ob tej priložnosti se zahvaljujem članom organizacijskega odbora, funkcionarjem društva in vsem udeležencem, ki so s svojim delom, sodelovanjem in nenazadnje obiskom razstavnih mest in predavanj pripomogli k razpoznavnosti društva v medijih in slovenskem gospodarstvu.

*Sergio Tončetič*  
Predsednik OO 18. TPVS



DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

**DVS** 

**DELO IN ZNANJE - VZDRŽEVANJE**  
www.drustvo-dvs.si

*Vesele praznike  
ter srečno in uspešno*

**2009**





## Dan robotike Stäubli - Domel

Na področju avtomatizacije proizvodnih procesov v zadnjih nekaj letih ni mogoče spregledati opazne rasti uporabe industrijskih robotov. Robote je mogoče uporabiti pri avtomatizaciji različnih procesov v proizvodnji, kot so: strega in montaža, kontrola in meritve, pakiranje, varjenje, poliranje, lakiranje in drugo. Robotske montažne celice z integriranim robotskim vidom ali brez njega tako postajajo pravilo in ne več izjema. Njihova uporaba v primerjavi s klasičnim načinom montaže omogoča tudi do 25 % povečanje produktivnosti. Nezanemarljivo pa je tudi dejstvo, da je v primeru prehoda na drugačen izdelek oziroma njegovo izpeljanko v grobem potrebno le reprogramiranje celice. S tem je zagotovljena njihova splošna uporabnost, neodvisnost od življenjske dobe izdelka in relativno kratki časi uvajanja, nastavljanja in menjav.

Podjetje Domel, d. d. – PC OZI je tako od leta 2006 za svetovno znanega proizvajalca robotov Stäubli uradni zastopnik in distributer za slovenski trg. Paleta robotov Stäubli obsega 19 različnih tipov, ki se razlikujejo tako



*Udeleženci so pozorno prisluhnili predavanju o VAL3 programski opremi*

po velikosti kot namenu uporabe. Njihova značilnost je velika natančnost in ponovljivost položaja pri velikih hitrostih gibov, kompaktnost izvedbe, majhna poraba prostora in energije, poljubna možnost montaže (tla, stena, strop) ter enostavno programiranje in upravljanje s pomočjo SRS Stäubli Robotic Studia.

V četrtek, 27. 11., je bil v športni dvorani v Železnikih Dan robotike Stäubli - Domel, kjer je bila prikazana uporabnost robotov v proizvodnih procesih.

Predavala sta g. Hansi Berr in g. Franka Pirkl, predstavnika podjetja Stäubli. Oba delata na področju podpore strankam. Predstavitve se je udeležil tudi g. Alexander Müller – vodja prodaje za vzhodno Evropo. Predstavitve se je tako poleg domelovcev udeležilo še preko 40 strokovnjakov iz podjetij s področja celotne Slovenije. Ogledali so si lahko pet razstavljenih modelov robotov, vgrajenih v štiri delujoče democelice. Ne eni od aplikacij pa so se lahko preizkusili tudi v spretnosti upravljanja z robotom.



*Rešitev z VALplast softverom in opcijo Compliance. Robot se prilagaja sili izmetačev orodja*

Prva robotska celica je namenjena odvzemanju kosov na stroju za brizganje plastike, pri kateri sta bila uporabljena tip robota TX90XL in programska aplikacija VALplast z Compliance softverskim dodatkom. Ta izvedba programa omogoča hitro in enostavno pripravo in prilagoditev robota za zahtevano izvedbo delovanja, saj vsebuje že prednastavljene programske možnosti. Robot pri odvzemanju odbrizganega kosa iz orodja na stroju sledi sili izmetavanja kosa oziroma pomiku izmetačev. To omogoča enostavnejšo izvedbo prijemala, kar vpliva tudi na njegovo ceno.

Druga celica je prikazovala možnost obdelave odbrizganega plasti nega



Prikaz programiranja robotov Stäubli na Domelovi demo enoti

ohišja. Šestosni robot TX60 je odvezl odbrizgani kos ohišja iz orodja in ga odložil v obdelovalno ležišče. Štiri-osni robot RS60 je pripravljeno kos z brusnim orodjem najprej raziglal. Nato je s hitrim menjalnikom orodij

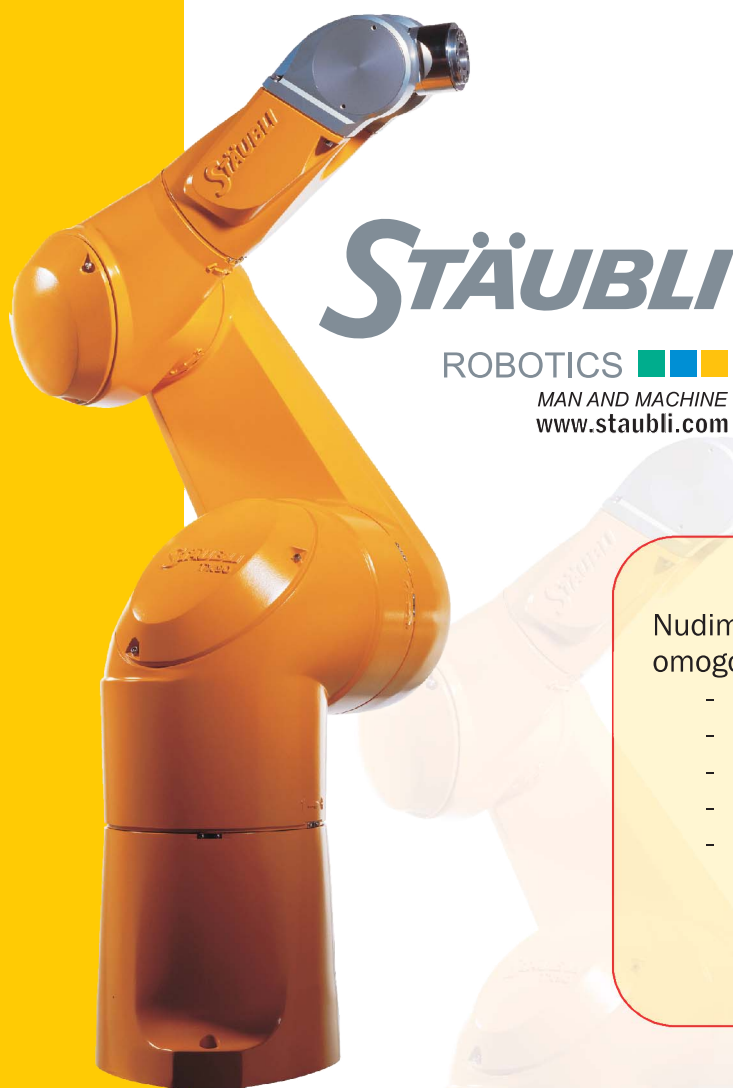
zamenjal brus s povrtalom ter zagrezil odlite izvrtine. Menjava orodij se izvede s pomočjo sistema za hitro vpenjanje in menjavo, ki ga prav tako proizvaja podjetje Stäubli. Tretja celica je prikazovala robot TX60 za

delovanje v čistih, sterilnih prostorih. Roboti in celice so namenjeni za uporabo v medicini, farmacevtski in prehrabni industriji. Predstavljena je bila predvsem možnost gibljivosti in hitrosti delovanja posameznih osi.

Posebna Domelova demorobotska celica je bila izvedena z robotom TX60. Namenjena je bila predstavitvi načina programiranja in upravljanja robotov Stäubli s programsko opremo VAL3. Udeleženci predstavitve so lahko s pomočjo računalnika in ročne posluževalne naprave sami preizkusili različne možnosti.

Upamo, da so udeleženci dobili informacije, zaradi katerih so prišli v Železnike, in da so prireditve zadovoljni. S podobnimi aktivnostmi bomo nadaljevali tudi v bodoče, saj smo v podjetju Domel z izvedbo dneva robotike zelo zadovoljni.

Janez Koblar, Domel, d. d.,  
vodja PC OZI



# 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

## Odprtje izobraževalnega centra za industrijsko avtomatizacijo

V prijetnem in ustvarjalnem okolju Tehnološkega parka v Ljubljani je bil novembra odprt **Izobraževalni Center za industrijsko avtomatizacijo firme TEHNA – ICIA**. Na otvoritev so prišli poslovni partnerji in stranke, pa tudi predstavniki drugih podjetij, ki se ukvarjajo z avtomatizacijo.

Izobraževalni center je namenjen seznanjanju inženirjev in projektantov s področja industrijske avtomatizacije z najnovejšimi tehnologijami, s katerimi se srečujejo pri svojem delu. To so projekti procesnega vodenja in regulacij, avtomatizacije strojev in linij, mehatronike, pozicioniranja, robotike, vizualizacije in nadzora procesov in povezave proizvodnih informacijskih sistemov s poslovnim nivojem (ERP/MES). Ob industriji je takšno izobraževanje zanimivo tudi za inženirje, ki delajo na področjih klimatizacije, avtomatizacije zgradb, čistilnih naprav, energetskih in komunalnih objektov.

Učni center je hkrati učilnica z ustreznimi pripomočki in laboratorij za timsko ali samostojno delo z opremo, kot so PLC-krmilniki s komunikacijskimi vmesniki, vmesniki HMI in PC-računalniki. Periferijo pa sestavljajo senzorji, aktuatorji in motorji pogoni oz. ustrezne simulacije.



*Utrinek z otvoritve*

Strojna in programska oprema centra omogočata načrtovanje, razvoj in simulacijo projektov avtomatizacije v industrijskih panogah, kot so: živilska, farmacevtska, kemijska, jeklarska, gumarska, lesnoobdelovalna, avtomobilska, pakiranje ter OEM-proizvodnja strojev.

Strojna oprema centra je večinoma prirejena za mobilno rabo, kar pomeni, da so posamezni sklopi montirani v ohišja z zaščitnim pokrovom in kolesci, kar omogoča enostaven in varen transport.

Oprema centra obsega:

- 7 PLC-krmilnikov s stikali in signalnimi svetilkami za simulacijo digitalnih in analognih vhodno/

izhodnih signalov, Ethernet in DeviceNet povezljivostjo,

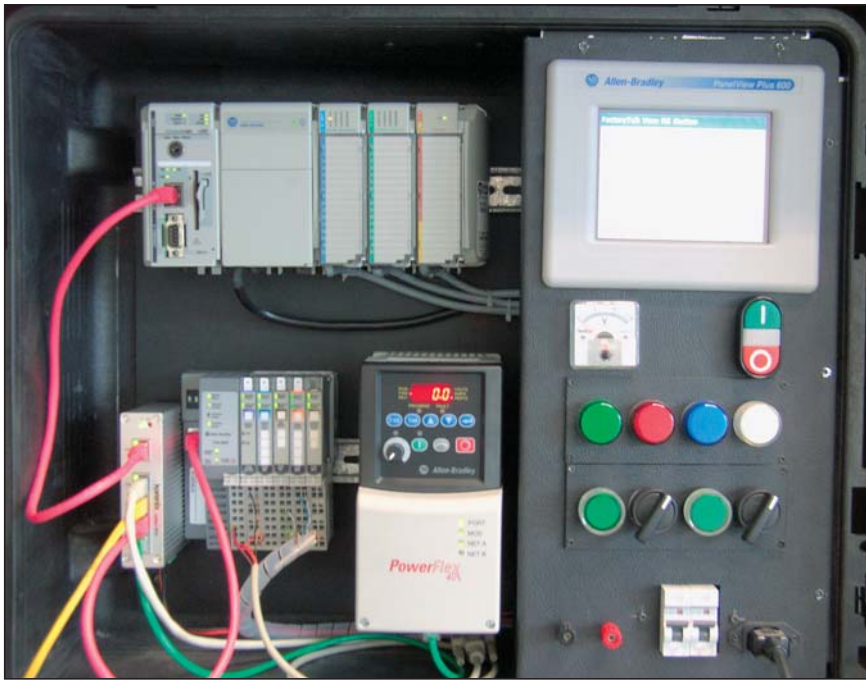
- sklop za simulacijo varnostnih vezij do SIL 3, kategorija 4 (tipke E-stop, svetlobne zavese ...),
- 3 servoregulatorje z motorji,
- 1 linearni aktuator s krmilnikom,
- 4 frekvenčne pretvornike in mehki zagon z AC-motorji, stikali za ročno krmiljenje, Ethernet in DeviceNet povezljivostjo,
- 3 operaterske panele z Ethernet in RS232 povezljivostjo,
- sklop za delo z omrežjem Ethernet (stikala, I/O-moduli, IP-kamere, optični pretvorniki, industrijski sistem Wi-Fi ...),
- sklop za delo s serijskimi protokoli (pretvorniki RS232/485/422, optični pretvorniki, modemi, pretvorniki RS232/Ethernet ...).

Sklopi so tehnološko različno zahtevni, pokrivajo področje od mikro-krmilnikov do distribuiranih večprocesorskih sistemov (DCS). Po potrebi je možno vključiti v vezja tudi senzorje in aktuatorje namesto simulacije vhodnih in izhodnih signalov.

V firmi Tehna namenjajo pozornost industrijskemu komunikacijskemu omrežju (tudi brezžičnemu), kjer ima osrednje mesto vodilo Ethernet (TCI/IP). Pri tem jih vodi ugotovitev, da boljša povezava med proizvodno in poslovno informatiko pozitivno



*Oprema učilnice*



Demonstracijska oprema od blizu: PLC-krmilnik, HMI-panel, I/O-enota in frekvenčni pogon na omrežju Ethernet

vpliva na delovanje podjetja. Na področju avtomatizacije je nabor vmesnikov Ethernet, ki jih proizvajalci uporabljajo na svojih napravah (robotih, senzorjih), vedno večji, vendar danes še ne obstaja enoten standard za industrijski protokol TCP/IP, tako imamo na voljo Profinet, Ethernet/IP, EtherCAT, ModbusTCP in drugo. Na trgu je tudi različna oprema, kot so stikala, routerji, brezžične povezave, ki je že prilagojena za industrijsko rabo. Hkrati z večanjem stopnje informacijske povezanosti pa se povečuje nevarnost nepooblaščenih vdorov, zlorabe ali nenamernih napak. Prav zato je izobraževanje o tehnologiji Ethernet nujno tudi za inženirje, projektante in vzdrževalce industrijskih proizvodnih sistemov.

Tudi varnost strojev in naprav zahteva, da inženirji poznajo nove električne in mehanske komponente, standarde, ki jim je potrebno slediti (kot je IEC61508). Zato so se v centru usmerili na prihajajoče rešitve, ki jih je mogoče programirati («Safety» PLC in Ethernet izvedbe) in nadomeščajo elektromehanske pristope. Udeleženci lahko na simulatorju sami preizkusijo pomen kategorij varnostnih električnih naprav po EN954-1 pri odkrivanju napake kratkega stika, prekinitve vodnika itd. Te varnostne naprave so

lahko preproste tipke »E-stop« ali napredni optični senzorji gibanja.

Pri izobraževanju bodo udeleženci lahko uporabljali simulacijska in analitična orodja za modeliranje diskretnih in zveznih procesov. PLC-krmilnike in regulatorje lahko povežejo z matematičnim modelom aplikacije Matlab/Simulink, s 3D-animacijo proizvodne linije v programu RSTestStand ali z optimizatorjem za sisteme »mehke« logike FuzzyDesigner. Tudi delovanje PLC-krmilnikov lahko preizkusijo z računalniškimi programi – emulatorji – pred zagonom dejanske naprave, stroja. Možna je simulacija proizvodnje v procesni industriji na orodjih Batch za izvajanje receptur. Tu je tudi Arena, vrhunsko orodje za simulacijo poslovnih procesov (klicni centri, čakalne vrste), logistike in skladiščenja («Supply Chain», «Warehouse Management») ter izrabe virov v proizvodnji. Uporabljamo tudi orodja za izračun karakteristik elektromehanskih sklopov in pogonov ter dimenzioniranje in izbor komponent industrijske avtomatizacije.

Določeni izobraževalni programi so na voljo kot interaktivne PC-aplikacije (v angleščini), ki jih slušatelj lahko uporablja samostojno ali skupinsko.



Svetujemo in pomagamo Vam pri:

- izvedbi projektov avtomatizacije
- izbiri opreme in rešitev
- iskanju konkurenčne prednosti
- dodajanju vrednosti v Vaše izdelke

Zastopamo podjetja:

Rockwell Automation ▪ Allen-Bradley

IAI ▪ Inteligentni aktuatorji in roboti

Korenix ▪ Komunikacije ▪ Ethernet

Prosoft ▪ Industrijski protokoli ▪ Wireless

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

Tehnološki park 19, Ljubljana

Tel: +386 (1) 280 17 50  
info@tehna.si



Med predavanjem

Center bo izobraževanje lahko izvajal pri svojih strankah, na sejnih kakor tudi na strokovnih srečanjih. Tudi programska je oprema centra je v nekem smislu »prenosna« – z uporabo tehnologije »Virtual Machine«. Standardno programsko okolje

računalniške učilnice je možno s prenosnega medija (npr. DVD) začasno poganjati na kateremkoli računalniku. Pri tem ni potrebna instalacija posameznih komponent oz. licenc. To vključuje tudi različne operacijske sisteme (predvsem

Windows NT/2000/XP in Windows NT/200x Server).

Kot zastopniki podjetja ProSoft Technology lahko strankam ponudijo tudi razvoj in preizkus rešitev za povezovanje različnih industrijskih protokolov. Ti so navadno vezani na proizvajalca oz. platformo (Siemens, Allen-Bradley, Schneider, Omron ...) in ne omogočajo medsebojne povezljivosti.

Podjetje Tehna ponuja tehnološko napredne in uporabniško prijazne rešitve na področju, ki je v primerjavi z IT-področjem včasih konservativno in nepotrebno zapleteno. Na področju avtomatizacije imajo večletne izkušnje (Tehna, d. o. o., deluje od leta 1991), tako z realizacijo projektov na omenjenih področjih kot z nudenjem kakovostne tehnične podpore za strojno in programsko opremo.

*Žiga Petrič, univ. dipl. inž.,  
Tehna, d. o. o., Ljubljana*

Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradbeništvo



Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradbeništvo



Hidravlični valji  
Hidravlične stiskalnice  
Transportne cepilne linije za gradbeništvo

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



# HYPOS

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

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

## Proizvodna logistika 08

22. 10. je v Novem mestu drugič v zgodovini potekal enodnevni konferenčni dogodek z naslovom Proizvodna logistika 08, katerega organizator je bil GR Inženiring, d. o. o. Na njem se je zbralo več kot 120 udeležencev, predvsem strokovnjakov iz industrije, ki se vsakodnevno srečujejo s problematiko proizvodne logistike.

Programski odbor je pripravil pester program devetih predavanj, usmerjenih predvsem v dobro prakso s konkretnimi rešitvami za zunanjo in notranjo logistiko.

Rdeča nit tokratnega posveta je bilo podjetje Revoz, d. d., kot predstavnik avtomobilske industrije z dobro urejeno preskrbovalno verigo in proizvodno logistiko.

Posvet se je po uvodnem nagovoru predsednika programskega odbora Stojana Grgiča in župana mestne občine Novo mesto Alojzija Muhiča pričel s predavanjem Nataše Kočever Gabrič iz Revoza, d. d., z naslovom Optimizacija notranjih pretokov v Revozu. Poudarek je bil predvsem na sinhroni logistiki, ki izraža koncepte dostave JIT (Just In Time) na proizvodno linijo.

Drugo predavanje dr. Aleša Groznika z Ekonomske fakultete v Ljubljani je imelo naslov Informatizacija vodenja proizvodnje v Sloveniji. Poudarek je bil predvsem na pravilni izbiri sistema ERP. Pred nakupom je treba točno vedeti, kaj od njega pričakujemo (dober sistem ERP naj bi pokrival vsaj 70 % naših želja).

Sledilo je predavanje Damjana Zupančiča iz TPV, d. d., o izhodiščih za kvalitetno logistiko. Po njegovih besedah je kakovost proizvodne logistike potrebno meriti. Najprej pa je potrebno opredeliti procese, določiti merljive cilje in skrbeti za

nenehne izboljšave. Izpostavil je tudi problematiko standardizacije procesov, posebej pri dobavljanju več dobaviteljem.

Nato je doc. dr. Tomaž Perme s Fakultete za management iz Kopra predaval o vitki logistiki v proizvodnih podjetjih. Predstavil je osnovna načela, metode in orodja, ki jih po vzoru vitke proizvodnje lahko uporabljamo za načrtovanje, organiziranje, vodenje in nadzor proizvodne logistike.

Dr. Dean Besednjak iz podjetja Prevent Global, d. d., je predaval o integraciji globalnega sistema transporta

o podjetju in njegovih proizvodih (clio in twingo), temu pa je sledil ogled proizvodnje s poudarkom na proizvodni logistiki.

Če povzamem, je bilo na predavanjih in ogledih dobre prakse možno dobiti vpogled v delo drugih podjetij, kako rešujejo konkretne težave, povezane s proizvodno logistiko. Posameznim strokovnjakom pa so se morda odprla nova vprašanja v smislu optimizacije proizvodne logistike v njihovih podjetjih. K temu je veliko prispevalo tudi druženje med odmori in kosilom in seveda vprašanja po samih predavanjih.



Udeleženci med predavanjem (foto: arhiv GR Inženiring)

v oskrbovalni verigi avtomobilske konfekcije.

Nato je sledil niz predavanj o informacijski podpori proizvodni logistiki z naslovi: Povezava med proizvodnjo in logistiko podjetja Špica International, d. o. o., Enotni proizvodno-logistični sistem v realnem času podjetij Asos, d. o. o., in Kopa, d. d., ter Podpora pri načrtovanju in analizi stroškov proizvodne logistike podjetja IBM Slovenija, d. o. o.

Za konec posveta je bil organiziran ogled podjetja Revoz, d. d., kot primer dobre prakse, kjer nam je bil najprej predstavljen kratki film

Povečano zanimanje za letošnjo Proizvodno logistiko 08 je pokazalo, da je sama prireditev na pravi poti in da je zanimanje za proizvodno logistiko v podjetjih vedno večje.

*Dr. Tomaž Berlec,  
Fakulteta za strojništvo Ljubljana*



## Tehnološki park Ljubljana nagradil tri najboljši poslovne načrte

Tehnološki park Ljubljana je v novembru razglasil tri zmagovalce tekmovanja za najboljši poslovni načrt v letu 2008.

Tekmovanje se je pričelo oktobra 2008. V njegovem okviru je bilo izvedenih šest praktičnih podjetniških delavnic za pomoč pri pripravi oz. izpopolnitvi poslovnih načrtov. Cilj tekmovanja, ki poteka že četrto leto, je spodbuditi inovativnost med mladimi ter bodočim podjetnikom pomagati na poti do realizacije dobrih poslovnih idej.

Nagrajeni so bili projekti podjetij Mejnik, Lumian in Ekovir.

V podjetju Mejnik so zasnovali spletno in mobilno aplikacijo, ki rešuje probleme, povezane z načrtovanjem, organizacijo, učinkovitostjo, nadzorom in usmerjanjem množice procesov. Uporabnik z ustvarjanjem svojih procesov ali nakupom vnaprej pripravljenih predlog procesov uredi časovnico, povabi člane, doda mejnike in opravlja. V enem uporabniškem računu lahko združuje procese iz osebnega, družinskega in poslovnega življenja. Aplikacijo odlikujejo enostavnost, delno brezplačna uporaba, preglednost, večjezičnost, varnost in možnost komunikacije – prvo mesto, avtorja: Uroš Strel Lenčič in Peter Alešnik.



Nagrajenci TP Ljubljana

Podjetje Lumian se ukvarja z razvojem nove generacije družabnih spletnih portalov. S svojo idejo bodo zanimivi tako potencialnim investitorjem kot tudi kupcem. Pravijo, da bodo postali novi, boljši "Facebook", če jim uspe realizirati njihovo idejo – drugo mesto, avtorji: Luka Žvar, Mitja Jarc in Anže Vodovnik.

Tretje mesto je zasedlo podjetje Ekovir, d. o. o. To se ukvarja z lastno proizvodnjo toplotnih črpalk, ki uporabljajo obnovljive vire energije, kot so zemlja, zrak in voda za ogrevanje sanitarne vode in prostorov. Cilj podjetja je strankam ponuditi kar se da celovito rešitev, neke vrste hišo prihodnosti z

ekološkim ogrevanjem, aklimatizacijo in udobnim počutjem – avtorja: Boštjan Kurnik in Boštjan Čas.

Prijavljenih je bilo 11 poslovnih načrtov, ki jih je ocenila strokovna komisija v sestavi mag. Iztok Lesjak (Tehnološki park Ljubljana), Blaž Kos (Klub poslovnih angelov Slovenije), Jure Mikuž (RSG Kapital, razvojno svetovanje in financiranje projektov) in mag. Matjaž Krč (Ideus). Tehnološki park je najboljše nagradil z denarnimi nagradami v skupni vrednosti 6.250 evrov za pomoč pri realizaciji poslovnega načrta in zagona podjetja.

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



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA  
01

t: 01 477 66 13  
f: 01 426 18 79  
e: [info@tp-lj.si](mailto:info@tp-lj.si)  
[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)

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

## Obisk prejšnjega ministra za razvoj dr. Žiga Turka v INEI

V okviru svoje dejavnosti je podjetje INEA, d. o. o., v novembru obiskal dosedanji minister za razvoj dr. Žiga Turk. V tem visokotehnološkem podjetju, ki je dejavno predvsem na področju tehnologije vodenja procesov in je bilo prvo spin-off podjetje Instituta Jožef Stefan v Ljubljani, se je pogovarjal o razvoju podjetja in njegovih dosežkih. Govorili so tudi o razvoju visokotehnoloških podjetij v Sloveniji, tehnološki mreži Tehnologija vodenja procesov ter Centru odličnosti za sodobne tehnologije vodenja.



Dr. Žiga Turk med ogledom podjetja

V okviru obiska si je dr. Turk ogledal tudi Tehnični muzej INEA, kjer so shranjeni visokotehnološki vzorci, plod raziskovalno-razvojnega ter aplikativnega dela INEE. Dr. Turk je pohvalil rezultate INEE in poudaril, da bi bila lahko zgled drugim, še posebej na področju obnovljivih virov in učinkovite rabe energije. Vidi tudi priložnost, da INEA postane baza za razvojni center, ki ga želi japonski Mitsubishi Electric postaviti v Evropi.

Turk je pri pogovoru poudaril, da je v razmerah gospodarske krize, v katero vstopamo, pomembno, da jo v okviru tehnološkega razvoja obravnavamo kot priložnost. Za Slovenijo je ena od priložnosti aktiviranje raziskovalnega, razvojnega in podjetniškega po-

tenciala v malih in srednjih podjetjih tako v proizvodnem kot v storitvenem segmentu. Mala in srednja podjetja sestavljajo pretežni del slovenskega gospodarstva in imajo zaradi svoje lokalne umeščenosti največji presek s strategijo države na področju razvoja; zaradi svoje poslovne in tehnološke prilagodljivosti pa tudi nujni – morda odločilni – segment za izvedbo tehnološkega preskoka. Sestavni del strategije podpiranja SME je spodbujanje povezovanja podjetij v tehnoloških mrežah in grozdih za povečanje poslovne in tehnološke kritičnosti. INEA se tega dobro zaveda, kar kažejo tudi njeni rezultati.

Podjetje INEA je prav gotovo eden izmed nosilcev tehnološkega razvoja v prihodnosti, saj ima potrebno znanje in raziskovalne kapacitete. INEA je najpomembnejši slovenski razvijalec na področju vodenja energetskih procesov in globalni ponudnik specialnih rešitev na področju tehnologije računalniškega vodenja procesov. Visoko napredne algoritme, razvojna orodja in rešitve dobavlja tudi globalni korporaciji Mitsubishi Electric.

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

**INEA**

INEA d.o.o. SLOVENIJA • Stegne 11 • SI-1000 Ljubljana Telefon: 01 / 513 8100 • Faks: 01/ 513 8170 • El. naslov: info@inea.si • <http://www.inea.si>

**INFORMATIZACIJA, ENERGETIKA, AVTOMATIZACIJA**

**Področja delovanja:**

- Energetika in ekologija
  - Mobilno računalništvo - Toshiba
  - Industrijska avtomatizacija
    - Procesna avtomatizacija
    - Proizvodna informatika
    - Oprema za avtomatizacijo



## Prihodnost strojništva – predvidevanja ASME

V svojem poročilu Predvidevanja o razvoju strojništva do leta 2008 ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) ocenjuje, da bodo inženirji strojništva odgovorni za razvoj novih tehnologij, ki bodo pospeševale bolj zdravo, čisto, zanesljivo in trajnostno globalno okolje. Inženirji strojništva lahko tudi pričakujejo, da bodo v ospredju problemi razvoja novih tehnologij ohranjanja okolja, razvoja sodobnega kmetijstva in pridelave hrane, zagotavljanja ustreznih stanovanjskih razmer, transporta, varnosti, zdravja in oskrbe z vodo.

Da bi to dosegli, bodo strokovnjaki s področja strojništva morali sodelovati z globalnimi partnerji pri zagotavljanju ustreznih inovacij in uporabi najboljših izkušenj za ustrezen razvoj in izboljšanje kakovosti življenja vseh prebivalcev sveta.

Poročilo temelji na razpravah in sklepih svetovnega srečanja o prihod-

nosti strojništva, ki je bilo v začetku letošnjega leta v Washingtonu (*Global Summit on the Future of Mechanical Engineering*). Srečanja se je udeležilo več kot 120 vrhunskih tehniških strokovnjakov in znanstvenikov iz 19 držav sveta, ki so predstavili poglede na razvoj v naslednjih 20 letih.

Med izzivi trajnostnega razvoja so ključna predvidevanja globalne tehniške skupnosti, ki obsegajo vsa orodja inženirjev strojništva pri izkoriščanju skupnega znanja o organizacijah in mrežah sodelovanja. Po navedbah poročila bosta v naslednjih 20 letih dominantni nanotehnologija in biotehnologija, ki bosta zagotavljali bodočim inženirjem osnovne gradnike za reševanje vprašanj na različnih področjih, vključno z energetiko, medicino, gospodarjenjem z vodo, aeronavtiko, kmetijstvom in okoljem.

Dodatne teme, obravnavane na omejenem srečanju in vključene v po-

ročilo, obsegajo vprašanja intelektualne lastnine, tehniškega izobraževanja, doživljenjskega učenja, virtualnega načrtovanja dela na daljavo ipd.

Poročilo o tem, »kakšno bo strojništvo v letu 2028«, poudarja, da bodo ljudje in voditelji cenili predvsem različna znanja in izkušnje. Strokovnjaki bodo morali globalno združevati strokovnost, ki bo lahko izpolnjevala obljube, da bo tehnologija predvsem v službi ljudi. Poskrbeti bo potrebno za trajni izziv ženskam in moškim za resnično profesionalnost in njihovo sposobnost in prepričanje, da so tudi najtežja vprašanja rešljiva.

Več o svetovnem srečanju na spletnem naslovu: [www.asmeconferences.org/asmeglobalsummit](http://www.asmeconferences.org/asmeglobalsummit)

**Vir:** Anonim: Report on Future Trends in Mechanical Engineering – ASME Europe Info 11(2008)11 – str. 7

## Fluidna tehnika še vedno v ugodnem gospodarskem položaju

Po besedah predsednika nemškega poslovnega združenja za fluidnotehniko v okviru VDMA g. C. H. Kienzleja je imelo združenje v letu 2007 rekordni promet v višini 6,3 milijarde evrov. Toda splošno gospodarsko-finančno stanje grozi tudi tej veji nemške strojne industrije. Kriza

bo zagotovo negativno vplivala na njena konjunktorna gibanja v letu 2009, čeprav so v tekočem letu še vedno pozitivna. Branža hidravlike je namreč v obdobju januar–avgust 2008 še vedno imela porast 15,6 %, pnevmatika pa 5,1 %. Toda naročila so se pri pnevmatiki že zmanjšala

za 9,2 %, medtem ko hidravlika še vedno beleži porast 4,1 %. Poslovno združenje za fluidno tehniko v okviru VDMA pa za celotno leto 2008 predvideva skupno rast prometa v višini 7 %.

*Po Fluid 41(2008)11–12, str. 6*



## Nova rešitev: izdelava delov iz DuPontovega gradiva Vespel®

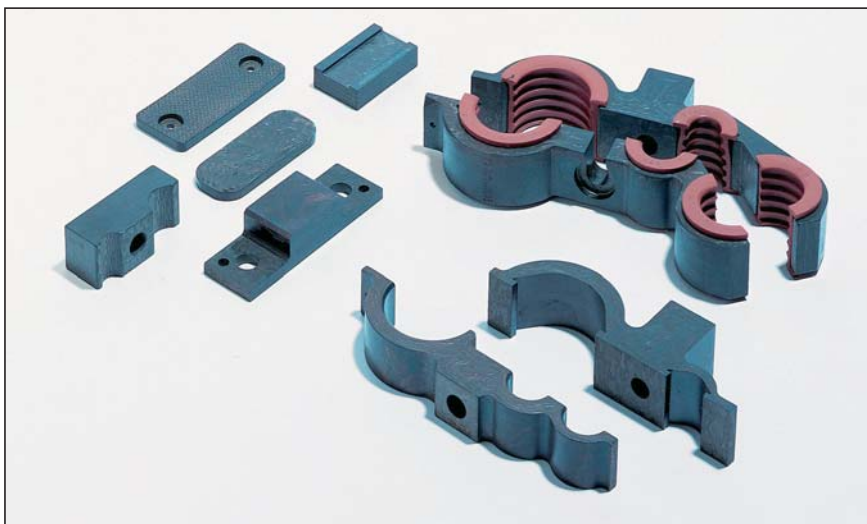
V juliju 2008 je DuPont Engineering Polymers v Singapuru odprl nove proizvodne obrate za izdelavo delov iz njihovega uveljavljenega gradiva Vespel®. S tem je zaradi velikega naraščanja povpraševanja na trgu globalno razširil možnosti izdelave takšnih delov, ki so jih že do sedaj izdelovali v obratih Utsunomya na Japonskem, Mechelen v Belgiji, Newark v DE (ZDA) in Valley View v OH (ZDA).



Obloge za sklopke in zavore iz gradiva Vespel® za cestna in terenska vozila, mobilne stroje ipd.

snilk preko različnih oblog za sklopke in zavore, do drsnih delov v ventilih in vodilih in mehanskih prenosnikov. Še posebno so uporabni v različnih mehanskih in hidravličnih sestavinah in agregatih pri težkih terenskih vozilih.

Z razširitvijo proizvodnih zmogljivosti bo DuPont lahko izpolnjeval



Deli za pritrdjevanje cevovodov in druge opreme iz gradiva Vespel® – lažji in cenejši od podobnih kovinskih delov

naraščajoče zahteve svojih kupcev. Peti proizvodni obrat, strateško premišljeno umeščen v svetu, bo omogočal hitro in zanesljivo dobavo visokokakovostnih delov kamorkoli. V njem so upoštevani najnovejši dosežki tehnologije in uporabljena sodobna načela »mehke« organizacije proizvodnje.

Sestavni deli, izdelani iz gradiva Vespel®, že več kot 40 let uspešno rešujejo različne probleme trenja in obrabe. Zagotavljajo ustrezno funkcionalnost, učinkovitost in trajnost strojev in postrojev ob sočasnem zmanjševanju teže in stroškov njihove izdelave. S kombinacijo visoke

temperaturne odpornosti, odličnih drsni lastnosti in odpornosti proti obrabi, kemične obstojnosti in mehanske trdnosti omogoča široko uporabnost na različnih področjih tehnike, kot so avtomobilska industrija, letalstvo in vesoljska tehnika, industrija nafte in plina, proizvodnja polprevodnikov itn.

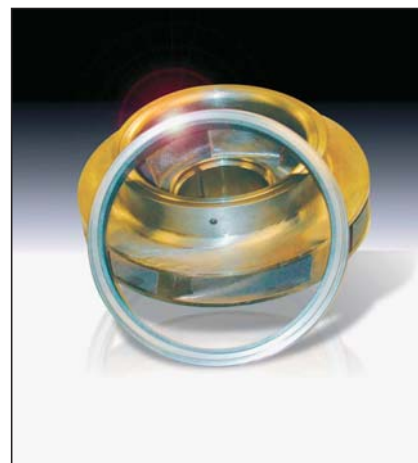
### Vespel® v avtomobilski industriji

Pri izdelavi vozil iz gradiva Vespel® omogočajo cenovno učinkovite rešitve zahtevnih pogonskih kolektivov z ustreznim mazanjem in nosilnostjo. Uporabnost gre od te-

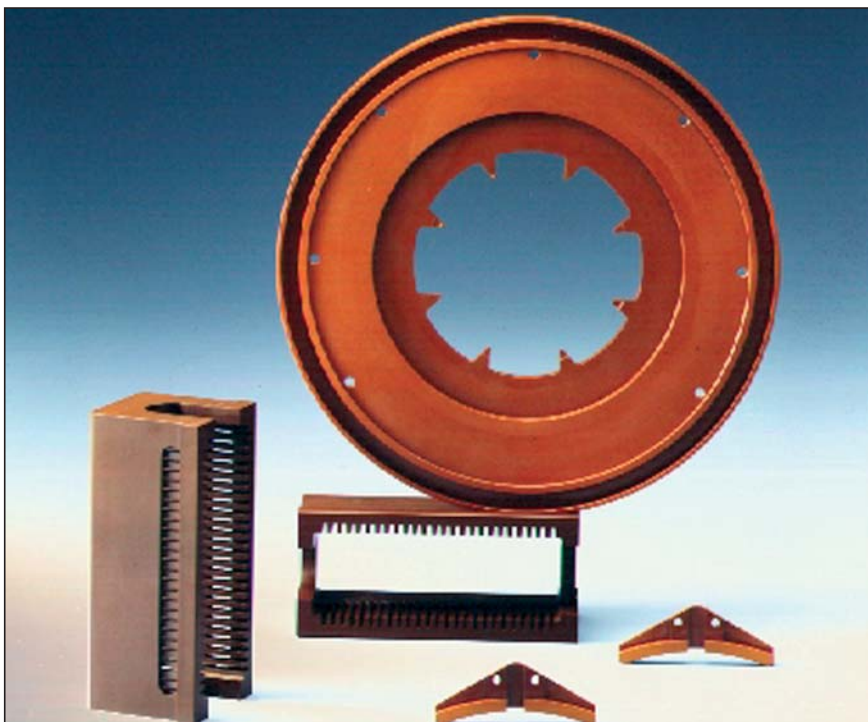
### Vespel® v letalstvu, vesoljski tehniki in petrokemični industriji

V letalstvu in vesoljski tehniki so deli iz gradiva Vespel® uporabni pri gradnji pogonskih motorjev in agregatov enako kot v različnih konstrukcijskih enotah letal oz. vesoljskih plovil. Značilni deli so ležajne blazinice, tesnila in vodila, deli za pritrdjevanje cevovodov ipd.

V rafinerijah nafte, kemični industriji, pri opremi za pridobivanje in transport nafte, za pridobivanje toplotne in električne energije so deli iz gradiva Vespel® posebno uporabni v drsni in proti obrabi obstojnih sestavinah črpalk, kompresorjev in



Tesnilni obroči iz gradiva Vespel® – z odličnimi drsnimi lastnostmi in odpornostjo proti obrabi



Deli za ravnanje s polprevodniki iz gradiva Vespel® zagotavljajo čistost, obstojnost in odpornost proti delovanju procesnih medijev

ventilov, saj zagotavljajo ustrezno učinkovitost, povečano zanesljivost in zniževanje stroškov.



*The miracles of science®*

## Vespel® v elektroindustriji

Sestavni deli iz gradiva Vespel® imajo široko uporabnost pri proizvodnji polprevodnikov, zaslonov in drugih elektronskih sestavin in naprav. Kombinacija različnih lastnosti, kot so: čistost, zanesljivost, majhno trenje, visoka odpornost proti obrabi, visoka odpornost proti delovanju agresivnih delovnih medijev in visokim temperaturam, omogoča uporabo v procesih jedkanja, čiščenja, izpiranja, strege, ravnanja s steklovinno ipd. Uveljavljena je uporaba delov za pritrjevanje, izolirnih in držalnih obročkov, obloge kamer, efektorjev, vodil ipd.

**Vir:** Mit Neuer Fertigung in Singapur erweitert DuPont sein globales Produktionsnetzwerk für Teile aus Vespel® – Presseinfo DuPont de Nemours (Deutschland). GmbH, Du Pont Straße 1, D-61343 Bad Homburg, EP-EU-2008-1 (spletni naslov: <http://de.news.dupont.com>)

www.smc.si

SMC®

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

## Oprema za hidravliko in pnevmatiko

Redna posebna kataloška izdaja revije *Fluid* za leto 2008 z naslovom *Fluidtechnik – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik* obsega strokovne prispevke (11), sezname izdelkov in dobaviteljev (7 skupin) in reklamne objave (190). Skupen obseg kataloga je 98 strani, od tega 58 strani kataloškega dela. Strokovni prispevki obravnavajo sodobna vprašanja stanja fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike in so razdeljeni v naslednje tematske skupine: naslovna tema, merilna, krmilna in regulacijska tehnika, filtriranje in monitoring fluidov, agregati in komponente, senzorji, povezovalna tehnika in armature, tesnilna tehnika ter tehnika stisnjenega zraka in pnevmatika.

Vsebine prispevkov so naslednje:

### Naslovna tema:

- *Hidravlika, elektronika in programska oprema iz ene roke* – Pogonska tehnika za preskušanje, pozicioniranje in simulacijo

### Merilna, krmilna in regulacijska tehnika:

- *Brezhibna regulacija je mogoča* – Mehatronska rešitev za elektrohidravlične pogone

### Filtriranje in monitoring fluidov:

- *Za naprave s tokom do 200 L/min* – Filter z modulnim priključnim sistemom

### Agregati in komponente:

- *XL-format za uporabo v pomorstvu* – Holandski hidravlični valji za uporabo ob vodi

### Senzorji:

- *Možnosti prihrankov s sistemom »ready-to-measure«* – Brezdotačno merjenje z magnetorezistivnimi senzorji
- *Kotni kodirniki so več kot dajalniki vrtenja* – Intervju z ustanoviteljem TWK Theom Wilhelmom Keslerjem

### Povezovalna tehnika in armature:

- *Vedno mehko tesnjenje v vetru* – Povezovalna tehnika za vetrne energijske naprave
- *Če 490 bar ni dovolj* – Dietzel Hidraulik razvil visokotlačni gibki cevovod

### Tesnilna tehnika:

- *Standardni sistemi primerni tudi pri ekstremnih zahtevah* – Avstrijski stroji za tlačno litje s sistemi tesnjenja iz Nemčije

### Tehnika stisnjenega zraka in pnevmatika:

- *Polovico stota na gib* – Pnevmatični valji za velike sile
- *Prostorninski tokovi preko 20 m<sup>3</sup>/min* – Brezolja stiskanje zraka pri polnilni napravi za jeklenke

**Vir:** Fluidtechnik Zubehör für Hydraulik und Pneumatik (Eine Sonderpublikation) – Fluid 41(2008)tech-08

## Cevi, gibki cevovodi, cevna armatura

Revija *Fluid* je tretjo posebno izdajo v letu 2008 namenila obravnavi stanja tehnike na področju cevovodov za hidravliko in pnevmatiko. Zvezek (skupaj 44 strani) obsega 12 strokovnih prispevkov in obsežno predstavitev izdelkov in njihovih dobaviteljev (okoli 30 objav). Strokovni prispevki so razdeljeni v skupine, ki obravnavajo naslednja vprašanja: naslovna tema, povezovalna tehnika, gibke cevi in cevovodi.

Vsebine prispevkov so naslednje:

### Naslovna tema:

- *Protikorozijska odpornost in zanesljivost montaže* – Novo pri montaži sestavnih delov ob površinah brez Cr(VI)

### Povezovalna tehnika:

- *Prednost ima varnost* – Elementi povezovanja pri obdelovalnih strojih
- *Kakovost, ki povezuje* – C-sestavni deli odločujoče skrbijo za varnost sistemov in izdelkov
- *»Ponujamo rešitve iz ene roke«* – Intervju z Mathiasom Ritzem in Berndom Beltermannom iz Swageloka
- *Če ekstremni pogoji določajo koncept rešitve* – Hitre cevne spojke za področje tlačnega liva
- *Kadar tlak poraste* – Hidravlične hitre spojke za tlake do 500 bar
- *V ospredju je integracija* – Učinkovite hidravlične povezave zahvaljujoč kombiniranju
- *Spajanje in ločevanje* – Večkratne cevne spojke omogočajo učinkovite proizvodne postopke

### Gibke cevi:

- *12 milijonov gibkih cevi* – LWM globalno oskrbuje podjetja s hidravličnimi gibkimi cevmi
- *Varnost nima alternative* – Varno načrtovanje in montaža gibkih cevovodov

### Cevovodi:

- *Hidravlika za hišo opic* – Živalski vrt v Frankfurtu na Maini se tehnično opremlja
- *»Vidimo se kot nevtralni reševalec problemov«* – Intervju z Berndom Härtlom iz Rauh-Hydraulik

**Vir:** Fluid SPEZIAL – Verbindungstechnik – Fluid 41(2008)VT-08

# Avtomatizacija strege in montaže v Sloveniji

V novembru je bil v prostorih gospodarske zbornice Slovenije peti posvet na temo avtomatizacija strege in montaže – ASM '08. Ob tej priliki smo se pogovarjali o stanju in možnostih razvoja avtomatizacije v Sloveniji z vodjem Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko na Fakulteti za strojništvo, Univerze v Ljubljani doc. dr. Nikom Herakovičem.



Dr. Niko Herakovič

**Ventil:** Kako ocenjujete stanje avtomatizacije v stregi in montaži v Sloveniji v primerjavi s tujino?

**Dr. Herakovič:** Avtomatizacija proizvodnih procesov, vključujoč strego in montažo, je eden ključnih parametrov moči industrije zahodnih držav z vidika povečanja konkurenčnosti in zmanjšanja odvisnosti od trgov s ceneno delovno silo, obenem pa nam kljub staranju prebivalstva pomaga (oz. bo to bolj izrazito v prihodnosti) tudi pri vzdrževanju življenjskega standarda.

Pomembna vloga strege in montaže v proizvodnem procesu se odraža v izredno visokem deležu dodane vrednosti končnega izdelka. Avtomatizacija strege in montaže je zato v povezavi z informatizacijo proizvo-

dnih procesov in učinkovitim, avtomatiziranim zagotavljanjem in kontrolo kakovosti nepogrešljiva za vzdrževanje konkurenčne sposobnosti podjetij in njihovo uspešnejše poslovanje. V Sloveniji močno zaostajamo v ustvarjeni dodani vrednosti in realizaciji na zaposlenega v primerjavi z razvitejšimi državami Evropske unije. Te države so v povprečju boljše od Slovenije za 2,5-krat in ustvarijo realizacijo na zaposlenega okrog 200 tisoč evrov. Te številke kažejo na to, da je stopnja avtomatizacije proizvodnih procesov, predvsem pa strege in montaže, v Sloveniji še relativno nizka.

Stanje se v zadnjih letih sicer izboljšuje, vendar še vedno krepko zaostajamo v primerjavi z najbolj uspešnimi državami. V času prihajajoče krize se v nekaterih podjetjih v Sloveniji že kažejo znamenja potreb po višji stopnji avtomatizacije strege in montaže, predvsem po fleksibilni avtomatizaciji. Tako lahko pričakujemo, da bodo mnoga podjetja izkoristila ta čas za prestrukturiranje procesa strege in montaže. Zelo pomembno se mi zdi tudi dejstvo, da mnoga podjetja že spoznavajo, kako pomembna sta nenehen razvoj in zasledovanje konkurence ter pravočasno povezovanje in sodelovanje z univerzami in inštituti. Podjetja, ki so v preteklosti aktivno delovala na ta način in vseskozi tudi s pomočjo raziskovalnih inštitucij optimirala proizvodne procese, tudi s filozofijo "vitke proizvodnje", bodo zagotovo lažje prebrodila prihajajoče obdobje.

**Ventil:** Kje so ovire in na drugi strani možnosti za še višjo stopnjo avtomatizacije v Sloveniji?

**Dr. Herakovič:** V EU je okrog 95 % vseh podjetij takšnih, ki se uvrščajo v kategorijo majhnih in srednjih in zaposlujejo preko 90 % aktivnega prbivalstva. Slovenija je v tem pogledu še toliko bolj izrazita, saj majhna podjetja prevladujejo, od tega pa je skoraj četrtnina mikropodjetij. V majhnih proizvodnih podjetjih je običajno težje vzpostaviti kritično maso znanja in pa tudi finančnih sredstev za uvajanje avtomatizacije v proces strege in montaže, zato v teh podjetjih, pa tudi v nekaterih večjih, prevladujeta ročna strega in montaža. Veliki oviri pri uvajanju avtomatizacije strege in montaže sta tudi slovenska tradicionalnost in zaprtost ter mnogokrat celo samozadostnost. Japonska, ki je oz. je bila veliko bolj tradicionalna kot Slovenija, je brez večjih težav v nekem trenutku uspela združiti svojo tradicijo z izzivi prihodnosti. In ji je tudi dobro uspelo. Glede samozadostnosti pa lahko rečem le to, da se je pred nekaj leti popolnoma odprla v svet celo Indija, ki bi po kritični masi 1 milijarde ljudi lahko bila samozadostna. Ta samozadostnost se v Sloveniji kaže že na nivoju mnogih podjetij, ki imajo občutek, da znajo vse narediti sama, pri tem pa počasi nazadujejo in se oddaljujejo od konkurence. To je slabo. Zelo pomembno je zato biti odprt, čim več sodelovati z drugimi, predvsem raziskovalnimi inštitucijami tako na nacionalnem kot tudi na mednaro-

dnem nivoju. Tudi država bi lahko z različnimi vzpodbudami in R & D ter gospodarsko politiko igrala bolj aktivno vlogo pri vzpodbujanju uvajanja avtomatizacije strege in montaže v slovenska podjetja. Upajmo, da bo že tolikokrat opevani in na papirju dorečeni model »triple helix« končno zaživel tudi v praksi. Za to pa je potrebno spremeniti predvsem mnoge stvari v naših glavah. Mogoče bo k temu pripomogla tudi prihajajoča gospodarska kriza.

Seveda pa so nekatera podjetja uspešno sledila trendom v svetu in svojim konkurentom in tako sprotno uvajala tudi avtomatizacijo v stregi in montaži. Predvsem občutno nižanje cen robotov in druge potrebne opreme za avtomatizacijo v zadnjih letih je omogočilo mnogim, tudi manjšim podjetjem, da so začela korenito reorganizacijo proizvodnih procesov, uvajanja robotov v proces strege in montaže itd. Ni pa nujno, da gledamo na avtomatizacijo le z vidika popolne zamenjave ročne montaže z avtomatizirano. Pomembno je predvsem pravočasno predvideti spremembe, ki bodo potrebne, biti prilagodljiv v vseh pogledih, tako z vidika razvoja, proizvodnje, strege in montaže, dobavnih rokov, zlasti pa kakovosti. Zgraditi je treba predvsem takšne sisteme za strego in montažo, ki bodo optimalni z vidika fleksibilnosti, produktivnosti in kakovosti. Tu imam v mislih hibridne strežne in montažne sisteme in LCIA – t. i. ceneno avtomatizacijo.

**Ventil:** *Ali je Slovenija lahko konkurenčna glede razvoja strojne opreme za avtomatizacijo proizvodnje in na katerih področjih?*

**Dr. Herakovič:** To je težko vprašanje. Občutek imam, da se glede vprašanja konkurenčnosti omejujemo predvsem v svojih glavah in da se preveč bojimo drugih. Neštetokrat smo Slovenci že dokazali, da smo ne samo konkurenčni, temveč celo boljši od drugih, kadar delujemo v primeren okolju. Sicer pa so nekatera slovenska podjetja v preteklosti že mnogokrat dokazala, da smo lahko konkurenčni tudi v širšem okolju, kot je npr. danes EU ali celo svet.

Nekatera slovenska podjetja na področju strojne in programske opreme za avtomatizacijo, ne samo proizvodnje, ampak tudi širše, so danes vodilna v svetu in svoje proizvode oz. znanje v glavnem izvažajo.

Moramo pa se najbrž zavedati, da so slovenska podjetja težko konkurenčna velikim podjetjem, ko gre za standardno, velikoserijsko opremo za avtomatizacijo proizvodnje. Veliko bolj smo lahko konkurenčni z vidika namenskih, posebnih rešitev, kjer so potrebni hiter razvoj, velika prilagodljivost in tudi visoka stopnja znanja. Tega imamo dovolj, le znati ga moramo združiti in izkoristiti. Pri tem pa se moramo zavedati, da to znanje ne more biti zastoj, kot mnogi pričakujejo. Ko gremo v trgovino, nam namreč nihče ne da zastoj niti pol žemlje. Če zaključim ta odgovor, smo v Sloveniji vsekakor lahko konkurenčni pri izdelavi nižnih, maloserijskih izdelkov z visoko dodano vrednostjo, tehnične rešitve ter večji del opreme za avtomatizirano strego in montažo takšnih izdelkov pa smo sposobni narediti sami.

**Ventil:** *V novembru ste organizirali posvet o avtomatizaciji strege in montaže. Zanima nas, v čem vidite smisel tovrstnih srečanj strokovnjakov iz proizvodnje in drugih z njimi povezanih ustanov ter podjetij.*

**Dr. Herakovič:** Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani v soorganizaciji

ji MVZT in GZS že tradicionalno prireja letni posvet Avtomatizacija strege in montaže – ASM. Posvet, ki je edini takšen dogodek v Sloveniji, se je uveljavil kot mesto srečevanja, posvetovanja in aktivne izmenjave mnenj strokovnjakov s tega področja, predvsem pa tudi kot mesto, kjer lahko podjetja predstavijo svoje strokovne, raziskovalne in komercialne aktivnosti na področju širše avtomatizacije, še posebej pa avtomatizacije strege in montaže.

Posvet ASM je odlična priložnost za srečanje strokovnjakov sorodnih področij in medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj, za promocijo lastnega znanja kot tudi znanja podjetja, za preverjanje, kje je posameznik ali podjetje na področju avtomatizacije strege in montaže v primerjavi z drugimi v Sloveniji in posredno s konkurenco v svetu – glede na to, da se posveta udeležijo mnogi predstavniki tujih podjetij, ki delujejo v naši državi. Podjetja lahko predstavijo svoje vizije, izkušnje, izzive, najdejo potencialne partnerje za rešitve problemov itd. Nenazadnje je posvet ASM tudi družabni dogodek, kjer lahko strokovnjaki pokramljujejo s svojimi kolegi in si izmenjajo izkušnje, tako se vrnejo nazaj na svoja delovna mesta ohrabreni in oboženi z novimi idejami.

Osebnostno mislim, da so takšni dogodki nujni in da jih potrebuje tako industrija kot tudi raziskovalna sfera,



Posvet ASM '08

ki lahko na enem mestu zazna in spozna mnoge priložnosti za sodelovanje z industrijo in obratno. Že ko sem bil glavni in odgovorni urednik vaše cenjene revije, sem se zavzemal za bolj poglobljeno komunikacijo med predstavniki industrije, med industrijo in raziskovalno sfero ter predvsem za prenos znanja in izkušenj v vse smeri. Za to se zavzemam še sedaj in se bom tudi v prihodnje. Predvsem se mi zdi pomembno, da slovenska industrija pravočasno zazna razvojne potrebe in jih jasno izrazi ter poišče tiste, ki lahko pomagajo pri uresnitvi idej. Slovenija je odločno premajhna, da bi vsak deloval zase. Delovati moramo skupaj, saj lahko le tako ustvarimo kritično maso za tehnološki preboj in ustvarjanje višje dodane vrednosti.

**Ventil:** Kakšno vlogo bo imel vaš laboratorij v prihodnosti na področju uvajanja avtomatizacije?

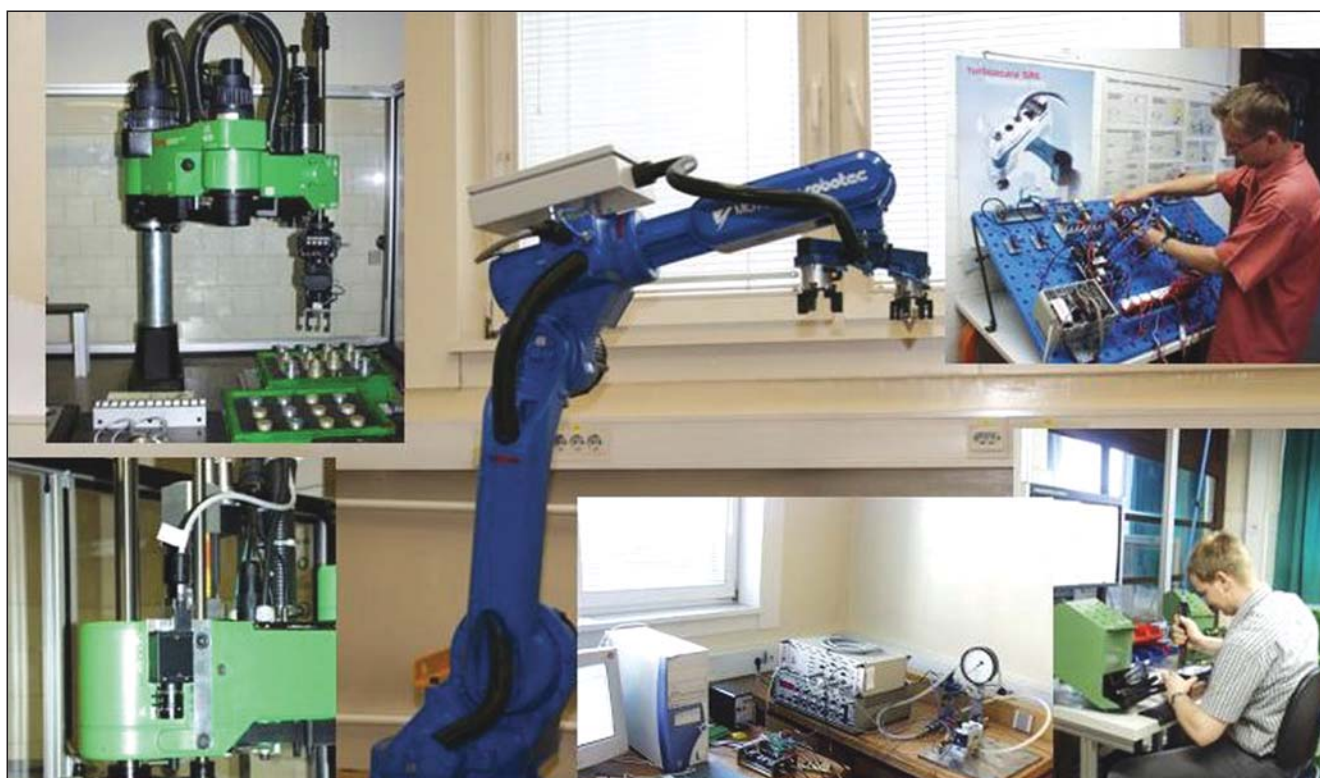
**Dr. Herakovič:** Laboratorij, ki ga vodim, ima že v nazivu našete skoraj vse dejavnosti, ki jih razvija. Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM – sem prevzel pred slabima dvema letoma, ko sem nasledil prof. dr. Dragico Noe, ki je

laboratorij ustanovila. Prof. Noetova, ki je še vedno članica laboratorija kot upokojena profesorica, je postavila temelje njegovega delovanja in osnovne usmeritve dejavnosti, ki jih nadaljujemo. Vsekakor so rdeča nit delovanja laboratorija pedagoška dejavnost, tesno sodelovanje z industrijo in mednarodne aktivnosti. Laboratorij ima sedaj 5 aktivnih članov, ravno ta mesec pa se nam pridružuje še šesti. Nekateri izmed članov laboratorija imajo bogate izkušnje dolgoletnega dela v industriji, raziskovalnega in industrijskega dela na priznanih inštitucijah v tujini, kot je RWTH Aachen, in na nekaterih drugih področjih. Mislim, da smo dobra ekipa, ki bo uspešno razvijala dejavnosti laboratorija, to je strego, montažo, pnevmatiko, hidravliko in nekatera področja mehatronike tudi v bodoče. Med drugim pokriva laboratorij omenjene dejavnosti tudi na pedagoškem področju in ponuja študentom rednega študija pet predmetov, študentom izrednega študija pa tri predmete, kot so montaža, strega, hidravlika in pnevmatika.

V zadnjem času pospešeno obnavljamo in dograjujemo opremo laboratorija. Imamo dva členkasta robota

nosilnosti 6 in 20 kg, en robot SCARA z robotskim vidom, manjši krožni montažni avtomat, z januarjem 2009 bomo dobili novo didaktično opremo na področju hidravlike in pnevmatike, imamo pa tudi nekaj druge manjše raziskovalne in pedagoške opreme. Opremljeni smo tudi s programskim paketom za simulacijo hidravličnih in pnevmatičnih naprav DSHplus ter z nekaterimi drugimi programskimi paketi, kot so Robot studio, ProEngineer, Labview itd. Vso našo opremo dajemo na razpolago skupaj z našim znanjem tudi industriji.

V okviru raziskovalnih in pedagoških dejavnosti na področju avtomatizacije streg in montaže ter hidravlike in pnevmatike posredujemo študentom mnoga znanja že med študijem, še posebej v zaključni fazi študija, med izdelavo seminarjev in diplome. Uvajanje avtomatizacije v proizvodnjo bomo tudi v prihodnje podpirali s prireditvami, kot je Posvet ASM. Najpomembnejša vloga pa se mi zdi pri sodelovanju z industrijo. Prepričan sem, da imamo nekatera znanja, ki bi jih lahko uporabila mnoga podjetja. Vedno smo in bomo pripravljeni sodelovati v projektih z industrijo doma in v tujini.



LASIM – Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko

**Ventil:** *Katera znanja so potrebna za povečanje stopnje avtomatizacije v proizvodnji na področju strege in montaže? Ali jih je mogoče pridobiti v času študija ali v posebnih dodatnih izobraževanjih?*

**Dr. Hearakovič:** To vprašanje se mi zdi zanimivo. Za začetek bi rad poudaril, da sta za prenos znanja vedno potrebna dva – bolj kot sta oba resna in prizadevna, več je znanja in večji je uspeh. Glede na moje izkušnje iz tujine so slovenski študentje še vedno nekoliko premalo aktivni in prizadevni, mogoče pa je napačen tudi sistem dela oz. študija. V času mojega delovanja na RWTH Aachen so študenje redno vsak dan po 10 do 15 ur delali v laboratoriju v času izdelovanja seminarjev in diplom, kar je trajalo od 6 do 12 mesecev. V zadnjem času sicer zaznavam nekatere pozitivne premike v tej smeri tudi na naši fakulteti in v mojem laboratoriju.

Vsekakor so za dvig stopnje avtomatizacije v proizvodnji potrebna mnoga

osnovna in strokovna znanja, začeniši z matematiko, fiziko, mehaniko, elektrotehniko in elektroniko itd., vendar brez poglobljenih strokovnih znanj s področja strege, montaže, hidravlike, pnevmatike, tehnologije, konstruiranja, mehatronike, krmiljenja, programiranja, načrtovanja in še mnogih drugih ne gre. Mislim, da študenti v okviru študija strojništva na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani lahko pridobijo vsa ta znanja. V okviru našega laboratorija se trudimo prenesti znanja s področij, ki jih pokrivamo. Prepričan sem, da študenti, ki to želijo, dobijo dovolj znanj za uspešno uvajanje avtomatizacije v proizvodnji, kar dokazujejo mnoge uspešne diplomske naloge, ki so jih v našem laboratoriju izvedli študentje na realnih problemih iz industrije. Dodatno specialistično in poglobljeno znanje je možno pridobiti tudi po zaključku rednega študija v obliki podiplomskega in specialističnega študija ter izobraževalnih tečajev, ki jih lahko po dogovoru izvedemo v industriji. Še posebej se


mi zdi škoda, da slovenska podjetja in mladi inženirji, ki delajo v teh podjetjih, ne izkoristijo dovolj dobro možnosti, ki jih ponuja država, in sicer aktivnosti »mladi raziskovalci iz industrije«.

Za dvig stopnje avtomatizacije strege in montaže v slovenski industriji pa samo dobro znanje nikakor ni dovolj. V prvi vrsti se mi zdi pomembno, da imajo podjetja vizijo in voljo ter posluš za uvajanje avtomatizacije in pa pogum, šele nato je potrebno dobro znanje.

Če podjetja nimajo dovolj znanja ali pa jim manjkajo kadri, smo vedno pripravljeni pomagati. In to bo poleg pedagoške dejavnosti eno od osnovnih poslanstev laboratorija LASIM v prihodnje.


*Hvala za odgovore in uspešno delo tudi v prihodnje.*



*Uredništvo revije Ventil*



# MOTOMAN robotec d.o.o.

Podjetje za trženje, projektiranje ter gradnjo industrijskih robotskih in fleksibilnih sistemov









## VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

**MOTOMAN ROBOTEC s proizvodnjo 18.000 robotov letno nudi široko paleto implementacij robotov v različna tehnološka okolja**

- .varjenja (MIG/MAG, uporabno, TIG)
- .rezanja (laser, plazma, vodni curek)
- .brušenja oz. površinske obdelave
- .strege (CNC obdelovalnih strojev, stružnic)
- .tlačni liv
- .čiščenja odlitkov oz. pobiranja srha
- .montaže
- .paletiranja

**Naša strokovna ekipa vam nudi celovito rešitev od idejne izvedbe projekta do zagona, usposabljanja in servisiranja.**

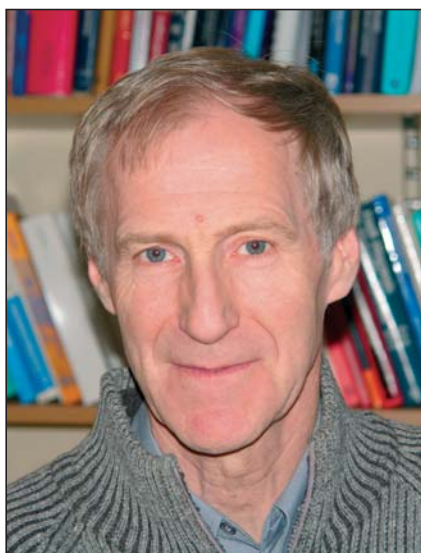




Naslov: Lepovčič 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA  
 Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350  
 Telefaks: + 386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si  
 E-mail: info@motomanrobotec.si



# Inštitut Jožef Stefan – odsek za sisteme in vodenje

V reviji Ventil nadaljujemo s predstavitvami znanstvenoraziskovalnih skupin s področja avtomatizacije, fluidne tehnike in mehatronike. Tokrat bomo predstavili v slovenskem prostoru in tudi širše poznano skupino za sisteme in vodenje, ki deluje na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani pod vodstvom prof. dr. Stanka Strmčnika. Pogovarjali smo se z dr. Vladimirjem Jovanom, pomočnikom vodje odseka, sicer dolgoletnim sodelavcem odseka, ki sodeluje predvsem pri pridobivanju in izvedbi projektov za domače in tuje partnerje iz gospodarstva.



Vodja Odseka za sisteme in vodenje na Institutu Jožef Stefan prof. dr. Stanko Strmčnik

**Ventil:** Katera so znanstvenoraziskovalna in strokovna področja delovanja skupine oziroma odseka? Kratek opis področij!

**Dr. Jovan:** Odsek za sisteme in vodenje je eden večjih na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani in izhaja iz elektronike, področja dela, ki ga je na inštitutu uvedel in utemeljil pokojni prof. dr. France Bremšak. Prvi se je načrtneje začel ukvarjati s teorijo in prakso avtomatskega vodenja, torej s področjem, v katero spada današnja dejavnost odseka. Pod njegovim vodstvom je nastal in deloval Odsek za analogni tehniki in servomehanizme, ki se je kasneje preoblikoval v Odsek za avtomatiko, biokibernnetiko

in robotiko. V okviru tega odseka je od leta 1983 naprej delovala skupina za avtomatiko, ki je 1986 prerasla v samostojen Odsek za računalniško avtomatizacijo in regulacije. Leta 2003 se je odsek zaradi razširitve svoje dejavnosti preimenoval v Odsek za sisteme in vodenje.

Raziskovalne in razvojne aktivnosti Odseka za sisteme in vodenje, ki jih danes izvajamo, lahko opišemo kot analizo, vodenje in optimizacijo različnih sistemov in procesov. V tem okviru:

- raziskujemo nove metode in algoritme za avtomatsko vodenje,

- razvijamo postopke in programska orodja za podporo načrtovanju in gradnji sistemov za vodenje,
- razvijamo specialne merilne in regulacijske module,
- gradimo celotne računalniško podprte sisteme za vodenje in nadzor strojev, naprav oziroma industrijskih in drugih procesov.

Odsek je že vse od svoje ustanovitve dalje intenzivno usmerjen v prenos oziroma izmenjavo znanja s svojo okolico ter v sodelovanje z gospodarstvom, saj si je ob svoji ustanovitvi kot poslanstvo zadal prav "premoščanje prepada med teorijo

Odsek za Sisteme in vodenje  
Institut Jožef Stefan

- Predstavitev
- Ljudje
- R&R teme
- Projekti
- Poučevanje
- Objave
- Aplikacije
- Partnerji
- Prosta mesta

Odsek za sisteme in vodenje  
Institut Jožef Stefan  
Jamova 39, 1000 Ljubljana  
Slovenia

Vodja odseka  
prof. dr. Stanko Strmčnik  
e-mail: stanko.strmcnik@ijs.si  
telefon: +386 1 477 39 00

Domača stran Odseka za sisteme in vodenje na spletu (<http://dsc.ijs.si>)

in prakso" na področju tehnologije vodenja. Prav zaradi tega je dejavnost odseka zelo razvejana, saj obsega tako temeljne in aplikativne raziskave kot tudi razvoj in izobraževanje.

**Ventil:** Pomen področja za sodobno industrijsko proizvodnjo.

**Dr. Jovan:** Terminološko lahko dejavnost našega odseka opredelimo v strokovno področje **tehnologije vodenja** procesov. Tehnologija vodenja procesov, ki združuje informatizacijo, kibernetizacijo in avtomatizacijo procesov, je ena od ključnih za povečanje kvalitete in učinkovitosti proizvodnje, kar seveda bistveno vpliva na konkurenčnost proizvodnih podjetij. Podjetja se tega dejstva zavedajo, zato ne čudi, da smo sodelavci našega odseka v zadnjih dvajsetih letih delali na skoraj 200 različnih projektih za slovenska in tuja podjetja.

**Ventil:** Umestitev odseka v IJS, slovenski in mednarodni prostor.

**Dr. Jovan:** Zaradi svojih ambicij prenosa raziskovalnih rezultatov v industrijsko prakso, aktualnega področja dela, ki ga gojimo na odseku, in strokovnih referenc lahko ocenimo, da smo od ustanovitve odseka pred dobrimi dvajsetimi leti pa do danes izvajali različne projekte v večini najpomembnejših slovenskih industrijskih podjetij. Za nas so najpomembnejša podjetja, s katerimi imamo dolgoročno partnersko sodelovanje, z nekaterimi tudi že več kot 15 let (Cinkarna Celje, d. d., Mitol, d. d., Inea, d. o. o., Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik). V zadnjih 15 letih smo uspešno vzpostavili tudi mednarodno sodelovanje, bodisi v okviru konkretnih naročil za naše storitve in izdelke (Electrolux Zanussi, Mitsubishi Electric, Plasmalt) ali v okviru sodelovanja z uglednimi tujimi univerzami na projektih Evropskega programa in različnih bilateralnih raziskovalnih projektih (Imperial College London, Technical University of Denmark, University of Dortmund, Universidad Politécnica de Catalunya, Delft University, Aristotle University of Thessaloniki, akademijami znanosti v Pragi, Budimpešti, Sofiji in drugimi).



Sistem za avtomatsko končno kontrolo kvalitete sesalnih enot v Domelu, d. d.

**Ventil:** Sodelovanje s slovenskimi podjetji, načini sodelovanja – projekti, mreže, laboratoriji odličnosti. Namen in cilji sodelovanja.

**Dr. Jovan:** Z večino slovenskih podjetij sodelujemo preko konkretnih pogodb, pač po načelu ponudbe in povpraševanja, pa tudi v skupnih razvojnih projektih. Ponudb za sodelovanje je precej, skušamo sodelovati predvsem na zahtevnejših projektih, ki so tudi razvojno zanimivi in kot takšni izziv za našo skupino.

Ker pa menimo, da je vloga naše skupine tudi promocija področja tehnologije vodenja in uvajanje rezultatov tega strokovnega področja v industrijsko prakso, igramo pomembno vlogo tudi v različnih interesnih grupacijah ponudnikov storitev s področja tehnologije vodenja in uporabnikov teh storitev iz industrijskih podjetij. Tako naš odsek vodi Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja. Je tudi eden od pobudnikov za ustanoviteljev tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov



Preizkušanje 7-kilowatnega agregata z gorivnimi celicami

in Tehnološkega centra za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvodnje.

**Ventil:** *Izbrani projekti oziroma rezultati sodelovanja s slovensko industrijo neposredno, posredno preko državnega in evropskega financiranja.*

**Dr. Jovan:** Lep primer neposrednega sodelovanja s slovensko industrijo je naše delo za Domel, d. d., Železniki, danes največjega evropskega dobavitelja sesalnih enot za gospodinjstve in profesionalne sesalnike. Zanje smo razvili in na več proizvodnih linij vgradili kot končno kontrolo diagnostični sistem za avtomatsko kvaliteto elektromotorjev za sesalnike. Postavitve in uspešno delovanje teh sistemov sta podjetju Domel omogočila pridobiti nove kupce izdelkov – predvsem nizozemski Philips. Ta je svojo poslovno potezo namreč pogojeval z uporabo avtomatskih diagnostičnih naprav, zato je bil ta tehnološki dosežek ključnega pomena za prodor novih Domelovih izdelkov na svetovni trg. Nove naprave omogočajo popoln nadzor nad kvaliteto izdelkov ter popolno sledljivost – vsi motorji so označeni in meritve vsakega izdelanega motorja (električne, vibracijske in akustične) so shranjene v podatkovni bazi podjetja. Za postavitve prve naprave smo sodelavci v letu 2005 prejeli zlato priznanje Gospodarske zbornice Slovenije.

Uspešno sodelovanje z Domelom danes nadgrajujemo s skupnim delom na področju razvoja namenskih sklopov za sisteme z gorivnimi celicami. Domel, d. d., namreč postaja pomemben svetovni dobavitelj puhal zraka in vodika za gorivne celice. Trenutno poteka sodelovanje na več projektih s področja razvoja namenskih podsklopov in uporabe gorivnih celic: v okviru evropskega projekta NextGenCell skupaj s strokovnjaki Domela razvijamo mehansko obliko, pripadajočo elektroniko in algoritem vodenja za razdelilnik zraka, ki se bo uporabljal v napravi za pridobivanje vodika iz zemeljskega plina. Drugi trije projekti se nanašajo na uporabo gorivnih celic v sistemih kogeneracije in na njihovo uporabo

kot dodatni vir električne energije v namenskih vojaških aplikacijah.

Trenutno teče na našem odseku še več drugih projektov za slovenska podjetja. Za Danfoss Trata, d. o. o., razvijamo koncept delovanja in elektroniko inteligentnega ventila za energetiko, za isto podjetje se razvija tudi sistem vodenja za namensko testno progo, z Inea, d. o. o., delamo pri razvoju programskega paketa za dinamično pripravo receptur in pri nadgradnji računalniškega vodenja proizvodnih linij v Color, d. d. Z našimi industrijskimi partnerji sodelujemo tudi pri pridobivanju namenskega sofinanciranja za razvojne projekte in jih vključujemo v domače in tudi evropske razvojne projekte.



*Elektronski sklop za pogon motorja inteligentnega ventila*

**Ventil:** *Pomen znanstvenoraziskovalnega dela za stroko, način predstavitve, objave in odmevnost.*

**Dr. Jovan:** Poudarek našega raziskovalnega dela je v skladu z misijo odseka na reševanju problemov, ki izhajajo iz konkretnih potreb naših partnerjev iz industrije. Zadovoljni smo, da so marsikateri predlogi in rešitve s področja računalniškega vodenja naprav in procesov, uporabe sodobnih postopkov regulacije, mikroplaniranja proizvodnje in sprotnega ocenjevanja učinkovitosti proizvodnje zaživel v industrijski praksi in povečali konkurenčnost naših podjetij. Menimo, da je to eden najbolj transparentnih prikazov pomena našega raziskoval-

nega dela. Za svoje delo pri uspešnem prenosu raziskovalnih rezultatov v industrijsko prakso so sodelavci naše skupine dobili tudi vrsto priznanj: več državnih nagrad za izume in tehniške izboljšave, Zoisovo priznanje, Bedjaničeve nagrade in druga priznanja.

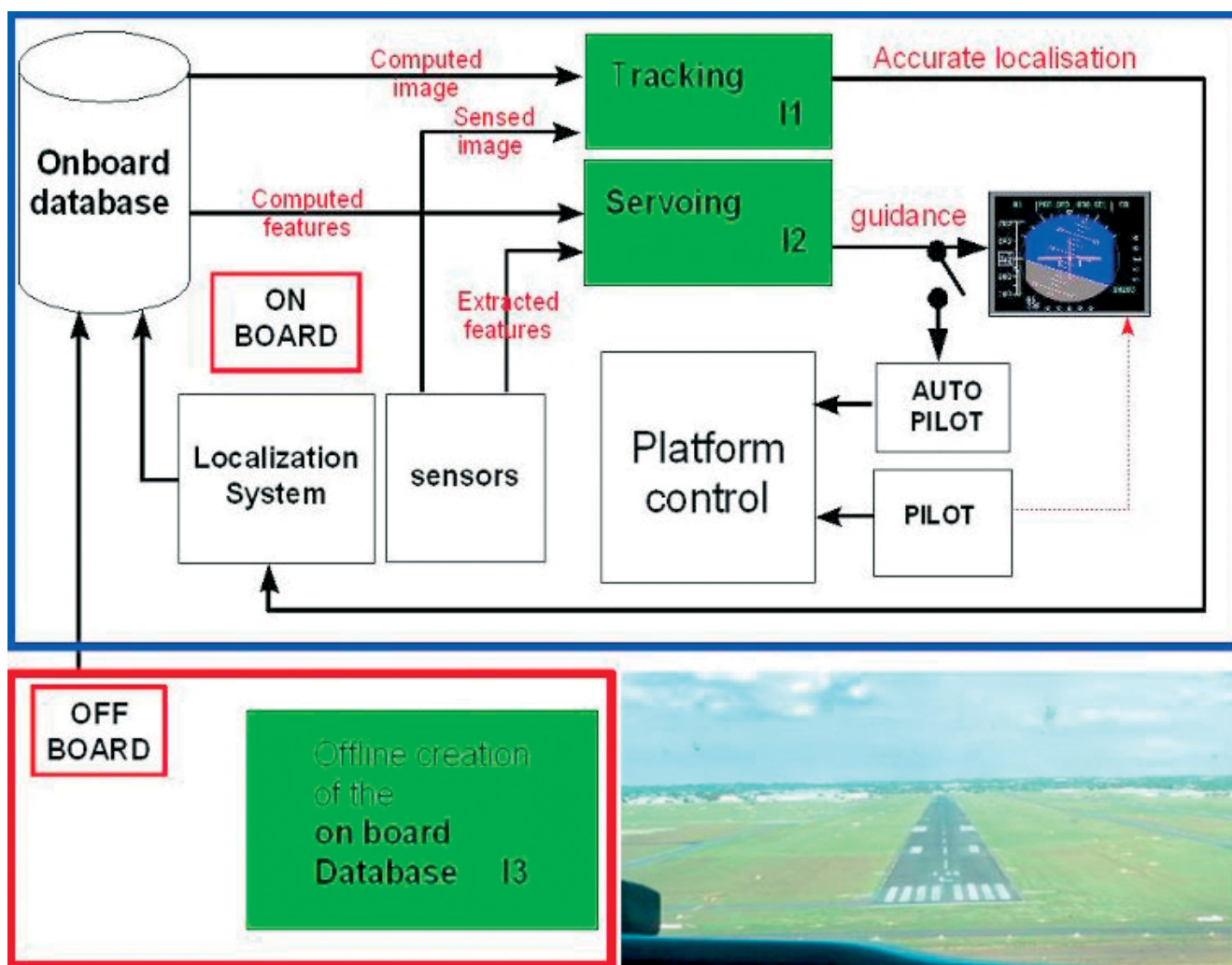
Seveda tudi objavljamo v tujih in domačih znanstvenih revijah. V zadnjih petih letih so sodelavci odseka prispevali okrog 50 originalnih znanstvenih člankov v najuglednejših mednarodnih revijah in predstavili svoje raziskovalne in razvojne rezultate na več kot 100 mednarodnih konferencah po vsem svetu.

Poseben pomen dajemo promociji in razširjanju znanj s področja teh-

nologije vodenja; vrsta sodelavcev odseka sodeluje kot predavatelji na različnih slovenskih univerzah, že več kot 10 let pa v okviru specialističnega študija na ljubljanski Fakulteti za elektrotehniko podajamo znanja s področij avtomatike, vodenja procesov, informatike in računalništva slušateljem rednih tečajev iz slovenskega gospodarstva.

**Ventil:** *Projekti, ki jih financira EU – sodelovanje v posameznih programih.*

**Dr. Jovan:** Pomena vključevanja naše skupine v širši evropski raziskovalni prostor se seveda zavedamo. Poleg vrste mednarodnih bilateralnih projektov, s katerimi smo začeli že



Koncept vodenja letala iz projekta šestega evropskega programa PEGASE

pred dvajsetimi leti, smo bili v petem evropskem programu soudeleženi pri petih projektih. V šestem evropskem programu skupaj s skupinami z najuglednejših evropskih univerz in razvojniki iz pomembnih evropskih industrijskih podjetij sodelujemo na treh projektih: v okviru projekta PRISM je naš odsek zadolžen za problemsko področje optimizacije proizvodnje v realnem času. Cilj raziskave na tem področju je predvsem izdelava koncepta optimalnega vodenja različnih modelnih procesov z upoštevanjem realnih negotovosti/omejitev procesa in razvoj strategij vodenja, ki omogočajo relativno enostavno uporabo v praksi. V projektu PEGASE, ki združuje najpomembnejše evropske izdelovalce letal in helikopterjev, sodelavci iz naše skupine delajo na vodenju letal v fazah približevanja pristajalni pisti, pristajanja in vzletanja s pomočjo dveh na krilih instaliranih kamer. Prednost tega koncepta je v avtonomnosti vodenja letala, ki na ta način ni več

odvisno od zunanjih sistemov vodenja na letališčih, torej t. i. ILS-sistema. V tretjem projektu CONNECT skupaj s partnerji razvijamo napredne algoritme vodenja in orodja za njihovo aplikacijo na množici industrijskih procesov, pri katerih se kažejo posebni problemi in omejitve (npr. problemi, ki zahtevajo hitro vodenje ob upoštevanju omejitev, varnostno kritične aplikacije, procesi z visokimi zahtevami kvalitete produktov itd.). Pripravljamo se tudi na prijave za sedmi evropski program.

**Ventil:** Način in pomen sodelovanja z drugimi znanstvenimi institucijami doma in v tujini.

**Dr. Jovan:** Znanja za realizacijo zahtevnih razvojnih projektov zmeraj primanjkuje, zato se zavedamo pomena sodelovanja z drugimi znanstvenimi institucijami. Tradicionalno zelo uspešno sodelujemo s Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani. Kot primer dobrega sodelovanja v zadnjem

času pa lahko navedemo projekte na področju uporabe gorivnih celic – v projektih so vključene poleg naše skupine iz IJS tudi skupine s Kemijskega inštituta, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo, ljubljanske Fakultete za elektrotehniko, mariborske Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko in tudi več storitvenih podjetij.

Izkušnje sodelovanja s tujimi znanstvenimi institucijami in podjetji v okviru evropskih raziskovalnih programov in konkretnih naročil za tuja podjetja kažejo, da smo tako po znanju in naših storitvah konkurenčni. Trenutno delamo skupaj s partnerji na več tujih naročilih za visokotehnološke projekte: na razvoju podsklopa za napravo za pridobivanje vodika iz zemeljskega plina za sistem hišne kogeneracije z gorivnicamicelnicami, na razvoju sistema za vodenje novo razvite naprave za obdelavo žice s pomočjo magnetno zgoščene plazme

in na razvoju koprocesorskega modula za vodenje zahtevnih industrijskih procesov s standardnimi industrijskimi krmilniki.

**Ventil:** *Organiziranost odseka in pomen mladih raziskovalcev ter prenos znanja preko podiplomskih študentov. Kadri za industrijo, znanje in usposobljenost.*

**Dr. Jovan:** Naš odsek ima trenutno 25 sodelavcev, zbranih okrog jedra desetih izkušenih raziskovalcev in razvijalcev. Imamo 12 doktorjev elektrotehniških znanosti, predvsem s področja avtomatike, ki delno pokriva naše širše strokovno področje tehnološkega vodenja. Trenutno usposabljam pet mladih raziskovalcev, ki jim poleg dela na teoretičnih raziskavah nudimo tudi možnosti za spoznavanje izzivov in čeri pri delu na različnih izvedbenih projektih. Na ta način po zaključku usposabljanja mladi raziskovalec ne pridobi le teoretičnega znanja in ima v žepu potrjeno opravljeno doktoratu, temveč tudi nekaj izkušenj z dela na

projektih, ki mu v bodoči karieri pridejo še kako prav. Bivši mladi raziskovalci, ki jih je nad 25, so našli svojo poklicno kariero na različnih področjih: kot uspešni razvijalci v najboljših slovenskih storitvenih podjetjih s področja uporabe informacijskih tehnologij, kot direktorji in vodstveni kader v slovenski industriji, eden se je po zagovoru doktorata na bostonskem MIT uveljavil v ZDA, nekaj jih je v državni upravi, med njimi imamo tudi enega župana in gospodarskega ministra v vladi, ki ji je letos potekel mandat.

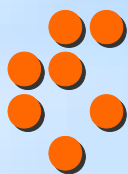
**Ventil:** *Prihodnji razvoj odseka in stroke.*

**Dr. Jovan:** Tehnologija vodenja je infrastrukturalno področje raziskav in razvoja, katerega izsledki in izdelki so vgrajeni v tako rekoč vsako sodobnejšo napravo, od kavnega mlinčka do kompleksnih tehnoloških linij. V zadnjem desetletju se naše področje dela, ki je bilo v izhodišču pretežno računalniško vodenje industrijskih procesov in razvoj zahtevnih elek-

tronskih naprav, počasi, a vztrajno seli na druga strokovna polja uporabe; tako danes delamo tudi na mednarodnem medicinskem projektu, katerega cilj je ocenjevanje stopnje globine anestezije, na področju uporabe gorivnih celic kot alternativnega vira električne energije, na strojniškem projektu diagnostike obratovanja rotacijskih strojev, pripravljamo projekte za proizvodnjo alternativnih vrst biogoriv itd. Izzivov je torej precej, vendar je tudi precej čeri. Predvsem nas skrbi danes v Sloveniji uveljavljen način vrednotenja uspešnosti raziskovalnih skupin, ki temelji predvsem na bibliografskih rezultatih in obenem zanemara zahtevnost razvojnega dela, potrebnost prenosa znanja v industrijsko prakso in sodelovanje z industrijskimi razvojnimi skupinami pri izvedbi najzahtevnejših projektov.

*Hvala za vaše odgovore in uspešno delo še naprej.*

*Dr. Dragica Noe,  
Uredništvo revije Ventil*



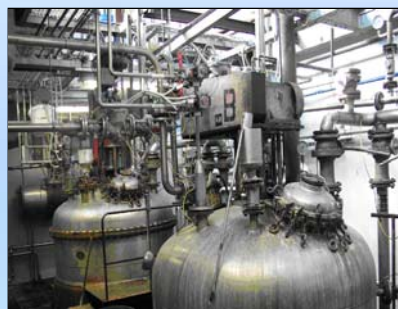
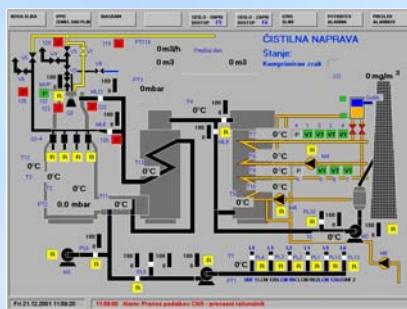
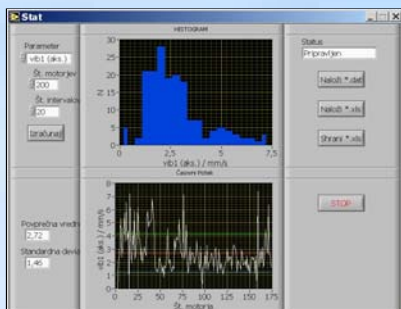
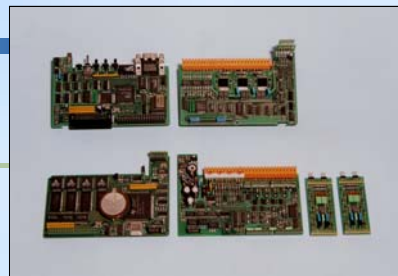
## Institut Jožef Stefan

### Odsek za sisteme in vodenje

*Odsek za sisteme in vodenje E-2 je eden večjih odsekov na Institutu Jožef Stefan.*

*Njegova dejavnost obsega predvsem strokovna področja*

*elektronike, merilne in regulacijske tehnike, računalniške avtomatizacije in informatizacije industrijskih procesov*



# Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

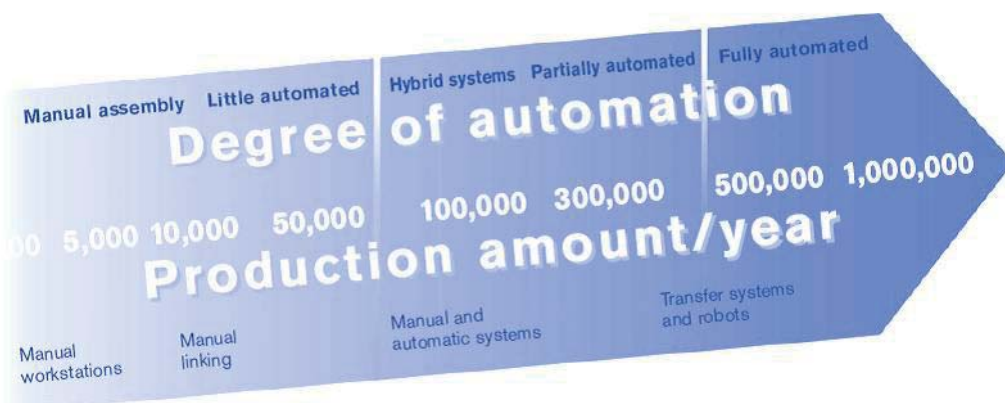
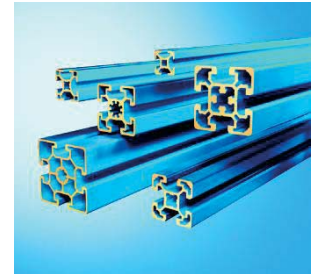
## Izkušnje in kvaliteta



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

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

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



**OPL**

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

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

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

# FUCHS – vodilni svetovni proizvajalec maziv

Mazivo je konstrukcijski element, kvalitetno vzdrževanje, manj zastojev, višja produktivnost, daljša življenjska doba, manjše trenje – občutni prihranki energije, ...

O podjetju, proizvodnem programu, viziji in vpetosti v slovenski prostor smo se pogovarjali z direktorjem podjetja Fuchs maziva LSL gospodom Bogdanom Planincem.

**Ventil:** Spoštovani gospod direktor, podjetje Fuchs mazila LSL, d. o. o., je že dolga leta prisotno na slovenskem trgu z mazivi blagovne znamke FUCHS. Prosimo vas, da nam na kratko predstavite matično podjetje in vaše podjetje v Sloveniji.

**B. Planinc:** Podjetje FUCHSPETROLUB AG je mednarodno podjetje, ki proizvaja in trži širok program maziv za industrijo in vozila ter zaseda vodilni položaj med neodvisnimi družbami na svetu.

Podjetje Fuchs je bilo kot podjetje za uvoz in prodajo visokokvalitetnih rafinerijskih proizvodov ustanovljeno že leta 1931 v Mannheimu v Nemčiji, kjer je sedež podjetja Fuchs Petrolub AG še danes. V obdobju po 2. svetovni vojni se je podjetje usmerilo na mednarodni trg, v širitev palete proizvodov in strategijo prilagajanja individualnim potrebam strank. Dotlej družinsko podjetje se je leta 1972 preoblikovalo v delniško družbo. V 90. letih korporacija Fuchs vključuje že 80 podjetij po svetu, hkrati pa opušča oddelke, ki ne sodijo k Fuchsovemu osnovnemu proizvodnemu programu – mazivom.

Izjemno široka in izpopolnjena ponudba Fuchsovih olj in maziv je bila slovenskim kupcem v celoti prvič na voljo leta 1996 z ustanovitvijo podjetja Fuchs maziva LSL, d. o. o., v Slovenski vasi, kjer je sedaj naše skladišče, sedež podjetja pa se je preselil

v Brežice. Skladiščni prostori obsegajo 1000 m<sup>2</sup>, vedno pa imamo na zalogi preko 160 ton blaga. Osnovno vodilo, ki mu sledimo pri našem poslovanju, predstavljajo učinkovita distribucija, hitra dostava, kakovosten servis in zadovoljni kupci.

**Ventil:** Omenili ste, da je FUCHS vodilni proizvajalec maziv. Na katerih področjih?

**B. Planinc:** FUCHS je ponudnik maziv, ki ima v svojem proizvodnem programu rešitve za praktično vse aplikacije, še posebej uspešni pa smo na področju tekočin za obdelavo kovin, antikorozijske zaščite, masti,

specialnih maziv za rudnike, npr. težje vnetljive hidravlične tekočine, in pa na vse bolj aktualnem področju okolju prijaznih, biološko razgradljivih tekočin in maziv. Podjetje Fuchs je opravilo pionirsko delo na področju okolju sprejemljivih maziv, ki po svojih zmogljivostih niso v ničemer zaostajala za klasičnimi. Na žalost pa je povpraševanje kljub vse večjemu zavedanju glede ohranjanja okolja še vedno pod pričakovano. Upamo, da se bo to v prihodnosti spremenilo!

**Ventil:** Konkurenca ponudnikov je na področju maziv dokaj velika. Bi lahko na kratko omenili vašo vizijo in pred-



Podjetje FUCHS PETROLUB AG in FUCHS Europe Schmierstoffe GmbH

nosti, ki vam omogočajo držati korak s konkurenco oz. biti pred njo?

**B. Planinc:** Naše največje prednosti so vsekakor širok prodajni program, visokokakovostni izdelki po konkurenčni ceni, ažurna dobava in strokovna podpora. Zaradi globalne prisotnosti smo našim strankam dosegljivi vedno in povsod.

Zelo velik poudarek dajemo razvoju vrhunskih izdelkov. Naš cilj je biti vodilni v tehnologiji. Zato FUCHS ni brez razloga najpomembnejši proizvajalec maziv za prvo vgradnjo v nemški avtomobilski industriji. Tako je FUCHS dobitnik laskavega priznanja avtomobilskega koncerna DaimlerChrysler: dobavitelj Top-10. Podjetje vlaga velik del svojih prihodkov v razvoj izdelkov in tehnologij. Zavedamo se, da so raziskave in razvoj ključ do uspeha. Da podjetje izpolnjuje standarde DIN EN ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:2002 in DIN EN ISO 14001, je tako samoumevno.

**Ventil:** Omenili ste obsežen proizvodni program. Ali ga lahko na kratko predstavite?

**B. Planinc:** Naš prodajni program v osnovi delimo na dve področji, in sicer maziva za vozila, ki v Sloveniji predstavljajo 30 % naše skupne prodaje, ter industrijski proizvodi – 70 %.

Naš program za vozila vsebuje široko paleto izdelkov, ki izpolnjujejo mednarodno priznane standarde ter standarde, ki jih predpišejo posamezni proizvajalci vozil.

Če se osredotočim na industrijska maziva, so ta v osnovi razdeljena na naslednje skupine:

- RENOLIN (hidravlična olja in olja za prenosnike),
- ECOCOOL ECOCUT (tekočine za obdelavo kovin),
- ANTICORIT (korozijska zaščita),
- RENOFORM (sredstva za preoblikovanje),
- RENOCLEAN (čistila),
- RENOLIT (masti),
- GERALYN (izdelki za prehrabeno industrijo).



Del široke palete proizvodov blagovne znamke FUCHS

Veliko blaga iz naštetih skupin je na slovenskem trgu mogoče dobiti iz redne zaloge, odločilno vlogo pri določanju artiklov pa vsekakor predstavljata povpraševanje in specifičnost trga.

Poleg navedenih glavnih skupin izdelkov pa obsega proizvodni program skupine Fuchs še številne specialne izdelke za posebne namene. Globalno je v proizvodni mreži podjetja Fuchs na voljo preko 10.000 izdelkov, ki jih dobavljamo več kot 100.000 strankam po svetu.

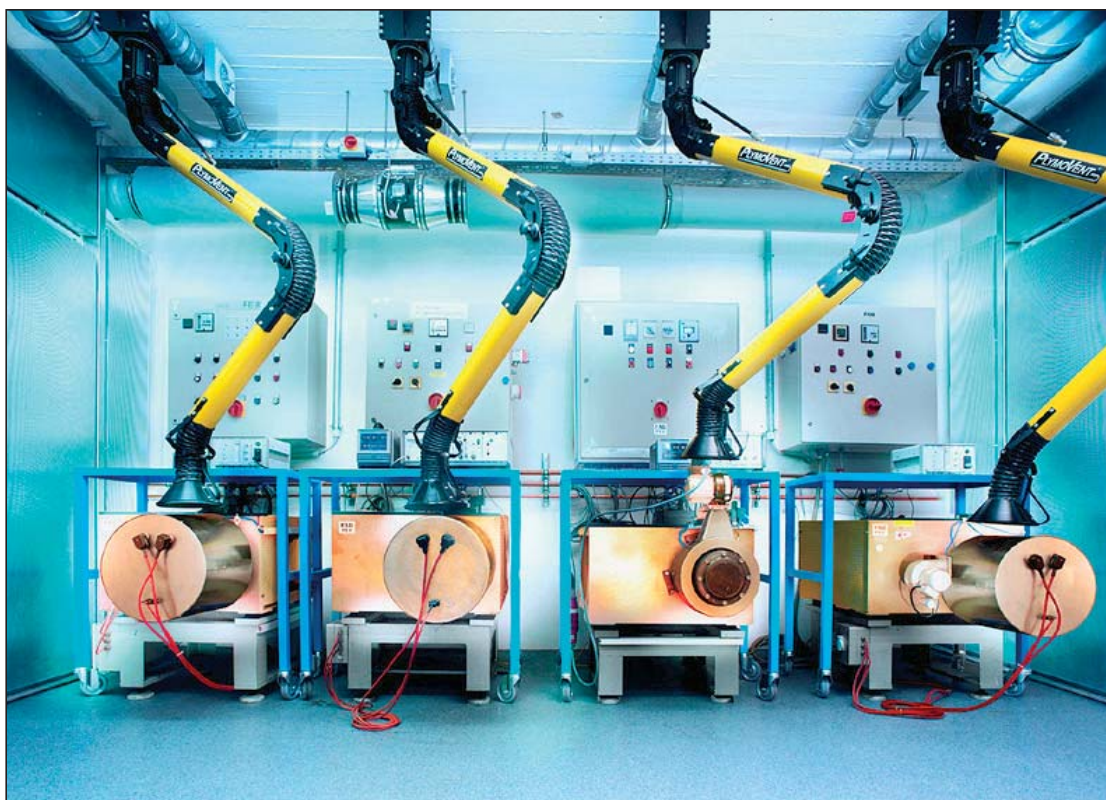
**Ventil:** Bi lahko našim bralcem omenili nekaj najpomembnejših novosti na tržišču.

**B. Planinc:** Razvoj in raziskave so ključnega pomena za naš sedanji uspeh in tudi v prihodnosti, zato naši razvojni oddelki nepretrgoma razvijajo in preizkušajo nove izdelke. Med zadnjimi dosežki bi omenil nove hladilno-mazalne tekočine, ki so koži prijazne in ne povzročajo alergij in draženja. Sredstva za preoblikovanje v prihodnosti ne bodo smela več vsebovati klora, težkih kovin ter nevarnih hlapljivih snovi. Naši novi izdelki že ustrezajo tem zahtevam. Prav tako Fuchs že preizkuša izdelke, ki hkrati služijo kot korozijska zaščita ter sred-

stvo za preoblikovanje pločevine, npr. izdelava avtomobilskih karoserij. Izdelek mora poleg tega omogočiti tudi naknadno spajanje oz. varjenje ter učinkovito pranje pred postopki barvanja. V vsakem vozilu je do 30 različnih aplikacij, v katerih se uporabljajo različne vrste masti. V vsako vozilo je vgrajene do 1,5 kg masti. Kupci pogosto zahtevajo posebne, namensko izdelane rešitve, ki so rezultat obsežnega razvoja in tehničnega znanja, ki ga Fuchs kot eno izmed redkih podjetij tudi ima. Desetletja so se uporabljala samo reduktorska olja, izdelana na osnovi mineralnih olj, vendar pa se vse bolj pojavljajo sintetična olja, ki so v nekaterih sektorjih zaradi svojih lastnosti nepogrešljiva, npr. vetrne turbine, kjer se zahtevajo okolju prijazna, viskozomogljiva olja. Glavne prednosti sintetičnih izdelkov so boljša zaščita pred obrabo, zmanjševanje trenja, nižje delovne temperature, kar posledično pomeni manjše termične in oksidacijske obremenitve. Res je, da so sintetična olja dražja od mineralnih, vendar pa je tudi njihova življenjska doba daljša, podaljšani so intervali menjave, zmanjšajo se stroški vzdrževanja.

**Ventil:** Veliko si prizadevate tudi za promocijo blagovne znamke in izdelkov. Kje vse ste prisotni?





*Utrinek iz laboratorija, oddelka za razvoj in raziskave*

**B. Planinc:** Ker prihaja večji del naših kupcev iz industrije, je tudi promocija blagovne znamke nekoliko drugačna kot pri podjetjih, kjer predstavljajo velik del njihove prodaje izdelki za vozila. Poskušamo najti način, kako se našemu kupcu najbolj približati. Vsekakor so tu na prvem mestu stiki, ki jih vzpostavijo naši prodajni predstavniki, sledijo stiki, vzpostavljeni na različnih strokovnih sejmih (Terotech, Orodjarstvo, Srečanje vzdrževalcev Rogla, Avto in Vzdrževanje, ...). Prav tako oglašujemo v strokovnih revijah, kot je npr. vaša, tudi preko strokovnih člankov, katerih število želimo v prihodnosti še povečati. Ne boste pa našli naših oglasov na zunanjih reklamnih panojih ali televiziji, ker ja takšno oglaševanje preprosto predrago. Vsekakor pa je najboljša promocija zadovoljna stranka.

**Ventil:** Kdo so vaši največji konkurenti na slovenskem trgu?

**B. Planinc:** Konkurenca na trgu je močna in v Sloveniji ni nič drugače kot na ostalih razvitih trgih. Prisotne so vse pomembne blagovne znamke z večino svojega programa in tudi

manjša podjetja, ki se pojavljajo s specialnimi izdelki za posebna področja. Zaradi razdrobljenosti in velikosti so pogoji na Slovenskem trgu nekoliko drugačni. Skupne količine so običajno majhne, število različnih artiklov, ki jih stranke iščejo, pa je visoko. To zahteva vzdrževanje precejšnjih zalog, ki so

razvoju. Trenutna dogajanja na trgu bodo vsekakor nekoliko spremenila razmerja med posameznimi skupinami izdelkov, ne pričakujemo pa kakšnih izjemnih sprememb.

**Ventil:** Se vam recesija kaj pozna (primerjava prodanih količin maziv letos in lani)?

vsekakor finančno breme. Vsak dobavitelj pa seveda poskuša najti na trgu področje, kjer meni, da ima s svojimi izdelki konkurenčno prednost!

**Ventil:** Kakšne načrte imate v prihodnosti?

**B. Planinc:** Tudi načrti za prihodnost predvidevajo, da bo segment industrijskih izdelkov predstavljal večino naše prodaje. Širok prodajni program nam omogoča, da hitro reagiramo na novo nastale potrebe trga oz. sledimo



*Utrinek z razstavnega prostora – srečanje vzdrževalcev na Rogli*



Masti predstavljajo pomemben delež prodaje podjetja Fuchs

**B. Planinc:** Ker dobavljamo del naših izdelkov podjetjem, ki proizvajajo dele za avtomobilsko industrijo, smo tudi mi občutili občuten upad povpraševanja v primerjavi z lanskim letom. Po naših izkušnjah se

je manjše povpraševanje čutilo že v prvi polovici letošnjega leta in ne šele proti koncu leta, ko je dogajanje na globalnem trgu tudi precej bolj podprto s strani medijev.

**Ventil:** Kakšna je prihodnost proizvajalcev maziv v Evropi glede na globalizacijo in zmanjševanje porabe maziv v razvitih državah?

**B. Planinc:** Zahodna Evropa je dozorel trg, ni več prostora za izrazito rast. Nasprotno je v Vzhodni Evropi še dovolj prostora za razvoj. Globalizacija predstavlja za Fuchs kot skupino prednost, saj je podjetje manj dovzetno za nihanja, ki jih povzročijo dogajanja v eni regiji. Npr: 2004, 2005 zelo dobri rezultati ZDA, 2006, 2007 Evropa, Azija pa je regija v konstantnem vzponu!

Slovenski trg je po mojem mnenju zelo razvit, zato bo konkurenčni boj v prihodnosti trd.

*Gospod direktor, v imenu bralcev revije Ventil se vam najlepše zahvaljujemo za pogovor in vam želimo veliko poslovnih uspehov.*

*Dr. Darko Lovrec*

Zavarujte  
svoje dragulje\*



\*zato na svojih strojih in opremi uporabljajte le najboljša maziva.



# Analiza stanja in trendov raziskav ter razvoja v stregi in montaži

Niko HERAKOVIČ

**Izvleček:** V prispevku je podan kratek pregled stanja raziskav in razvoja v stregi in montaži v svetu in nekateri trendi prihodnjega razvoja, ki so lahko v pomoč pri planiranju strežnih in montažnih sistemov. V prvem delu prispevka so analizirani glavni razlogi za avtomatizacijo in integracijo robotike v proces montaže. V drugem delu pa so podane nekatere razvojne strategije na tem področju, obravnavani pa so tudi trendi nujnega uvajanja metodologije DMFA v proizvodni proces ter principi mešanega modela montaže in modularne dobaviteljske verige. Na koncu so poleg mikromontaže obravnavani še trendi na področju fleksibilnih montažnih sistemov in industrijskih robotov, uporaba strojnega vida v montaži ter področje strege in transporta materiala.

**Ključne besede:** planiranje strege in montaže, fleksibilna avtomatizacija montaže, robotski vid, trendi razvoja v stregi in montaži, prilagodljivost, modularnost, DFMA, mešani model montaže, modularna dobaviteljska veriga, aplikacije industrijskih robotov, interakcija robot-človek,

## ■ 1 Uvod

Današnja »množična proizvodnja po meri« ponuja individualizirane izdelke po skoraj enakih cenah, kot jih omogoča klasična množična proizvodnja. Rezultat omenjene spremembe paradigme je drastično povečanje števila variant različnih izdelkov, ki jih ponujajo proizvajalci [1], kar ima za posledico nenehno potrebo po hitri spremembi in prilagoditvi planov ter urnikov proizvodnih procesov skladno z veliko raznolikostjo izdelkov in hitro spreminjajočim se tržnim povpraševanjem. Takšno povečanje dinamike trga v zadnjih letih je postavilo proizvodna podjetja pred nove izzive, ki se še posebej odražajo na področjih planiranja, optimizacije ter krmiljenja strege in montaže.

Konvencionalne montažne strukture in metode v glavnem niso več dovolj zmogljive in zadovoljive v spopadanju s spremembami, nepre-

dvidljivimi dogodki in motnjami. Učinkovito reševanje teh izzivov je dandanes in v prihodnje vse bolj možno le z uvajanjem fleksibilnih,

rekonfigurabilnih in avtonomnih montažnih in strežnih sistemov ter razvojem njihovih naprednih modelov (*preglednica 1*) [1, 2].

**Preglednica 1.** Evolucija proizvodnih paradigam [2]

Proizvodna paradigma	Fleksibilni proizvodni sistemi	Rekonfigurabilni proizvodni sistemi	Avtonomni proizvodni sistemi
Časovno obdobje	80. leta 20. stol.	90. leta 20. stol.	1. desetletje 21. stol.
Zahteve trga	različnost izdelkov, majhne serije	izdelki po meri, spreminjajoče se zahteve	personalizirani izdelki, turbulentni trgi
Zahteve za proizvodne sisteme	fleksibilnost	prilagodljivost, spremenljivost	samoprilagodljivost, samooptimizacija, samoorganizacija
Proizvodni koncepti	CIM, fleksibilna avtomatizacija	HMS, rekonfigurabilni sistemi	avtonomni sistemi, ubikvitaro računanje
Krmilni koncepti	centralizirani krmilni sistemi, hierarhična struktura	centralizirani in decentralizirani krmilni sistemi, dinamična struktura	avtonomno krmilje, heterarhična struktura
Realizacija	monolitični PPC-sistemi	multiagentni sistemi	vsepovsodne računske tehnologije
	CNC-izdelovalni centri, roboti	modularnost, standardizirani vmesniki	integracija krmilja v podsisteme, stroje, komponente, dele

Doc. dr. Niko Herakovič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – LASIM

Eden izmed načinov za uspešno planiranje strežnih in montažnih sistemov ter procesov prihodnosti je vsekakor nenehno sledenje in poznavanje specifičnih trendov v avtomatizaciji strege in montaže kakor tudi splošnih tehnoloških trendov prihodnosti. V prispevku je podan kratek pregled stanja kakor tudi nekateri trendi na področju avtomatizacije strege in montaže.

## ■ 2 Stanje v stregi in montaži

Trije elementi, potrebni za delovanje stroja ali naprave, so avtomatizacija, elektromehanske komponente in človek [3]. Pregled relativnega napredka oz. izboljšav pri posameznem elementu nam vsekakor poda nek vpogled v trende, ki bodo zaznamovali avtomatizacijo strežnih in montažnih naprav v prihodnosti.

Splošno stanje oz. trend, ki že desetletja in nenehno pridobiva na pomembnosti, je hiter napredek avtomatizacije, instrumentacije in električnih komponent ter sistemov. Te komponente in sistemi nenehno in hitro napredujejo na področjih, kot so predvsem razmerje cena/zmogljivost, velikost (gabariti) in zanesljivost delovanja. Ti napredki so očitni predvsem v primerjavi z napredki elektromehanskih komponent in človeške delovne sile.

Avtomatizacija proizvodnih procesov, vključujoč strego in montažo, je eden ključnih parametrov moči industrije zahodnih držav in obenem eden glavnih dejavnikov njihove kompetitivnosti in zmanjšanja odvisnosti od trgov s ceneno delovno silo, obenem pa nam kljub staranju prebivalstva pomaga (oz. bo bolj izrazito v prihodnosti) tudi pri vzdrževanju življenjskega standarda.

Glavni razlogi za avtomatizacijo in integracijo robotike v proces strege in montaže so zagotavljanje oz. občutno izboljšanje kakovosti strežnih in montažnih procesov ter izdelkov z uvedbo kontrole v zaprti krmilni zanki, izboljšanje učinkovitosti, uporaba standardne strojne in programske opreme, predrage elektromehanske komponente, po-

večanje operativnega nadzora nad montažnim in strežnim procesom (v primerjavi s trgi s ceneno delovno silo), nižji proizvodni stroški, pa tudi zmanjšanje odvisnosti od človeškega faktorja in nenazadnje posledično zmanjšanje potrebnega proizvodnega prostora.

Z uvedbo avtomatizirane strege in montaže je potrebnih manj ljudi z nižjo strokovno usposobljenostjo v samem procesu strege in montaže, več pa je potrebnih ljudi z višjo strokovno usposobljenostjo in specialnimi znanji, ki bodo znali upravljati avtomatiziran sistem, ga nadzorovati in tudi vzdrževati.

Planiranje avtomatizirane strege in montaže zahteva upoštevanje mnogih dejavnikov. Različna življenjska doba izdelkov in negotovost oz. spremenljivost količine izdelkov otežujejo izbiro ustrezne stopnje avtomatizacije v proizvodnem procesu. Avtomatiziran proces sicer izboljša kakovost procesa in izdelkov ter zagotovi predvidljiv rezultat, vendar se ob nepravilnem planiranju pogosto pokaže tudi kot zavirajoč oz. motilni dejavnik. Zaradi te negotovosti mnoga proizvodna podjetja, še posebej manjša, pogosto močno omahujejo pri uvajanju avtomatizacije ali imajo do nje celo odklonilen odnos, kar je predvsem posledica prisilnih frekventnih sprememb, ki otežujejo izračun profitabilnosti. To je tudi eden glavnih razlogov, da se mnoga podjetja še naprej zanesejo na višjo stopnjo ročne strege in montaže, ki ima v primerjavi z avtomatiziranim strojem oz. napravo tudi nekatere pomembne prednosti [4], vendar pa avtomatizirana naprava na drugi strani marsikje uspešno nadomešča človeka in elektromehanske komponente.

## ■ 3 Trendi

Po oceni mnogih strokovnjakov je prihodnost avtomatizacije strežnih in montažnih procesov v standardizirani, pa vendar variabilni modularni gradnji in inštalacijskih rešitvah. S pametnim oz. preišljenim planiranjem je možno kombinirati avtomatizirane in ročne procese v kombinirane fleksibilne proizvodne rešitve.

Zaradi variabilnosti naročil in nenehnih potreb po spremembi strežnih in montažnih sistemov je vsekakor smiselno vkomponirati potrebno fleksibilnost že v zasnovo sistemov in tako omogočiti njihovo sposobnost za postopne spremembe in dograjevanje. Na ta način je mogoče večji del investicije porazdeliti preko daljšega časovnega obdobja, strežne in montažne sisteme pa lahko tako vedno znova posodobimo in dogradimo z najnaprednejšimi in najustreznejšimi rešitvami [5]. Tako zagotovimo tudi trajnost strežnih in montažnih sistemov ter njihovo variabilnost, kar je nenazadnje dodatno zagotovilo, da naprave zadržijo svojo vrednost in s tem zagotovijo povrnitev investicijskih stroškov ter ustvarjanje dobička.

## 3.1 Razvojne strategije

Nekatere države EU so v skladu s svojimi razvojnimi »high-tech« strategijami sprejele različne iniciative za raziskave na področju razvoja strežnih in montažnih sistemov v prihodnosti. V okviru nemške »Raziskave za jutrišnjo proizvodnjo« [6], ki se je zaključila v letu 2007 in v kateri so sodelovale tako razvojne ustanove kakor tudi industrija, so bili navedeni naslednji kriteriji za uspešno cenovno učinkovito proizvodnjo množičnih izdelkov po meri kupcev v prihodnosti:

- prilagodljivost strežne in montažne opreme spremenljivim strežnim in montažnim nalogam – časovno najkrajša možna preumeritev;
- modularnost in rekonfigurabilnost sistemov tudi za majhne serije in hitre menjave lastnosti izdelkov (fleksibilnost procesa in količine);
- visoka stopnja funkcionalne integracije različnih tehnologij z različnimi strojnimi konstrukcijami za skrajšanje proizvodnih verig;
- fleksibilna implementacija razpoložljivih sistemskih komponent, vključujoč periferne značilnosti (procesna povezava, delovanje, inštalacija);
- nove oblike sodelovanja s kupci – integracije kupca kot partnerja, ki omogoča dodano vrednost, in

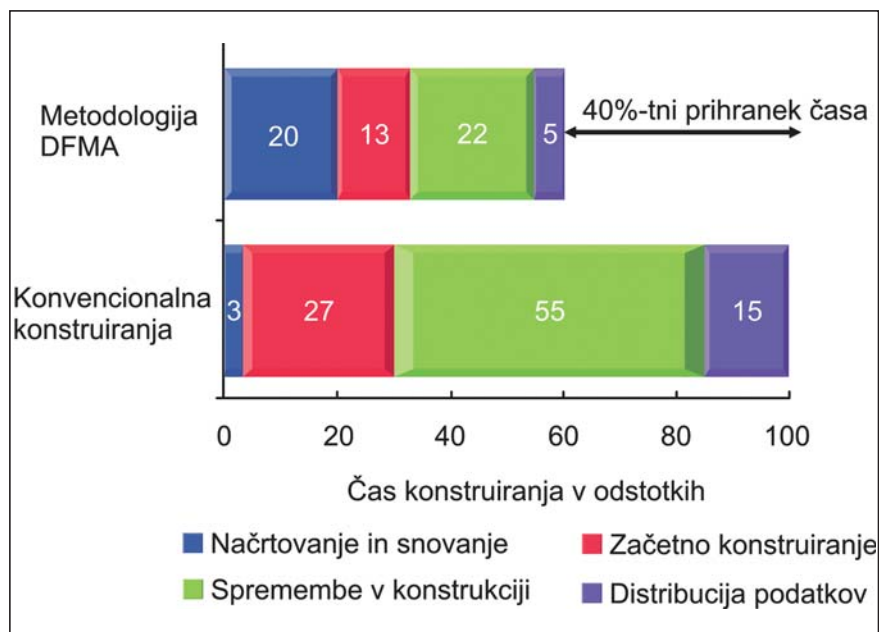
- skupno razvijanje izdelka;
- transparentnost celotne blagovne verige in življenjske dobe izdelka tako za kupca kot za proizvajalca.

Strežne in montažne sisteme prihodnosti bodo, odvisno od zahtev, sestavljale ročne delovne postaje, kombinacije ročnih in avtomatiziranih delovnih postaj (hibridni strežni in montažni sistemi) ali pa bodo sestavljeni iz popolnoma avtomatiziranih, avtonomnih naprav. Inteligentna kombinacija individualnih korakov bo omogočila stroškovno učinkovite in fleksibilne strežne ter montažne sisteme, ki bodo lahko hitro reagirali na spremembe.

### 3.2 Metodologija DFMA

V današnjem globalnem nastopanju proizvodnih podjetij je zniževanje proizvodnih stroškov v samem središču pozornosti. V zadnjih letih veliko govorimo o t. i. »vitki proizvodnji« oz. o vitkih proizvodnih sistemih. S pomočjo filozofije vitke proizvodnje lahko proizvodna podjetja optimirajo delovanje in tako občutno znižajo proizvodne stroške. Najboljša montaža z vidika "lahko, hitro, poceni" je dejansko "nič montaže" – npr. končni izdelki že takoj po procesu izdelave. V praksi pa je najboljša montaža podobna filozofiji "vitke proizvodnje" – nikoli dokončna pot iskanja nenehnih izboljšav tako izdelka kot procesa.

Konstruiranje za proizvodnjo in montažo – Design For Manufacturing and Assembly (DFMA) – je ena od metodologij in orodje, ki bo v prihodnosti zagotovo omogočalo "vitke" izdelke in procese od samega začetka z zniževanjem kratkoročnih stroškov in izboljšavo dolgoročne profitabilnosti. Cilj uporabe DFMA je optimalna montaža, kar je doseženo z uporabo sofisticirane programske opreme že v zgodnji fazi načrtovanja in konstruiranja izdelka s ciljem zmanjšati število sestavnih delov in poenostaviti montažni proces ter vzdrževanje in obenem izboljšati kakovost izdelkov. Na *sliki 1* je prikazan primer, ki ponažarja časovni potek oz. trajanje posameznih faz v odstotkih, in sicer v pri-

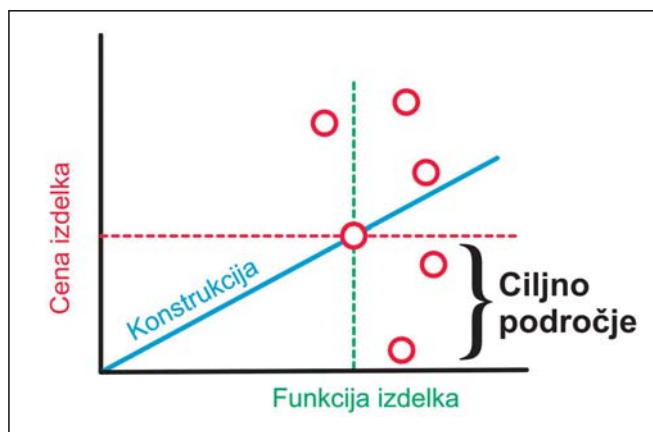


**Slika 1.** Skrajšanje časov in znižanje stroškov proizvodnega procesa z uporabo metodologije DFMA [7]

meru konvencionalnega procesa, ter pri uporabi metodologije DFMA, po kateri prihranimo do 40 % proizvodnega časa, vendar pa je zato več časa posvečenega načrtovanju in snovanju izdelka kot v primeru konvencionalnega proizvodnega procesa.

dnih časov izdelka ob izboljšani kakovosti in nižjih stroških.

Eden najpomembnejših parametrov metodologije DFMA je cena končnega izdelka ali sestavnega dela, kar velja tudi v primeru individualiziranih izdelkov. Pri tem je pomembno



**Slika 2.** Optimalna cena in funkcija izdelka [7]

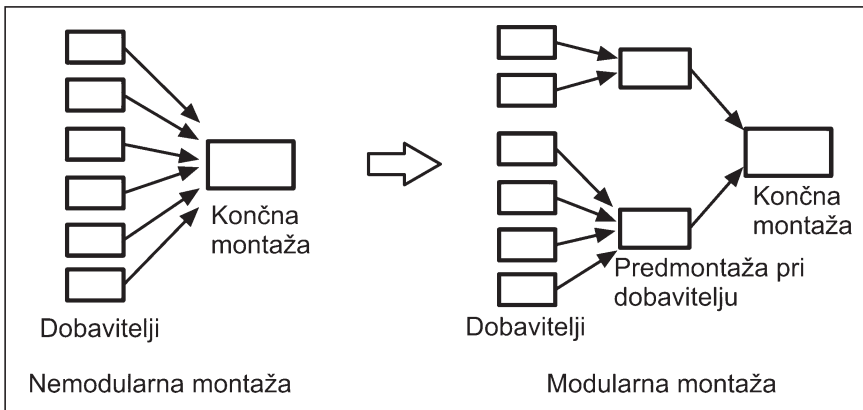
Bistvo uspeha pri uporabi metodologije DFMA je tesno sodelovanje in dogovarjanje med vsemi dejavniki življenjske dobe izdelka (oblikovalci, konstruktorji, prodajalci, uporabniki, tehnologi izdelave, montaže itd.), in sicer že v zelo zgodnji fazi zasnove izdelka. Le na ta način je možno znižati proizvodne stroške, izboljšati učinkovitost procesa, upoštevati vse alternative in doseči konsenz vseh partnerjev s ciljem skrajšanja proizvo-

razmerje med stroški in funkcijo izdelka oz. sestavnega dela. Načrtovalci in konstruktorji izdelka morajo doseči optimalno točko, ko se srečata ciljni črti funkcije izdelka in stroški njegove izdelave (*slika 2*). Vsaka konstrukcija izdelka, ki seže preko teh dveh meja, je sla-

ba. Optimalna konstrukcija sestavnih delov ali izdelkov zahteva doseganje meje funkcionalnosti brez dodatnih stroškov v proizvodnem procesu.

### 3.3 Princip mešanega modela montaže in modularne dobaviteljske verige

Zaradi visoke stopnje variantnosti izdelkov bodo morali biti strežni in



Slika 3. Nemodularna in modularna dobaviteljska veriga v montaži [1]

montažni sistemi prihodnosti načrtovani tako, da bodo lahko zagotovili visoko stopnjo zahtevane variantnosti ob kakovosti in produktivnosti množične proizvodnje. Proizvodna podjetja se lahko spopadejo s tem izzivom z uvajanjem strežnih in montažnih sistemov, ki delujejo po principu »mešanega modela« [1]. Ta metodologija omogoči znižanje investicijskih stroškov montažne linije z izvajanjem montaže različnih variant izdelkov na isti montažni liniji kakor tudi izravnavanje fluktuacij naročil posameznih variant izdelkov. Pri visoki stopnji variantnosti izdelka so zelo pomembni tudi koncepti dobaviteljske verige sestavnih delov ali podsklopov. Na *sliki 3* sta prikazana koncepta modularne in tradicionalne, nemodularne dobaviteljske verige.

V modularni konfiguraciji montaže se določeni podsklopi izdelka montirajo že v predmontaži pri dobavitelju. Na ta način pride do podjetja, ki izvaja končno montažo, manjše število sestavnih delov. Dobavljeni so že predmontirani podsklopi za končno montažo, kar zmanjša kompleksnost procesa končne montaže, obenem pa se del odgovornosti in rizika prenese na dobavitelja. Kombinacija montažne linije po principu mešanega modela in montaže z modularno dobaviteljsko verigo in petimi možnimi kombinacijami mrežne konfiguracije dobaviteljske verige s štirimi dobavitelji je prikazana na *sliki 4*.

Izdelek na *sliki 4* ima dve komponenti, A in B, vsaka od njih ima več variant (npr.  $A_1$  do  $A_3$  in  $B_1$  do  $B_2$ ). Rezultat končne montaže so va-

riantni izdelki po meri, ki so nastali s kombinacijo variant vsake komponente. Pri tem pa so možne različne kombinacije in mreže dobaviteljske verige s štirimi dobavitelji osnovnih sestavnih delov.

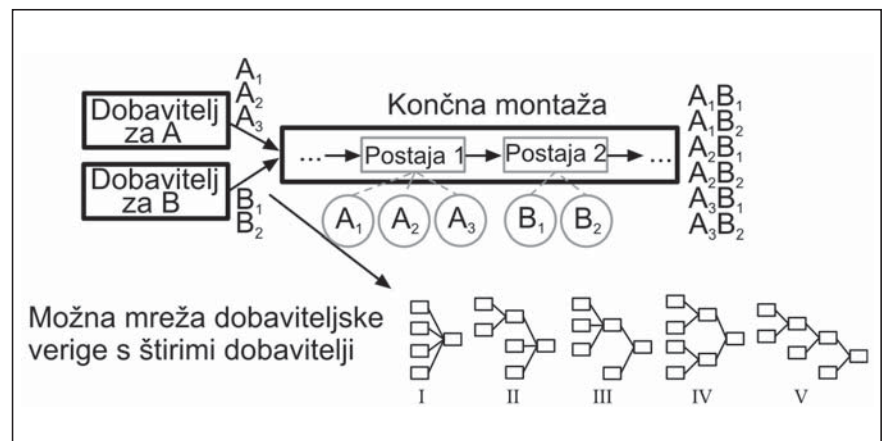
### 3.4 Mikromontaža

Pri mnogih izdelkih, kot so elektronski in medicinski izdelki, senzori, aktuatorji, mikrostikala in podobno, ki so prisotni na globalnih trgih danes in bodo še bolj v prihodnje, je trend razvoja v smeri miniaturizacije z zmanjševanjem mase, gabaritov,

vencionalnih tehnologij zaradi size efekta, ampak so za njihov razvoj potrebni posebni pristopi in razvojne strategije [8]. Pri mikroizdelkih je še posebej pomemben celostni pristop, ki mora vključevati celoten proizvodni proces od materiala, razvoja izdelkov, izdelave sestavnih delov do strege, montaže in tudi pakiranja. Če želimo dobro načrtovanje izdelave in mikromontaže izdelka, je potrebno predvsem vnaprej preveriti izvedljivost načrtovanih tehnologij v digitalnem okolju s simulacijo kakor tudi s testi in meritvami. S povratnimi informacijami so možni optimalno načrtovanje in izdelava ter montaža mikroizdelkov. Pri tem seveda ne smemo pozabiti pakiranja, ki je pri mikroizdelkih ravno tako velik izziv.

### 3.5 Fleksibilni sistemi in industrijski roboti

Inteligentni, rekonfigurabilni montažni sistemi z visoko stopnjo fleksibilnosti in avtonomnosti bodo v prihodnosti vse bolj zaznamovani z robotiko in roboti tudi v avtomatizaciji strege in montaže. Industrijski



Slika 4. Kombinacija principa mešanega modela montaže in modularne dobaviteljske verige [1]

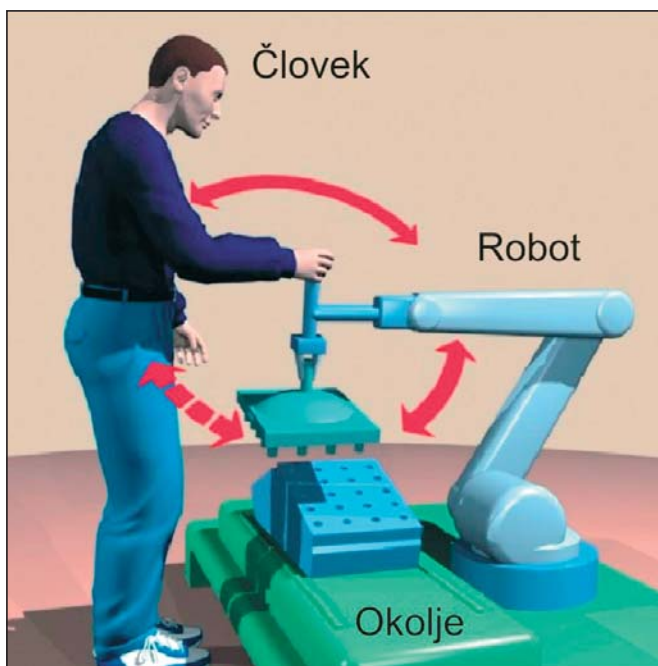
enostavne oblike, nižjih cen, ob hkratnem povečanju integracije funkcij. Osnovni izzivi montaže omenjenih izdelkov so montirati majhne izdelke, katerih sestavni deli dosegajo gabarite od nekaj mikrometrov pa do nekaj sto mikrometrov, in sicer natančno in hitro. Za to so potrebni specialni montažni sistemi in tehnologije, ki jih ne moremo enostavno in direktno razviti oz. prenesti iz znanih kon-

roboti že dandanes zagotavljajo visokokakovostno in stroškovno učinkovito proizvodnjo, montažo, strego in logistično podporo v vseh glavnih vejah industrije, kar bo v prihodnosti le še bolj izrazito [9]. Bodoči robotski sistemi ne bodo samo ekstrapolacija današnjih, pogosto kompleksnih in dragih robotskih tehnologij, ampak bodo sledili novim oblikovalskim in konstrukcijskim principom širokega

spektra možnih aplikacij. Njihovo delovanje bo vse bolj odvisno od informacij, pridobljenih s senzorji, od ustnih navodil delavca in/ali od CAD-podatkov izdelka. Postopoma bodo tako bodoči roboti postali delavčevi asistenti, ki mu bodo pomagali na njegovem delovnem mestu. Izvajali bodo ponavljajoča se, težka in naporna dela in ščitili delavce pred poškodbami ter nesrečami in drugimi problemi, nevarnimi za zdravje, in s tem zniževali zdravstvene stroške za delavce in celotno družbo. Naslednje generacije industrijskih robotskih sistemov bodo imele pomemben socioekonomski vpliv v vsaj štirih kategorijah dejavnikov: v industriji končnih uporabnikov, pri obstoječih proizvajalcih robotizirane avtomatizacije in sistemskih integritorjih, v novih oblikovalcih robotov in v podporni industriji, povezani z izdelki.

Roboti so bili tradicionalno koncipirani za delo v robotskih celicah, ograjeni od okolice in s strogo prepovedanim kontaktom s človekom. Roboti prihodnosti bodo zasnovani tako, da bosta robot in človek aktivno sodelovala drug z drugim (slika 5). Delavec pri takšnem principu sodelovanja z robotom vodi montažni proces in robota, ta pa mu zagotavlja fizično pomoč. Za takšno sodelovanje ni dovolj samo stopnja natančnosti pozicioniranja robota, ampak je potrebna predvsem njegova sposobnost interakcije s človekom. Robot, s katerim bo v prihodnosti sodeloval človek, bo moral biti prilagodljiv in sposoben zaznavati geometrijo, lokacijo, barvo, poteze in zunanje oblike kakor tudi gibe drugih naprav in ljudi. Moral se bodo znati prilagoditi različnim variantam oz. različnosti izdelkov in sestavnih delov, okolju in drugim pogojem.

Zahteva po tesnem sodelovanju človeka in robota izvira predvsem iz prepotrebne fleksibilnosti in spremenljivosti montažnega procesa zaradi individualizirane montaže izdelkov z mnogimi variantami. Montaža, podprta z delom robotov in vodena s strani človeka, predstavlja v takšnih okoliščinah številne prednosti pred popolnoma avtomatizirano



Slika 5. Sodelovanje človeka in robota [10]

montažo [10, 11, 12]. Glavni cilj številnih raziskav sodelovanja robota s človekom [10, 13, 14] je predvsem razvoj naprednih proizvodnih sistemov, ki bodo omogočili premostitev praznine med popolnoma avtomatiziranimi in ročnimi montažnimi sistemi.

Sodelovanje človeka z robotom pa bo imelo tudi druge pozitivne posledice. Predvsem bo omogočilo odstranitev varnostnih mrež, ograd, svetlobnih zaves, kletk in drugih varnostnih ukrepov kakor tudi zmanjšanje potrebne delovne površine in dvig produktivnosti [15]. Pri tem je seveda varnost delavcev na prvem mestu. Zato se bodo morali proizvajalci robotov in programske opreme držati številnih strogih predpisov in standardov, ki opredeljujejo t. i. varno gibanje. Mnoge standarde in



Slika 6. Primer aplikacije strojnega vida v kontroli [17]

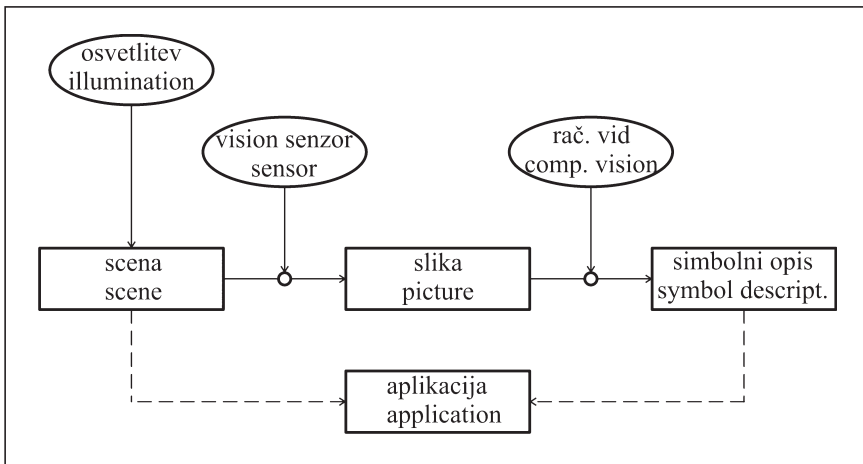
predpise kakor tudi varnostne mehanizme in koncepte varovanja pa bo treba še doreči in sprejeti.

Industrijski roboti prihodnosti bodo ne glede na stopnjo inteligentnosti in avtonomnosti ustrezen vmesnik med robotom in izdelkom oz. predmetom manipuliranja. Učinkovit vmesnik oz. prijemalo je odločilnega pomena za uspešno delo-

nje vsakega strežnega ali montažnega robotskega sistema. Razvoj učinkovitih, cenovno ugodnih, modularno grajenih fleksibilnih prijemal bo zato izziv in področje raziskav ter razvoja tudi v prihodnosti [11, 16]. Eden izmed trendov razvoja prijemal ali t. i. »endefektorjev« je tako npr. razvoj robotske roke s petimi prsti, ki bo zelo podobna človeški roki s čim več čutili in primerljivo silo prijemanja kakor tudi primerljivimi gabariti. Ravno tako so trend razvoja industrijska prijemala, ki bodo modularna, lahka, toga, fleksibilna in prilagodljiva in bodo imela možnost fine samonastavitve.

### 3.6 Strojni vid v montaži

Robotski montažni sistemi z računalniškim vidom, ki so bili pomembna tema raziskav v preteklih štirih desetletjih, so dandanes dozoreli do te mere, da so kljub nenehnim izzivom pri razvoju posameznih aplikacij primerni za uspešne aplikacije v naprednih nalogah robotizirane mon-



Slika 7. Struktura tipičnega sistema strojnega vida [18]

taže (slika 6). V modernem procesu montaže bo napredno robotizirano prijetanje sestavnih delov in sposobnost izvajanja robotiziranih montažnih operacij v nestrukturiranih okoljih z naključno urejenimi objekti pomemben dejavnik raziskav in razvoja – tako na nivoju temeljnega kakor tudi aplikativnega raziskovanja [17].

Strojni vid so dejansko oči avtomatiziranega robotskega sistema, ki mu omogočijo, da lahko najde in orientira objekt, prečita črtno kodo in tekst ter vodi gibanje. Strojni vid nista samo kamera in računalnik, ampak je sestavljen iz različnih komponent (slika 7), od katerih so najbolj kritične vsekakor kamera, leče in svetlobni izvor. Sistem strojnega vida se bo v prihodnosti vse bolj pogosto uporabljal za vodenje robotov in drugih avtomatiziranih sistemov, končno in vmesno kontrolo v montaži, prepoznavanje izdelkov itd.



Slika 8. Avtomatsko vodeno vozilo (AGV) z integriranimi najnovejšimi tehnologijami [19]

### 3.7 Strega in transport materiala

Pomemben aspekt avtomatizirane strege in montaže je tudi materialni tok. Pri tem je zelo pomembno uporabiti čim manj energije in nepotrebnih gibov ter s tem prihraniti čas. Strega materiala v okviru montažnega procesa je zato pogosto ozko grlo in posledično tudi mesto optimizacije. Dandanes v proizvodnji vse bolj narašča potreba po takšni avtomatizaciji strege materiala, ki bo ustrezala visoki stopnji variantnosti izdelkov in nenehnega prilagajanja potrebam trga. Ena izmed možnosti je uporaba avtomatsko vodenega vozila, ki je stroškovno učinkovito, zanesljivo in fleksibilno [19]. Nove tehnologije omogočajo tem vozilom, da lahko avtonomno transportirajo dele, komponente ali podslope iz skladišč na montažno linijo, pri tem pa so sposobna samostojnega nakladanja in razkladanja (slika 8).

### 4 Sklep

Planiranje strege in montaže zahteva poznavanje in upoštevanje različnih dejavnikov, kar je v pomoč pri odločanju o izbiri najustreznejše stopnje avtomatizacije omenjenih pomembnih področij proizvodnega p-

rocesa. Današnji strežni in montažni sistemi morajo biti predvsem fleksibilni oz. morajo imeti sposobnosti hitre prilagoditve naraščajočemu številu in različnosti izdelkov ter spreminjajočemu se povpraševanju. Učinkovitost planiranja strežnih in montažnih procesov ter naprav je odvisna tudi od poznavanja stanja in trendov na področju avtomatizacije strege in montaže.

V prispevku je podan kratek pregled stanja in nekaterih trendov na področju raziskav in razvoja avtomatizacije strege in montaže v prihodnje. Nekoliko podrobneje so analizirana stanja razvoja in trendi na področju raziskav po posameznih področjih strege in montaže. Prispevek podaja splošno ugotovitev, da je inteligentna, fleksibilna, modularno načrtovana avtomatizacija z uvedbo hibridnih in robotiziranih avtonomnih sistemov v prihodnosti odgovor na mnoge dileme današnjega časa v stregi in montaži.

### Literatura

- [1] Hu, S. J., Zhu, X., Wang, H., Koren, Y.: Product variety and manufacturing complexity in assembly, CIRP Annals – Manufacturing technology 57 (2008), str. 45–48.
- [2] Sholz-Reiter, B., Freitag, M.: Autonomous process in Assembly Systems, CIRP Annals – Manufacturing technology 56/2 (2007), str. 712–729.
- [3] ControlDesign.com, Maj, 2008.
- [4] Weber, A.: Man vs Machine, Assembly, March 2008, str. 40–50.
- [5] Wittschen, W.: Industry Trends – Production and Handling Systems, Bosch Rexroth AG, August, 2008.
- [6] www.bmbf.de.
- [7] Hegland, D.: DFMA Cuts Downstream Costs, Assembly, June, 2008.
- [8] www.3D-mintegration.com.
- [9] www.robotics-platform.eu/roboticsdomain.htm.
- [10] Krüger, J., Surdilovic, D.: Robust control of force-coupled human-robot-interaction in assembly processes, CIRP Annals – Manufacturing technology 57



- (2008), str. 41–44.
- [11] Piquepaille, R.: Can Robots become our »phriends«?, ICT Results, September, 2008.
- [12] N. N.: Mensch und Roboter als Partner, Automobil-Produktion, April, 2008.
- [13] Thiermann, S.: Direkte Mensch-Roboter-Kooperation in der Kleinteilmontage mit einem SCARA-Roboter, Dissertation, Universität Stuttgart, 2004.
- [14] Beumelburg, K.: Fähigkeitsorientierte Montageablauf-planung in der direkten Mensch-Roboter-Kooperation, Dissertation, Universität Stuttgart, 2005.
- [15] Weber, A.: Robots safety Comes of Age, Assembly, Sept., 2008.
- [16] Cort, A.: Frame-based Robotic Tooling, Assembly, May, 2008.
- [17] Hollows, G.: Specifying Machine Vision Components, Assembly, May, 2008.
- [18] Herakovič, N.: Računalniški in strojni vid v robotizirani montaži, Stroj. vestn., 2007, letn. 53, št. 12, str. 858–873.
- [19] Weber, A.: Hands-Free Handling, Assembly, Oct., 2008.

## State-of-the-art analyses and the trends in the research and development of handling and assembly

**Abstract:** Handling-and-assembly planning requires the consideration of many factors in order to help with decisions and the selection process for the most appropriate degree of automation in the above-mentioned fields of the production process. Today's assembly systems have to be flexible to adapt quickly to an increasing number and variety of products, as well as changing demand volume. The efficacy of the handling-and-assembly process and device planning also depends on a knowledge of the state of the art and the future trends in the field of handling-and-assembly automation.

**Keywords:** Handling-and-assembly planning, flexible assembly automation, robot vision, development trends in handling and assembly, adaptability, modularity, DFMA, mixed model assembly, modular supply chain, industrial robot applications, robot-human interaction,

## 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
- senzorji: sile, mase, momenta, tlaka, pomika, vibracij
- ojačevalniki: industrijski, laboratorijski, kalibrni
- programska oprema za akvizicijo, vizualizacijo in obdelavo podatkov

[www.hbm.com](http://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.licen@siol.net, www.trc-hbm.si



## SERVIS HIDRAVLIKE

- Popravila in obnove hidravličnih črpalk, hidromotorjev, proporcionalnih in servo ventilov
- Pregled in nastavitve varnostnih ventilov
- Nastavitve hidravličnih črpalk (tlak, pretok, moč,..)
- Meritve in nastavitve ter optimiranje hidravličnih sistemov
- Diagnosticiranje in odpravljanje napak na hidravličnih sistemih
- Kontrola in polnjenje plinskih hidravličnih akumulatorjev
- Oljni servis (filtriranje, izpiranje sistemov, menjava filtrov, meritve čistoče olja po ISO 4406, meritve vlage,...)

**la & co**

*Sinergija premikanja!*  
Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.

LA & Co d.o.o.  
Limbuška c.42, SI-2000 Maribor  
02/42-92-672  
info@la-co.si

**Rexroth**  
Bosch Group

Zastopstvo

# Pneumatic system for an intelligent article of clothing with active thermal protection

Gojko NIKOLIĆ, Snježana FIRŠT ROGALE, Dubravko ROGALE, Zvonko DRAGČEVIĆ, Milivoj BARTOŠ

**Abstract:** The actuator system of an article of clothing with thermal protection is described as a unit that adjusts the optimum level of the necessary thermal protection of an article of clothing. The system consists of a microcontroller assembly that makes decisions on activating the actuator, measuring the amplifier and pressure sensors in the thermo-insulating chambers, the air fill and release electrovalves for the thermo-insulating chambers and the compressed-air microcompressor. All the elements constitute a complex actuator system that makes it possible to set the desired level of thermal insulation protection for an article of clothing.

**Key words:** control systems, electropneumatic systems, microcontrollers, intelligent clothing, active thermal protection,

## 1 Introduction

At the meeting of the Thematic Expert Group, TEG n° 6 Smart Textiles & Clothing" within the European Technology Platform for the future of Textiles and Clothing organized by EURATEX (European Apparel and Textile Organization) and held in January 20, 2006, 37 experts coming from all the European countries accepted the definition and characteristics of the term intelligent clothing [1]. The experts agreed that three sets of instruments should be integrated into an article of clothing: sensors for measuring and information input which collect input information, processing unit for interpreting input information and

making decisions (microcomputers, microprocessors or microcontrollers with accompanying programs) and output actuators for adapting an article of clothing and provide output information. This definition is in accordance with investigations performed in the sector of developing intelligent clothing and publications in the course of two previous years at the Department of Clothing Technology of the Faculty of Textile Technology of the University of Zagreb.

The article of clothing with thermal protection can automatically adapt thermal insulation in conformity with the relationships between the outside environmental temperature and the microclimate inside the clothing and along the human body respectively, in the range  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Its operation is based on the use of temperature measuring sensors, pressure in the thermoinsulating chambers, upon which the chamber thickness depends, and in line with these thermoinsulating properties, the algorithm of intelligent behavior and the actuator

by means of which the decisions on the special behavior of the intelligent article of clothing are made. The paper deals with the actuator system of an intelligent article of clothing with active thermal protection. It consists of a microcompressor, three compressed air fill electrovalves, and three compressed air release electrovalves for the thermoinsulating chambers, plug-in connections and other smaller elements needed in order to be connected to the thermoinsulating chambers. The microcompressors and electrovalves are connected over the buses directly to the circuit board of the microcontroller system. The experiments have showed that the actuator system can efficiently control the thermoinsulation properties of the intelligent article of clothing with thermal insulation. The elements of the actuator system are of small enough dimensions and of an appropriate mass in order to enclose them between the outer shell and the thermoinsulating chambers and the lining of the intelligent article of clothing with active thermal insulation, respectively [2].

Prof.dr.sc. Gojko Nikolić, dipl. inž., Dr.sc. Snježana Firšt Rogale, dipl. inž., Prof.dr.sc. Dubravko Rogale, dipl. inž., Prof.dr.sc. Zvonko Dragčević, dipl. inž., vsi Tekstilnotehnoški fakultet u Zagrebu, Hrvatska; Milivoj Bartoš, zunanji sodelavec

## ■ 2 The architecture of an intelligent article of clothing with active thermal protection

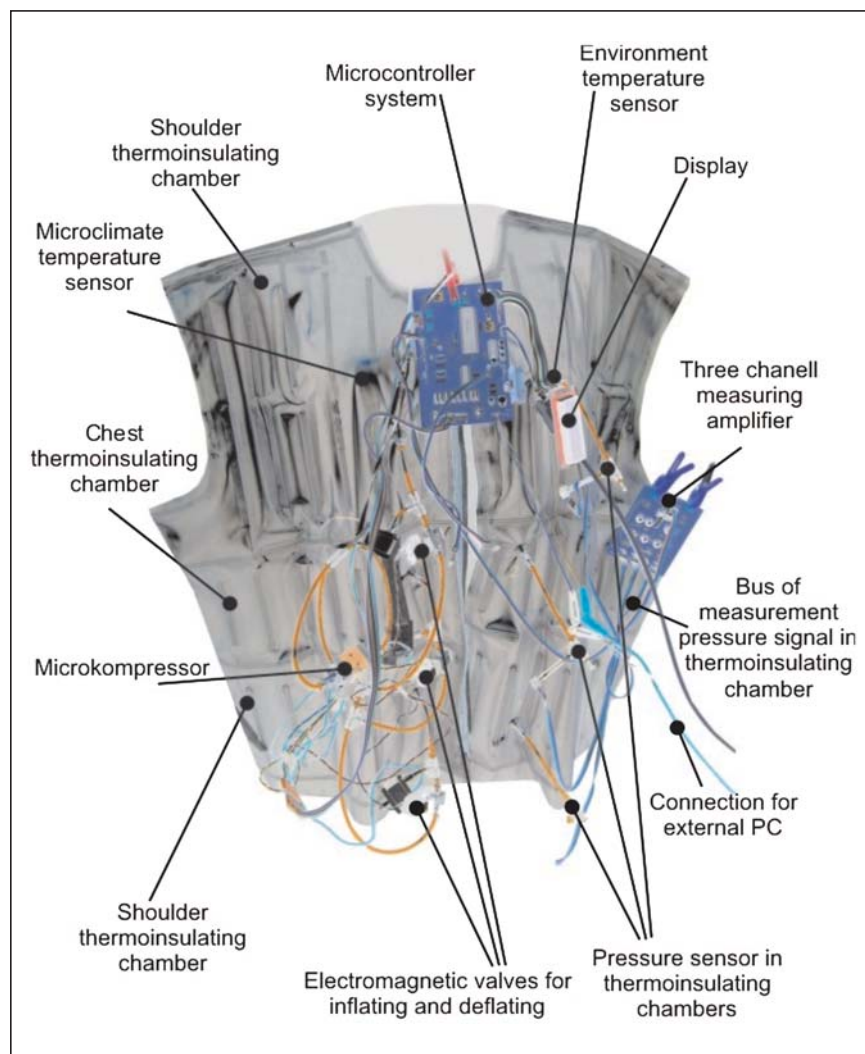
Based on the investigations performed, the whole architecture of an article of clothing with thermal protection is clear, and consists of the following technical subsystems, *Figure 1* [3,4]:

1. The system of the outer shell with a programmable variable thickness with an outer and inner protective fabric layer.
2. The system of the thermoinsulating chambers with a possible control of body heat conduction and convection.
3. The sensors and systems for measuring input variables.
  - 3a. The subsystem for measuring the temperature of the environment and microclimate of an article of clothing
  - 3b. The subsystem for pressure measuring in thermoinsulating chambers
4. The microcontroller measuring and control system for the intelligent article of clothing.
5. The actuator system for the intelligent article of clothing with an active thermal protection with the elements of micropneumatics for controlling output variables.
6. Power supply and
7. Measuring and controlling the microcontroller program with the algorithm of intelligent behavior of an article of clothing.

## ■ 3 Integration of technical subsystems of the intelligent article of clothing with an active thermal protection

The integration of all the technical subsystems and the first practical design of the prototype of the first intelligent article of clothing with thermal protection was performed in accordance with the Croatian patent **PK20030727** and the world patent application **WO 2005/ 023029 A1** [5].

The basis of the integration of technical subsystems is the shoulder, breast and waist insulating chamber to which the printed circuit boards of

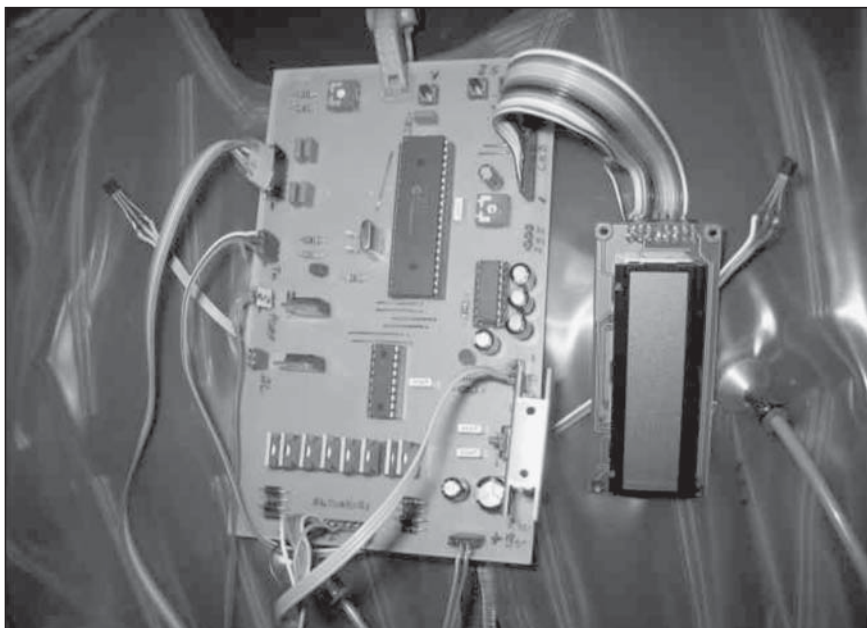


**Figure 1.** Architecture of the intelligent article of clothing with active thermal protection

the microcontroller system and the measuring amplifier for the pressure signal are attached. From the printed circuit board of the microcontroller system a group of conductors goes to which a data display of work parameters and actual state of the intelligent article of clothing with active thermal protection, sensors of microclimate and environment temperature as well as other usual wiring to control the actuator system are connected. The actuator system is connected by means of micropneumatic components, and it consists of three air fill and three air release electromagnetic valves for the shoulder, breast and waist thermoinsulating chamber and the microcompressor which supplies the system with compressed air. Three groups of connection elements with pressure sensors in the shoulder, breast and waist thermoinsulating chamber as well as the connection

of the microcontroller system with the external PC for programming the microcontroller and the control of its operation, the connection for the battery charging system and other auxiliary wiring form the subsystem. By integration of all technical subsystems it is made possible that the article of clothing with active thermal protection operates in a way that it independently measures environment and microclimate temperature in the article of clothing, it properly interprets and makes decisions on a necessary response in terms of necessary thermal protection and in line with the flowchart from the algorithm of intelligent behavior.

*Figure 2* shows a practical design of the microcontroller system with the connected sensors of environmental and microclimate temperature of the article of clothing.



**Figure 2.** Microcontroller system with temperature sensors and display

On the circuit board, the main microcontroller houses the basic control program for the intelligent article of clothing with an active thermal protection, the auxiliary microcontroller for rational controlling electric power systems and the integrated circuit for the serial communication with the external personal computer. The connected LC display for the communication between the wearer of the article of clothing and the microcontroller system can be seen as well. The mentioned figure shows a series of MOSFET transistors to control actuators, and wiring parts of the intelligent article of clothing with active thermal protection [6,7].

Figure 3 shows a three-channel measuring amplifier for amplifying pressure measuring signals in the thermoinsulating chambers. The upper part of the figure shows the integrated circuit with four operating amplifiers, beneath a row of three trimmer potentiometers for regulating the operating amplifiers. The trimmer potentiometers for regulating the misadjusted measuring bridges and for indicating zero voltage, when there is no air pressure in the thermoinsulating chambers, are located in the second row. Wiring part is visible in the figure the. The bus wiring with three pressure sensors runs to the bottom part of the circuit board from the shoulder, breast and waist

chamber, and in the upper part of the board a multi-strand bus for amplified measuring pressure signals is located. They are introduced into the microcontroller system. The system of the thermoinsulating chambers can also be seen.

Figure 4 shows the pressure sensor [8] of the breast chamber, the connection connector and the two-piece conical connection element for the air duct. The mentioned sensor is connected to the air duct made of a highly flexible plastic tubing and a T plug-in connection made by FESTO [9]. The



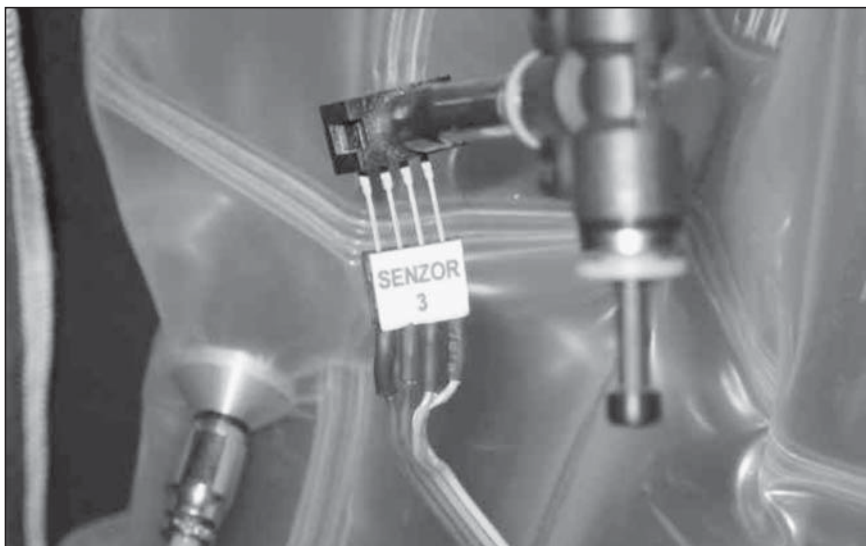
**Figure 3.** Three-channel measuring amplifier

air duct is connected over the two-piece conical connection element to the thermoinsulating chamber so that the air pressure within the chamber could be transferred to the pressure sensor. Voltage data in the measuring bridge of the pressure sensor is transferred to the plug-in connector and afterwards by means of the signal bus of transducers for measuring pressure to the measuring amplifier of pressure signal. There are two more fully identical pressure sensors for the breast and waist thermoinsulating chamber in the designed prototype.

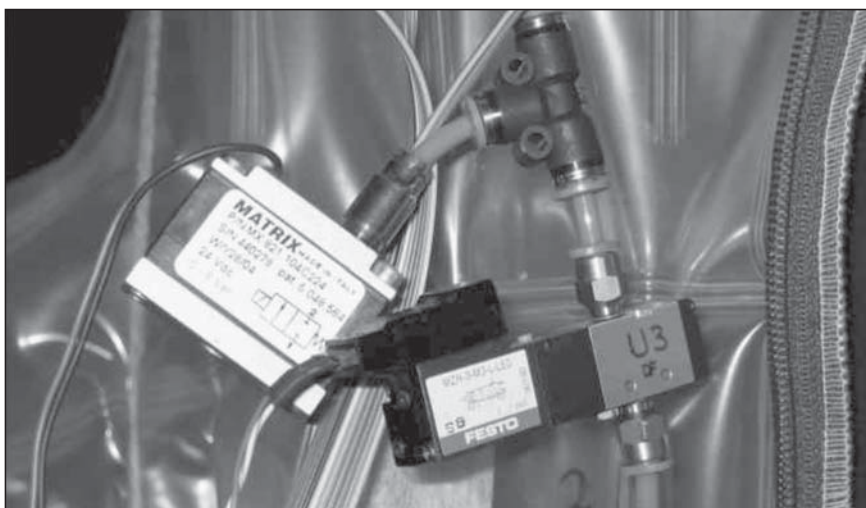
Figure 5 shows the fill and release compressed air electrovalve for the shoulder thermoinsulating chamber with part of the air duct system and T plug-in connection. The 2/2 microelectromagnetic valve is used to fill the compressed air into the thermoinsulating chambers, and to release the air from the chambers. In the designed prototype there are two more fully identical pairs of electromagnetic valves for the breast and waist thermoinsulating chamber.

Figure 6 shows the Clark microcompressor that is located under the thermoinsulating chambers and connected to the air duct of the micropneumatic system [10].

The actuator system uses micropneumatic elements illustrated in Figure 7.

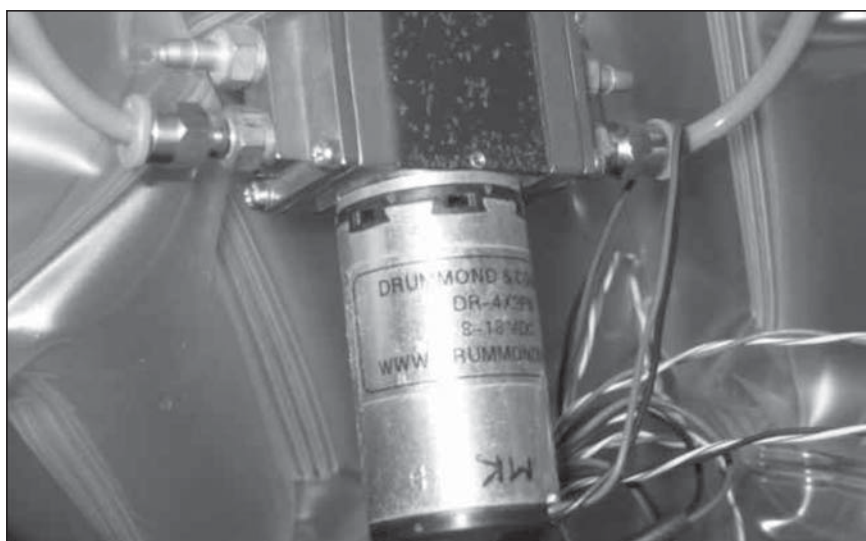


**Figure 4.** Pressure sensor connection connector and tow-piece conical connection element for the connection of the air duct



**Figure 5.** Compressed air fill and release electromagnetic valves for the thermoinsulating chambers with part of the air duct system and T-plug-in connection

Compressed air is generated by microcompressor (11). The microcompressor operates on a diaphragm principle and is supplied with a direct current of 9 to 14 V consuming 200 mA. Maximum work pressure of the microcompressor may be 0.75 bar. Compressed air is led through small tubes (12) to the shut-off valve (14) behind which there is the pressure regulator (15). The value of the regulated pressure is measured by the sensor (16). 2/2 electrovalves (18), (19) and (20) are used to inject compressed air into the thermoinsulating chambers. The pressure in the thermoinsulating chambers is measured via a sensor (16). 2/2 electrovalves (21), (22) and (23) are used to di-



**Figure 6.** Microcompressor for filling the thermoinsulating chambers connected to the air duct system

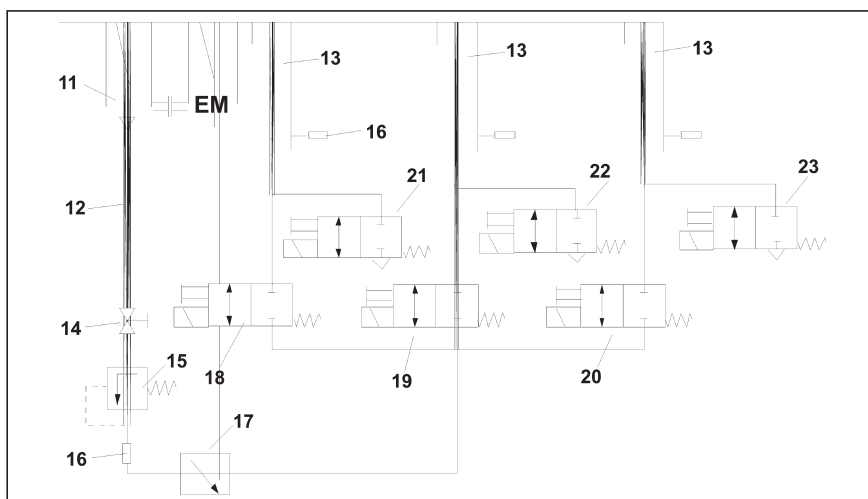
scharge the air from the thermoinsulating chambers. The microcontroller system used in line with the decisions based on the algorithm of intelligent behavior controls the operation of the electrovalves.

The microprocessor is activated when it is necessary to inflate the thermoinsulating chambers, and it is supplied directly from the electric power supply system.

All the elements of the technical systems integrated into the intelligent article of clothing with active thermal protection are relatively thin, thinner than the thermoinsulating chambers.

## 4 Conclusion

The paper describes the actuator system of an intelligent article of clothing with an active thermal protection. It presents the final and proven variant which has exhibited excellent results in controlling the adaptation of the thermal insulation of the article of clothing. The presented system will serve as a basis for further investigations of the properties and behavior of an intelligent article of clothing with thermal protection in the changed conditions of microclimate environment and physical activity of the wearer of this kind of clothing [11, 12].



**Figure 7.** Pneumatic circuits for actuator system of the intelligent article of clothing

## References

- [1] ... European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothing, EURATEX Newsletter, March 2006, page 2-3
- [2] <http://lucy.vub.ac.be/gendes/actuators/valves.htm>, accessed 2008-04-19.
- [3] Rogale D. et al: Development Of Intelligent Clothing With An Active Thermal Protection, 6<sup>th</sup> World Textile Conference AU-TEX 2006, 11 – 14<sup>th</sup> June 2006, North Caroline, 1-9
- [4] Firšt Rogale S. et al.: Technical systems in intelligent clothing with active thermal protection, International Journal of Clothing Science and Technology, 19 (2007) 3/4, page 222-233
- [5] Rogale D. et al.: Intelligent Article of Clothing With an Active Thermal Protection, European Patent Office, International application No.PCT/HR2004/000026, Munich, 2005.
- [6] Microchip PIC 16F62X Data Sheet: Flash-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers, DS39582B, tt. Microchip Technology Inc., Chandler, Arizona, 2003., 1-25
- [7] Firšt Rogale S. et al.: Technical Systems in Intelligent Clothing with Active Thermal Protection, Annual of the Croatian Academy of Engineering 2007, 301-317
- [8] Instruction Leaflet, Uncompensated Pressure Transducers RS235-5784,tt. RS Computers, USA, 1998, page 1-4
- [9] Catalogue Festo, CD, 2005.
- [10] Microcompressor DR-4X12PN Data Sheet, tt. Clark, tt. USA, <http://www.drummondinc.com/dr4x2pn.htm>, May 2005
- [11] M. J. Butzer, C. E. Coombs: Thermal protective overjacket, United States Patent 5406648, 1995, <http://www.freepatentsonline.com/5406648.html>, accessed 2005-04-22.
- [12] R. C. Kauffeld: Thermal protective diving undergarments made with plastic bubble packing sheets, United States Patent 5140721, 1992, <http://www.freepatentsonline.com/5140721.html>, accessed 2005-04-22.

## Pnevmatični sistem aktivnega kosa oblačila z aktivno toplotno zaščito

### Razširjeni povzetek

Predstavljen je aktivni elektro-pnevmatični sistem toplotne zaščite kosa oblačila z možnostjo prilagajanja in optimiranja toplotne izolacije vsakokratnim zahtevam počutja nosilca oblačila, delovnim razmeram in stanju okolice.

Intelligentno oblačilo z aktivno toplotno zaščito je bilo razvito v Zavodu za oblačilno tehnologijo pri Tekstilno-tehnološki fakulteti Univerze v Zagrebu.

Toplotna izolacijska zaščita je odvisna od temperaturnih razmer v okolici in stanja mikroklima znotraj oblačila, tako da se smiselno optimizira njena vrednost. Vrednost toplotne izolacije se doseže s spreminjanjem delovanja vložkov v obliki paketov, polnjenih s stisnjanim zrakom. Pnevmatični sistem ima lastni vir stisnjenega zraka, ki se pridobiva s pomočjo membranskega minikompresorja in krmili z ustreznim številom elektromagnetnih ventilov. Od tlaka je odvisna debelina toplotnih izolacijskih paketov in njihovih tesnilnih lastnosti. Sestav miniaturnih elektromagnetnih ventilov polni oz. prazni prekate v odvisnosti od algoritma inteligentnega obnašanja sistema. Stanje termodinamičnih parametrov znotraj oblačila in v okolici sledijo temperaturna zaznavala, mikrokrmilniški sestav pa odloča o debelini toplotnih izolacijskih paketov in s tem o termoizolacijskih lastnostih oblačila. Dodatna toplotna zaščita pa se zagotavlja z različnimi kombinacijami aktivnih in neaktivnih tesnjenih paketov.

Intelligentno oblačilo z aktivno toplotno zaščito je zahteven tehnični sistem, ki ga krmili mikrokrmilnik, katerega osnova delovanja je program, oblikovan na temelju algoritma obnašanja oblačila.

**Ključne besede:** krmilni sistemi, elektropnevmatični sistemi, mikrokrmilniki, inteligentna oblačila, aktivna toplotna zaščita,

# FANUC

## Roboti

delamo 24 ur na dan.



**mikron** d.o.o.

Ig 276, 1292 Ig pri Ljubljani

[www.mikron.si](http://www.mikron.si)  
Tel/fax: 01 28 34 721  
Mobil: 041 668 008  
E-mail: [info@mikron.si](mailto:info@mikron.si)



# Generating Vibration with Artificial Muscles\*

Petri KESKI-HONKOLA, Matti PIETOLA

**Abstract:** This paper presents a study on the applicability of pneumatically actuated McKibben type fluidic muscles for producing mechanical vibrations in heavy machinery. Although McKibben type artificial fluidic muscles have been commercially available for couple of years, they are for the time being not very commonly known and used only in very restricted and special applications.

Fluidic muscles can produce even ten times the force of pneumatic cylinder with the same pressure difference and diameter. They are also practically slip-stick free which enables them to generate smooth movements. Another feature of the muscle is that there is interdependence with force and degree of contraction. Force is reduced while the muscle contracts. This feature enables the muscles to automatically center the position of the load when mounted in reverse-coupled manner and pressurized at the same time.

The artificial muscle actuated vibrator presented in this paper was constructed to replace a pneumatic motor-camshaft vibrator used to produce the vibration movement in a test installation. The muscle vibrator was designed so that the frequency, waveform and amplitude of the vibration could be adjusted. The problems related to the camshaft vibrator, like fluctuation of vibration frequency, difficulty in positioning the vibrated load and realizing an automated system were solved with the new vibrator.

**Keywords:** Pneumatic artificial muscle (PAM), artificial pneumatic muscles (APM), Fluidic muscle, McKibben type muscles, Generating vibration,

## 1 Introduction

McKibben type artificial fluidic muscles have been commercially available from 1980's (Bridgestone Rubber Company of Japan), 1990's (Shadow Robot Group of England) and 2000's (FESTO Company) [1] [2]. However they are not very commonly known actuators and they are typically used only in special applications. Yet these lightweight, easy to assemble and relatively inexpensive pneumatic actuators could replace many conventional actuators in many applications. In this paper the use of this type of artificial muscle is examined in an application where a specific vibration

(waveform, amplitude, frequency, duration) has to be produced.

There are many ways to produce vibration. Commonly used actuators are solenoids (as used in acoustic systems), motor-camshafts and hydraulic or pneumatic cylinders. A test installation at TKK/Department of Machine Design was originally equipped with a pneumatic motor-camshaft for producing the vibration needed. However this application had a number of problems. When ending the vibration sequence the camshaft most probably stopped in a wrong position and the load was left displaced. Camshaft could be manually positioned, but that would make automating the test sequence impossible. After a short period of testing there also occurred some wearing in the bearings, which caused more error in the load position.

Another difficulty was the speed control of the pneumatic motor. Motor speed was controlled only by manually adjusting the air pressure of the system. Pneumatic motor was also meant for higher nominal speed so the torque was too low to maintain constant speed in this application. Also when the bearings of the motor heated up and the load varied it influenced the speed of the motor considerably and changed the vibration frequency.

A new vibrator was designed in order to meet the needs of the test installation. After considering different options McKibben type pneumatic artificial muscles (PAMs [2]) were selected as actuators. Other names used of PAM are artificial pneumatic muscles (APM [3]) and fluidic muscle [4]. PAM is relatively cheap, clean and easy to install when pressured air

M.Sc. Petri Keski-Honkola, Prof. Matti Pietola, Helsinki University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Espoo, Finland

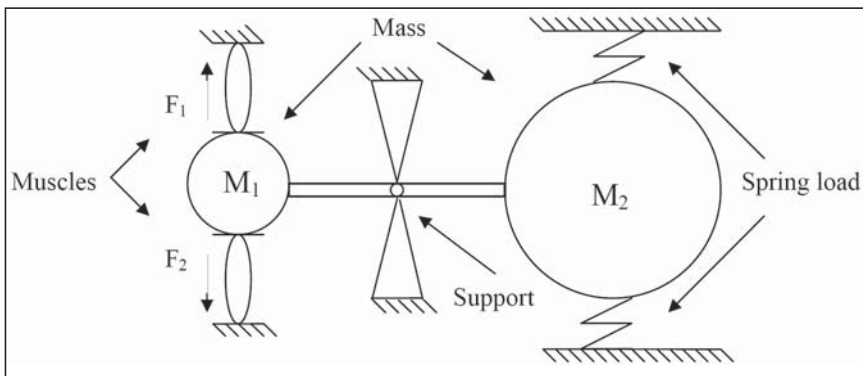


Figure 1. Vibrating mechanism

is available. They are also lightweight and service free. These muscles are very application specific and they should be selected very carefully.

In the laboratory test installation a vibration with maximum frequency of 5–20 Hz and maximum amplitude of 2 mm was needed. The vibration actuator was required to produce fifteen seconds long bursts of vibration every second hour.

PAM is an actuator that can only produce pulling force and the amount of force is reduced when the muscle contracts. This means that to produce bi-directional motion in vibrator, muscles have to be organized in reverse-coupled manner. On the other hand, due to the interdependence of force and contraction, when muscles are pulling from both sides they can center the load. This was one of the main reasons why muscles were used in the first place.

## ■ 2 PAM-Vibrator

As described above the vibration was needed in a laboratory test installation. Original motor-camshaft vibrator wasn't sufficient and a new vibrator was needed. To solve the problems McKibben type muscles were selected to be used as new actuators.

Vibrating system couldn't be modeled and simulated in detail at the time because of tight schedule. There were also some variables that couldn't be determined at the time. This meant that some assumptions had to be made and all components were selected to be sufficient in performance.

Vibrating mass is over a hundred kilograms, but it is supported by an axle, so that the vibrator doesn't have to support the whole mass. However the mass is not fully balanced, so there is a static load of some 300 N to the vibrator. Additionally to the mass, different kind of spring loads are also applied to the system, depending what kind of test is being made, Figure 1.

### 2.1 McKibben type artificial muscle actuator

J. L. McKibben invented McKibben type pneumatic artificial muscles (PAMs [2] or APMs [3]) in 1950's as an actuator to be used in prostheses. The principle of the muscle is the fact that a network of non-expandable fibers has been inserted around an inflatable rubber tube. Under pressu-

Artificial muscles are commonly operated with pressured air but they can also be operated with hydraulic medium like water. This is the reason why pneumatic muscles are also called as fluidic muscles [4].

While expanding, the muscle can only produce pulling force ten times stronger than same size conventional pneumatic cylinder. However the amount of force is reduced when the muscle contracts as shown in Figure 3. This means that to produce bi-directional motion, muscles had to be organized in reverse-coupled manner. Gravity or a spring can also be used to pull the muscle back to its nominal length. Due to the interdependence of force and contraction, when muscles are pulling from both sides at the same pressure they move to the position where forces are equal at the both sides. This means that if no outside forces applied, muscles move to center position. If there is a constant load force involved, muscles can be pretensioned so that when the muscles are pressurized at the same time the load is centered to certain position. This was one of the main reasons why muscles were selected as actuators in the new vibrator [4].

Maximum force produced in respect to nominal diameter is represented in Table 1. Muscles with nominal dia-

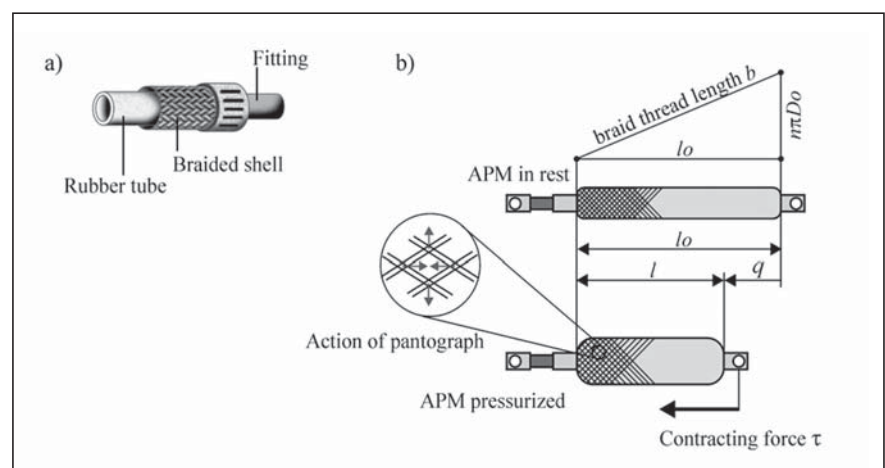


Figure 2. Working principle of McKibben type fluidic muscle actuator [3]

re this tube expands in diameter and shortens in length, Figure 2. Fluidic muscle can contract even 25% at the maximum pressure of 600 kPa. [3].

meter of 20 and 40 mm can theoretically produce more force, but it might damage the muscle and is not recommended by vendor.

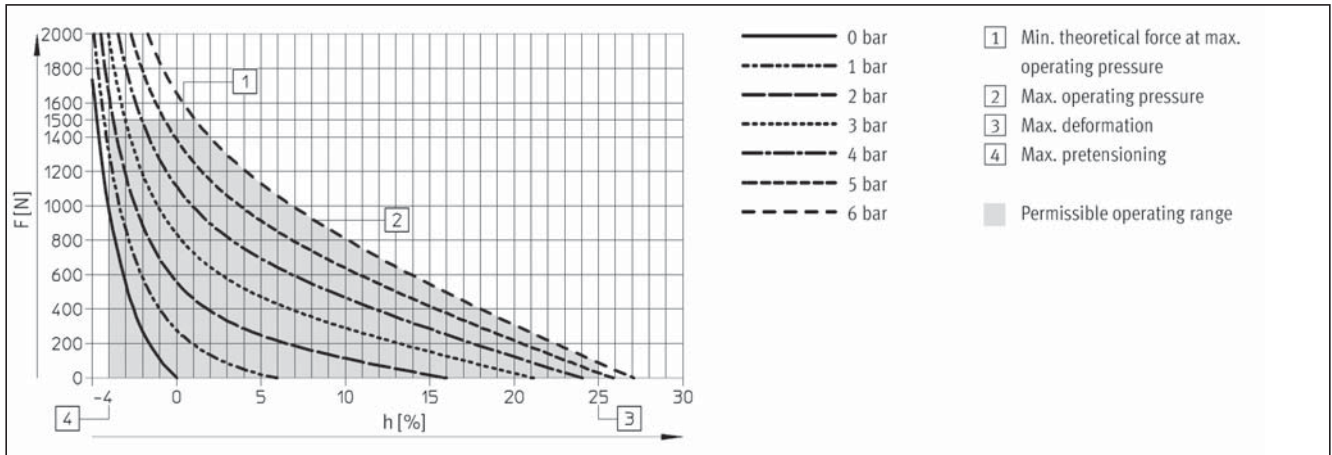


Figure 3. Festo DMSP with diameter of 20 mm. *h* is the percentage of contraction [5].

Table 1. Maximum force of FESTO-DMSP fluidic muscles [5]

Nominal diameter	Maximum Force
10 mm	630 N
20 mm	1500 N
40 mm	6000 N

### 2.2 Mechanical Design of Vibrator

Controlled vibration of 5-20 Hz with maximum amplitude of 2 mm was needed in a laboratory testing installation. In machinery, suddenly applying or releasing large loads often causes such vibrations as described. In the tested application the actuator had to produce a fifteen seconds short bursts of vibrations every second hour. Final settings used were 12 Hz and 0.7 mm

These muscles can contract 25 % from its nominal length but only a fraction (0.9 %) of this was used to obtain more force, Figure 3. It was calculated that the load mass could be vibrated fast enough with 1200 N of force. Because there was also the extra load caused by the system of springs a construction of two parallel muscles on both sides of the actuator was selected to produce enough force. Muscles were installed in reverse-coupled manner and as pairs, Figure 4. Load is attached between the muscle pairs so it can be pulled up and down. These medium sized muscles have a radius of 20 mm and nominal length of 80 mm and they can produce a maximum force of 1200 N each. This means 2400 N of maximum force to one direction. In

this application maximum amplitude is limited to 0.7 mm but it could be easily changed and made larger since it was realized with simple adjustable mechanical end-stoppers. If the amplitude is increased then the maximum frequency will naturally be reduced.

### 2.3 Pneumatics

Two Festo 3/2 (MHE4-MS1H-3/20-1/4) fast switching on/off-valves were selected to control the airflow to the muscles, Table 2. They are capable of producing ten times the frequency that is needed. Current consumption of the valves is shown in Figure 5. These valves ensure adequate airflow and response time. One valve feeds air to one side of the vibrator and another to the other

side. This means that two muscles are connected to one valve. By applying pressure to one side at a time the mechanism is made to vibrate, Figure 6 [4].

Both control valves have an adjustable choke in their release channel, Figure 6. This means that the release speed of the air from the muscles can be adjusted. When release channel is choked, the idle muscles are not emptied immediately and they keep producing force for a while. This allows adjusting the form of the vibration.

System pressure levels were set to 400 KPa. This pressure produces the

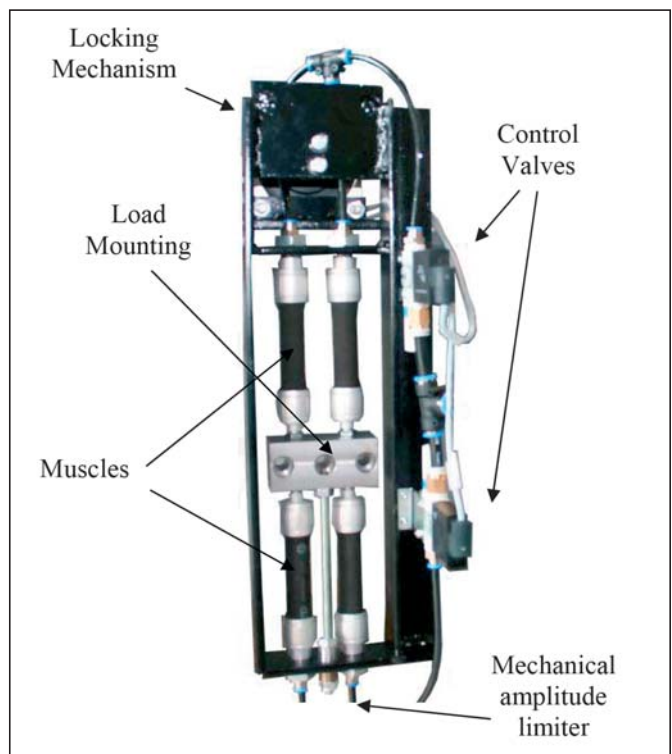


Figure 4. Artificial muscle vibrator

**Table 2.** MHE4 fast switching valves [6]

Opening and closing times	3.5 ms
Maximum switching frequency	230 Hz
Nominal airflow	400 l/min
Operating voltage	24 V

maximum force that the muscles can endure at this setup.

There is also a third valve (Lock Release Valve) which uses a pneumatic cylinder. This cylinder locks the vibrating mass and ensures that the load stays in a right position while the vibrator is off. Cylinder is spring actuated and the lock opens when pressure is applied through the Lock Release Valve, Figure 6.

Command to produce vibration is generated in a PC-based measurement computer by a LabView program and delivered to Siemens LOGO! PLC. After receiving command signal, PLC directs power to an oscillator circuit for fifteen seconds. PLC also controls the locking cylinder and releases it while system is vibrating.

## 2.5 Oscillator

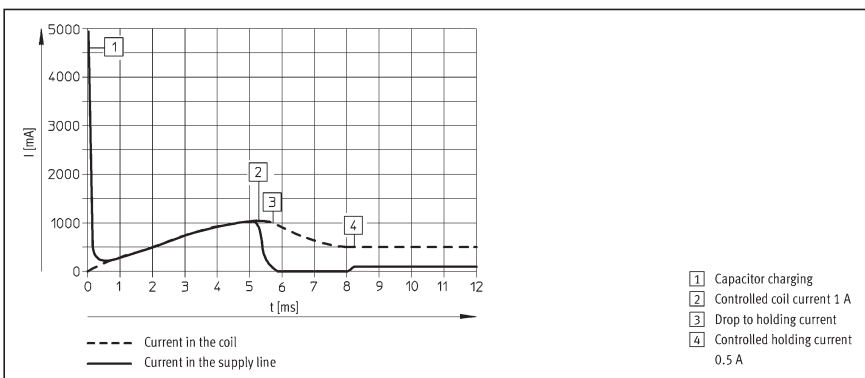
LOGO! PLC relay has a maximum switching time of 0.1 s. This means that it can't be used to produce over 10 Hz vibrations. For these reason a separate oscillating circuit was made. It can produce square wave signal from 8 to 25 Hz. On and off time of the signal can be adjusted separately. PLC feeds oscillator circuit with 24 volts when vibration is needed, thus controlling the time and duration of vibration. Oscillator circuit feeds current to the two fast-switching valves in turns. This again makes the muscles contract one side at a time and load starts to vibrate.

## 3 Measurement system

In this section the measurement arrangement and sensors will be described in detail.

### 3.1 Data acquisition system

Measurement system and control system are partly the same. Same PC-based data acquisition system (National Instruments NI PCI-6229 and LabVIEW 7.1) was used to control the intervals of vibration and collect the



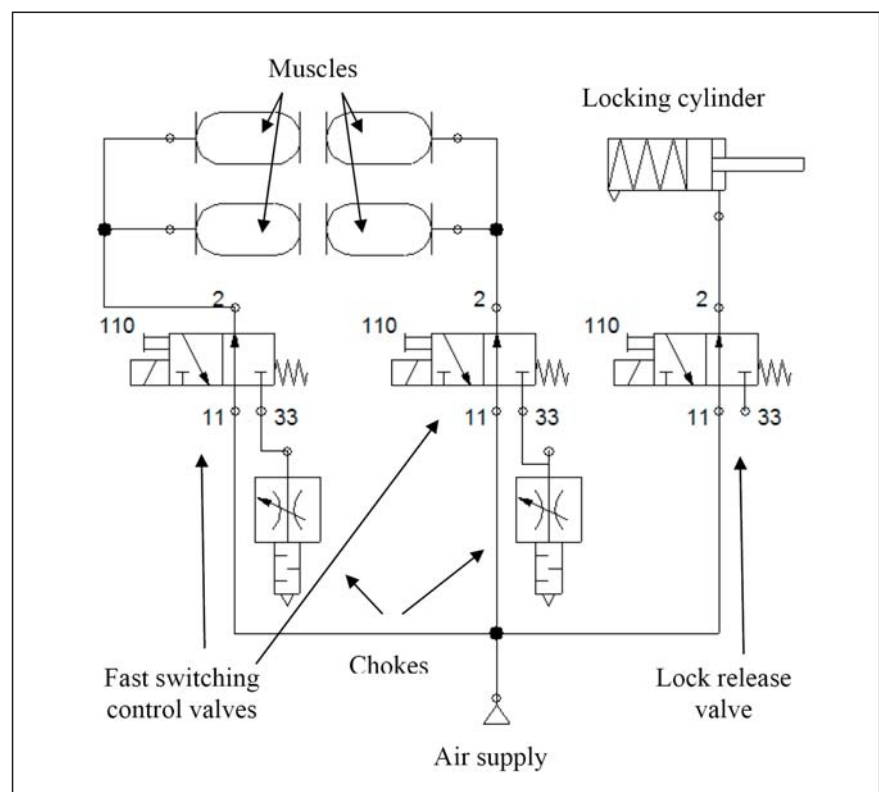
**Figure 5.** Supply current curve of the control valve [6]

Pneumatic connections of the system is made so the air doesn't change in the muscle and therefore they could heat up, but while using small amplitude of 0.7 mm heating does not happen. Only with faster vibrations and larger amplitudes, e.g., 20 Hz and 2 mm, the thermal load would be a problem.

Using the connection described in Figure 7 reduces thermal load. Pressured air is directed through one-way valve in to the muscle. Releasing pressure from the control valve opens the quick exhaust valve and releases pressure from the muscle. This kind of setup allows air to flow through the muscle and carry the excess heat out with it.

## 2.4 PLC (Programmable Logic Control)

Vibration is produced at a certain intervals and it lasts for fifteen seconds.



**Figure 6.** Pneumatic chart of the muscle vibrator

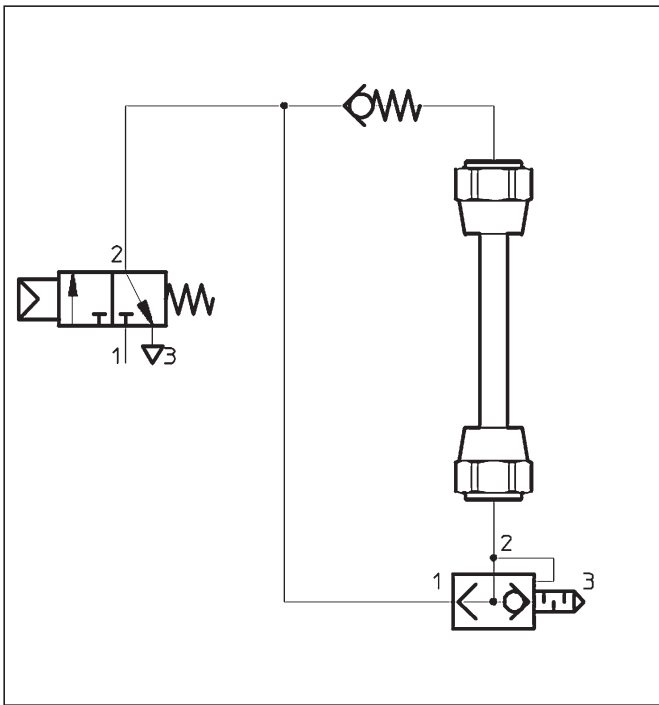


Figure 7. Reducing the thermal load [5]

data. Data was stored at the frequency of 2 kHz, which means that the interval of samples is 0.5 ms.

### 3.2 Position Sensor

Vibration form was measured near the connection point of the vibrator. A linear potentiometer was used,

Figure 8. Static values were certified with a manual displacement sensor. When amplitude of the vibration is low (under 1 mm) and maximum frequency is less than 30 Hz, the performance limits of the sensor are not exceeded, Table 3.

### 3.3 Measurement arrangement

In all measurements there is a spring related force additional to the inertia of the system. Measurement sensor, electronics, mechanism of the vibrated system and the data acquisition system are same while measuring both vibrators.

Table 3. Datasheet of POT-100-LWG [7]

Maximum Stroke	100 mm
Resolution	0,01 mm
Maximum speed	5 m/s
Maximum acceleration	200 m/s <sup>2</sup>

## 4 Results

Measurement results are shown in Figure 9. They represent the position of load in mm as a function of time. All signals are filtered with same filter and while some phase shift occurs the amplitude and waveform are not affected at a significant level.

There are four different charts titled Fast, Middle, Medium and Original Motor.

First test with PAM actuated vibrator was made with the lowest frequency that the oscillator circuit would allow. The result of this measurement is shown in Figure 9 lower left graph, labeled as Normal. Waveform is near square wave because the valve chokes are fully open and the movement is stopped by the mechanical stopper which limits the amplitude to 0.6 mm. Little bounce caused by the end stopper is also visible.

The measurement result labeled as Middle, Figure 9 upper right graph, was measured at the frequency of 17 Hz. The amplitude is still at the maximum of 0.6 mm. Load is moving little faster upwards. This is because the load is off balanced to that direction and the muscles must work harder pulling the load down. This result shows that the goal set for the project was achieved.

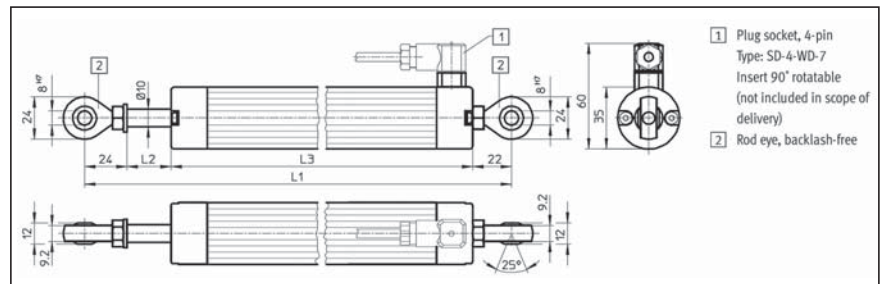


Figure 8. Potentiometer MLO-POT-100-LWG [7]

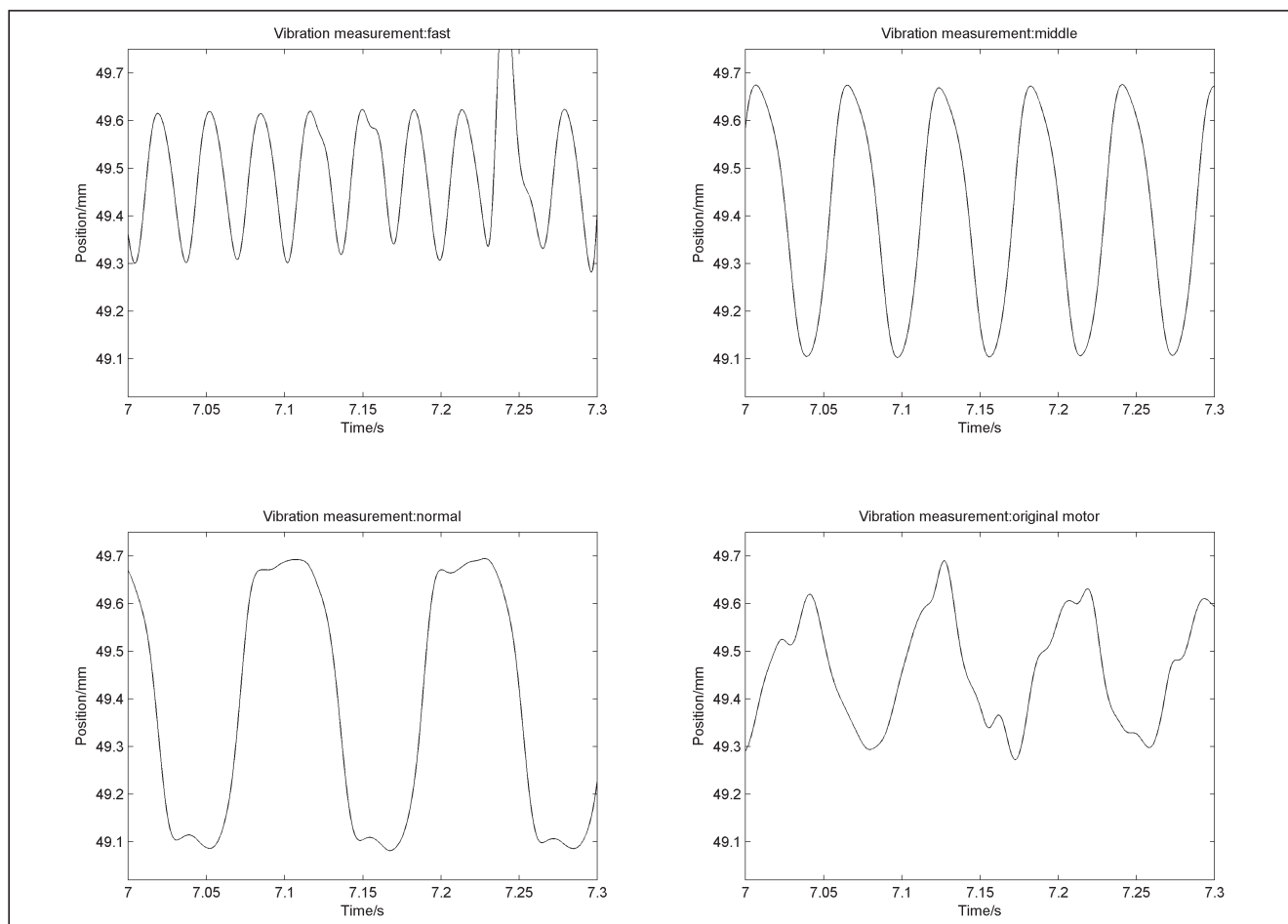
First three represent the new muscle actuated vibrator at different vibrating frequencies. Original Motor is measured with the original camshaft mechanism which is rotated with pneumatic motor.

## 5 Discussion

The vibration produced by the original pneumatic motor-camshaft mechanism is presented in Figure 9, lower right graph. Vibration has amplitude of 0.4 mm and frequency of 17 Hz in this specific measurement, but during the tests it was noticed that the frequency could vary by itself significantly and go even up to 50 Hz. The waveform is not the sine that it should be. This is probably caused by the wear of bearings and that there is unnecessary play in the mechanism. This would also explain that the amplitude is smaller than it should be.

Third measurement with PAM vibrator, Figure 9 upper left graph, was to determine the limits of the system. It induced a lot of not wanted vibrations to the system and the results might not be very reliable. There was also a danger of breaking some parts of the larger system. Nevertheless a vibration over 30 Hz was achieved even if amplitude dropped to 0.3 mm.

The result of the study demonstrates that pneumatically powered fluidic muscles can be used to produce accurate vibrating motion of different waveforms in applications where pressurized air is preferred to oil and the required force is of moderate level. The advantage of pneumatic solutions is that they tend to be cheap and reliable compared to other alternatives. Choking the airflow, changing switching frequency of valves and changing pretension of the muscles



**Figure 9.** Position of the load in respect to time. Fast, Middle and Normal represent the PAM generated vibrations. Chart titled Original Motor is generated by the camshaft mechanism.

mechanically can be used to control dynamics of the movement waveform. With smaller load smaller muscles could be used (diameter of 20 mm and nominal length of 40 mm). This means that the volume of the muscles would be smaller and higher frequencies could be achieved with the same airflow.

## 6 Conclusions

Although the pneumatic motor in the original application was not optimal for this application a different motor would not have solved the problem of stopping the load to right position. Positioning the load in idle state was the main advantage of using pneumatic muscles. Also controlling the waveform by simply adjusting the chokes in control valve release channels was a great asset. Chokes were fully open while measuring the dynamics. In the final setup chokes were used to make vibration form more round.

System has been running for two months and no problems have appeared. More PAM projects have been started inspired by this one. One area of interest is that the vibrator could be used to reduce vibration either by actually producing counter vibration or by changing its stiffness and thus changing the vibrating properties of the system.

## References

- [1] Shadow Robot Company Ltd., Company History, [Rederred 4.5.2007] Available: <http://www.shadowrobot.com/about/history.shtml>.
- [2] Daerden, F., Lefeber, D., The concept and design of pleated pneumatic artificial muscles, *International Journal of Fluid Power*, 2(3):41–50, 2001.
- [3] Petrovic, P., Modeling and Control Of an Artificial Muscle, Part one: Model building, 10<sup>th</sup> conference on mechanical vibrations, 47(61), 2002.
- [4] Hesse, S., *The Fluidic Muscle in Application*, Festo AG & Co. KG, 2003.
- [5] Festo AG & Co., Product catalog 2004-2005. Fluidic Muscle DMSP/MAS. Version: 04/2005 [Referenced 1.9.2006]. Available: [http://catalog.festo.com/data/CAT\\_PDF/001/MAS\\_EN.pdf](http://catalog.festo.com/data/CAT_PDF/001/MAS_EN.pdf)
- [6] Festo AG & Co., Product catalog 2006. Solenoid Valves MH2/MH3/MH4, fast-switching valves. Version 03/2006 [Referenced 5.10.2006]. Available: [http://catalog.festo.com/data/CAT\\_PDF/001/FAST-SWITCHING-VALVES\\_EN.pdf](http://catalog.festo.com/data/CAT_PDF/001/FAST-SWITCHING-VALVES_EN.pdf)
- [7] Festo AG & Co., Product catalog 2006. Displacement encoders. Version 03/2006 [Referenced 5.10.2006]. Available: [http://catalog.festo.com/data/CAT\\_PDF/001/DISPLACE-ENCODER-MLO-MME\\_EN.pdf](http://catalog.festo.com/data/CAT_PDF/001/DISPLACE-ENCODER-MLO-MME_EN.pdf)

\* The article was originally published in SICFP 07, Tampere, Finland

## Povzročanje nihanja z umetnimi mišicami

### Razširjeni povzetek

Prispevek predstavlja raziskavo o uporabnosti pnevmatično upravljanih mišic tipa Mc Kibben. Z njimi lahko povzročimo mehanska nihanja pri težjih strojih. Te umetne mišice s področja fluidne tehnike lahko povzročijo celo desetkrat večje sile kot pnevmatični valj z enako razliko tlakov in enakega premera. Praktično niso podvržene stick-slip efektu, zato lahko izvajajo enakomerne, neskokovite gibe.

S pomočjo umetnih mišic aktiviran vibrator, predstavljen v tem prispevku, je bil skonstruiran z namenom, da se zamenja vibrator, gnan s pomočjo pnevmatičnega motorja. Zasnovan je bil zato, da bo mogoče regulirati frekvenco, obliko nihajnih valov in amplitudo. Izhodiščne zahteve so bile ustvariti nihanja z najvišjimi frekvencami od 5 do celo 20 Hz in največjimi amplitudami 2 mm. Statična obremenitev vibratorja je znašala približno 300 N, čeprav je imela nihajoča masa preko sto kilogramov. Reduciranje je povzročilo vmesno podprtje (slika 1). Uporabljena je gumijasta cev, ki je z zunanje strani obdana z neelastičnimi vlakni (slika 2). Tlak v notranjosti cevi poveča njen premer in skrajša dolžino. Skrajšanje lahko znaša celo 25 % pri največjem tlaku 6 bar. Umetne mišice običajno delujejo s komprimiranim zrakom, lahko pa se uporabi tudi kapljevina, npr. voda.

Pri testiranjih so bile v veliki meri uporabljene frekvence nihanja 12 Hz in amplitude 0,7 mm ter sile do 1200 N. Načelno konstrukcijo vibratorja prikazuje slika 4, shematično pa slika 6. Uporabljeni so bili pnevmatični elektromagnetni ventili 3/2 izdelovalca Festo. Če se zrak v umetni mišici ne izmenjuje, nastopi problem segrevanja. Slika 7 prikazuje rešitev te problematike. S slike 9 je razvidna raznoličnost ustvarjenih nihanj tako po frekvenci kot tudi po amplitudi in obliki valov nihanja.

Trajanje preskusa in uporabnost vibratorja sta podani v zadnjem odstavku.

**Ključne besede:** pnevmatična umetna mišica (PAM), umetna pnevmatična mišica (APM), fluidična mišica, mišica tipa Mc Kibben, povzročanje nihanja,

## 40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile



**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI



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

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

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



*Želimo vam vesele božične praznike  
in uspešno novo leto 2008.*

*We wish you a Merry Christmas  
and a Happy New Year 2008.*



# Merilne značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča

Andrej SVETE, Jože KUTIN, Ivan BAJSIČ

**Izvleček:** Hidravlični Wheatstonov merilni mostič je potencialna rešitev linearizirane merilne naprave za direktno merjenje masnega pretoka tekočin. V obravnavani izvedbi merilnika so kot dušilni elementi v mostičnih vejah uporabljene geometrijsko enake dušilne merilne zaslonke. Prispevek predstavlja določitev nelinearnosti merilne značilnice, ki je posledica spreminjanja koeficienta lokalnih tlačnih izgub dušilnih zaslonk s pretokom. Osrednje ugotovitve eksperimentalne analize so potrjene tudi z rešitvami fizikalno-matematičnega modela merilnika ter nadgrajene z razvojem nove merilne metode merjenja masnega pretoka tekočine, s katero smo izboljšali ponovljivost meritev.

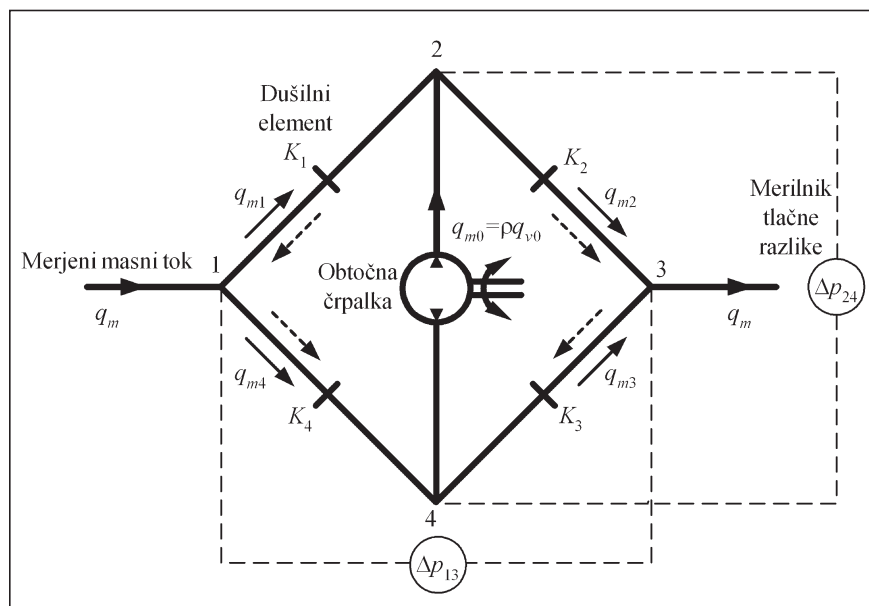
**Ključne besede:** hidravlični merilni mostič, obtočna črpalka, dušilni element, merilnik tlačne razlike, lokalna tlačna izguba zaslonke, linearizacija merilnika masnega pretoka, merilna značilnica,

## 1 Uvod

Hidravlični Wheatstonov merilni mostič je ena od starejših rešitev merilnih naprav za direktno merjenje masnega pretoka tekočin (glej npr. patente [1, 2, 3]), kljub temu pa njegove fizikalne lastnosti delovanja popisuje le malo (avtorjem tega prispevka) dostopne znanstvene literature [4, 5]. Hidravlični merilni mostič predstavlja linearizirano dušilno metodo merjenja pretoka, kar je doseženo s konstrukcijsko rešitvijo v analogiji z električnim Wheatstonovim merilnim mostičem. Sestavljajo ga štiri mostične veje, v katerih so vgrajeni identični dušilni elementi, ter obtočna veja, v kateri se z obtočno črpalko vzdržuje konstanten pretok  $q_{v0}$  (slika 1). Masni pretok merjene tekočine se določa z merjenjem tlačne razlike preko

obtočne veje  $\Delta p_{24}$  oziroma preko merilnega mostiča  $\Delta p_{13}$ .

stonovega mostiča, ki se v industriji uporabljajo za merjenje pretoka te-



Slika 1. Shema hidravličnega Wheatstonovega mostiča

Hidravlični merilni mostič je bil uspešno razvit za komercialno uporabo. Trenutno je najbolj znan proizvajalec, ki se ukvarja z izdelavo hidravličnih Wheatstonovih mostičev, podjetje AVL, ki izdeluje hidravlične mostiče tako za komercialno kot tudi za industrijsko rabo. Podjetje izdeluje več izvedb hidravličnega Wheat-

kočih goriv in katerih specifikacije so dostopne tudi na uradni internetni strani tega podjetja [6]. Hidravlični Wheatstonov mostič se uporablja v avtomobilski industriji za merjenje količine izpušnih plinov in porabe goriva. Ena od izvedb se uporablja tudi za merjenje pretoka tekočih goriv v naftni industriji, zagotavlja pa

Andrej Svete, univ. dipl. inž., doc. dr. Jože Kutin, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Ivan Bajsič, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu – LMPS

naj bi točne meritve ob spreminjajoči se gostoti, temperaturi in/ali viskoznosti merjene tekočine. Prednost uporabe takega merilnika je tudi v tem, da nima veliko premikajočih se delov in zato ne potrebuje posebnega vzdrževanja.

Namen tega prispevka je eksperimentalno in teoretično analizirati nelinearnosti merilne značilnice hidravličnega merilnega mostiča, ki je posledica spreminjanja konstante upora dušilnih elementov  $K_i$  (zaslonke) v štirih mostičnih vejah. V poglavju 2 je predstavljen fizikalno-matematični model merilnika, ki omogoča simulacije tovrstnih vplivov in je bil predstavljen tudi kot prispevek [7] v zborniku del Kuhljevi dnevi 2007 (nadaljevanje dela [8]). V poglavju 3 je predstavljen merilni sistem [9], na katerem so bile izvedene meritve, katerih rezultati so bili predstavljeni tudi v [10]. V poglavju 4 so prikazani merilni rezultati in njihovi komentarji, v poglavju 5 pa razvoj nove merilne metode merjenja masnega pretoka s hidravličnim mostičem pri uporabi neregulirane obtočne črpalke.

## ■ 2 Fizikalno-matematični model

Fizikalno-matematični model hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča je postavljen ob predpostavki nestisljivosti in stacionarnosti pretoka tekočine. Pri nepovračljivih tlačnih izgubah v pretočnem sistemu so upoštevane le lokalne tlačne izgube na štirih dušilnih elementih, ki so predpostavljene kot mnogo večje od drugih lokalnih in linijskih izgub. Notranji premer posameznih vej hidravličnega mostiča je enak, merilnik pa je v horizontalni ravnini.

Fizikalno-matematični model opisuje sistem kontinuitetnih in energijskih enačb [11, 12], ki so v nadaljevanju zapisane za predpostavljeno smer pretoka tekočine, kot je na sliki 1 označena s polnimi puščicami. Zakon ohranitve mase zapišemo v obliki treh neodvisnih kontinuitetnih enačb za krajišča hidravličnega mostiča 1, 2 in 3:

$$q_m = q_{m4} + q_{m1}, \quad \rho q_{v0} = -q_{m1} + q_{m2},$$

$$q_m = q_{m2} + q_{m3} \quad (1)$$

kjer so  $q_m$  merjeni masni pretok,  $q_{v0}$  obtočni prostorninski pretok,  $\rho$  gostota tekočine in  $q_{mi}$  ( $i = 1$  do 4) masni pretoki v posamezni mostični veji. Zakon ohranitve energije zapišemo v obliki treh neodvisnih energijskih enačb med krajišči hidravličnega mostiča 1 in 3 oz. 2 in 4:

$$\Delta p_{13} = K_1 \frac{q_{m1}^2}{\rho} + K_2 \frac{q_{m2}^2}{\rho},$$

$$\Delta p_{13} = K_4 \frac{q_{m4}^2}{\rho} + K_3 \frac{q_{m3}^2}{\rho},$$

$$\Delta p_{24} = K_4 \frac{q_{m4}^2}{\rho} - K_1 \frac{q_{m1}^2}{\rho} \quad (2)$$

z upoštevanimi nepovračljivimi tlačnimi izgubami na posameznem dušilnem elementu:

$$\Delta p_i = K_i \frac{q_{mi}^2}{\rho}, \quad K_i = \frac{\xi_i}{2A^2} \quad (3)$$

kjer je  $K_i$  konstanta upora dušilnega elementa, ki je povezana s koeficientom lokalnih tlačnih izgub  $\xi_i$  in notranjim presekom mostičnih vej  $A$ ,  $\Delta p_{13} = p_1 - p_3$  in  $\Delta p_{24} = p_2 - p_4$  pa sta merjeni tlačni razliki. Zaradi možne spremembe smeri pretoka tekočine v posamezni veji moramo upoštevati:

$$K_i = \begin{cases} +K_i & \text{za } q_{mi} \geq 0 \\ -K_i & \text{za } q_{mi} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Konstanta upora se v splošnem lahko spreminja glede na vrednost pretoka preko dušilnega elementa,  $K_i = K_i(q_{mi})$ . Ob znanih lastnostih dušilnih elementov ter ob definiranem merjenem in obtočnem pretoku lahko z rešitvijo sistema šestih enačb (1) in (2) izračunamo posamezne masne pretoke v štirih mostičnih vejah ter tlačni razliki  $\Delta p_{13}$  in  $\Delta p_{24}$ .

### 2.1 Rešitev za idealno značilnico pri konstantnem $K_i$

Kot idealni primer predpostavimo enake dušilne elemente v posamezni veji hidravličnega mostiča, katerih konstante upora so neodvisne od pre-

toka,  $K = K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ . Analitična rešitev fizikalno-matematičnega modela za tlačni razliki ima v tem primeru obliko:

$$\Delta p_{13} = \begin{cases} Kq_{v0}q_m & \text{za } q_m \leq \rho q_{v0} \\ \frac{K}{2\rho}(q_m^2 + \rho^2 q_{v0}^2) & \text{za } q_m > \rho q_{v0} \end{cases},$$

$$\Delta p_{24} = \begin{cases} \frac{K}{2\rho}(q_m^2 + \rho^2 q_{v0}^2) & \text{za } q_m \leq \rho q_{v0} \\ Kq_{v0}q_m & \text{za } q_m > \rho q_{v0} \end{cases} \quad (5)$$

Če pri pretokih  $q_m \leq \rho q_{v0}$  kot izhodni signal uporabimo tlačno razliko  $\Delta p_{13}$  in pri pretokih  $q_m > \rho q_{v0}$  tlačno razliko  $\Delta p_{24}$ , lahko za hidravlični Wheatstonov merilni mostič zapišemo idealno merilno značilnico:

$$\Delta p_{id} = Kq_{v0}q_m \quad \text{oz.} \quad \frac{\Delta p_{id}}{q_{v0}} = Kq_m \quad (6)$$

Tlačna razlika  $\Delta p_{id}$  je linearno povezana z merjenim masnim pretokom tekočine  $q_m$ , če so v hidravličnem mostiču vgrajeni idealni, med seboj enaki dušilni elementi  $K$ , in je prostorninski pretok  $q_{v0}$  skozi obtočno vejo konstanten. Analitična rešitev fizikalno-matematičnega modela za masne pretoke v posamezni veji je:

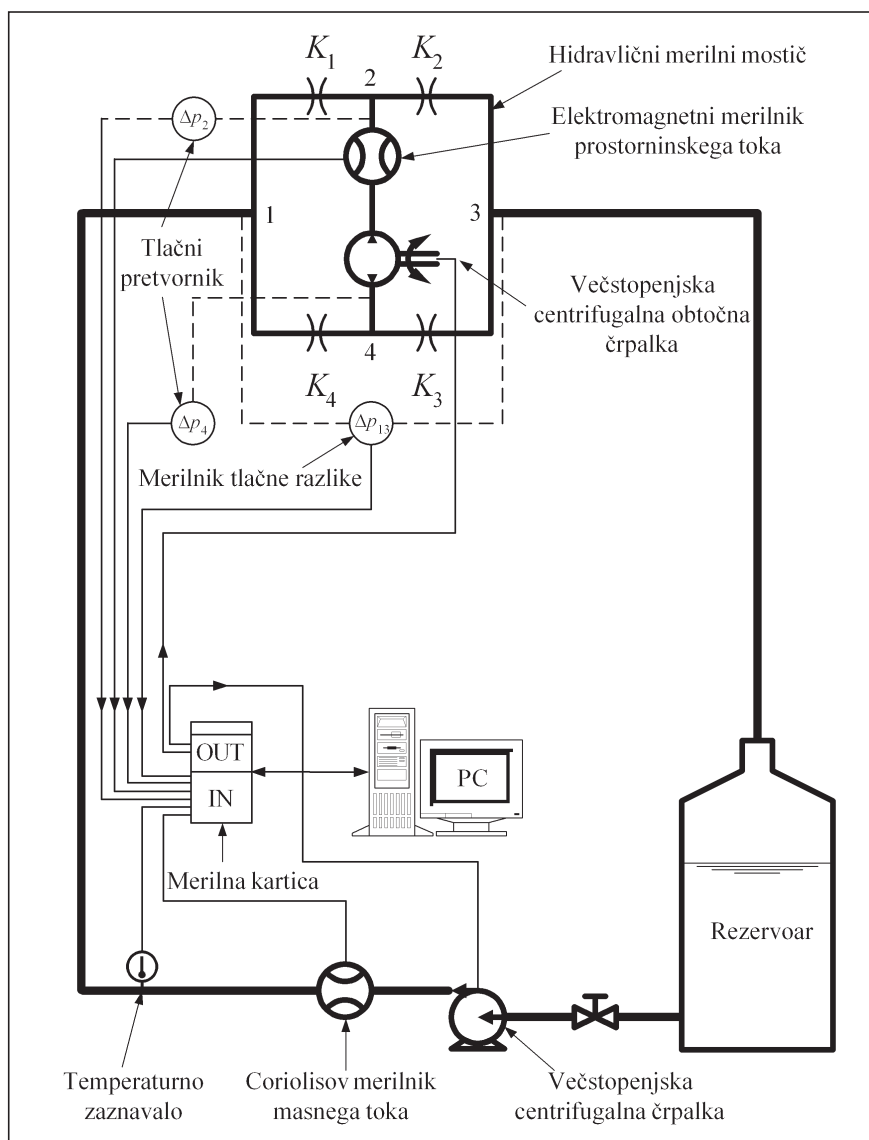
$$q_{m1} = \frac{q_m - q_{m0}}{2}, \quad q_{m2} = \frac{q_m + q_{m0}}{2},$$

$$q_{m3} = \frac{q_m - q_{m0}}{2}, \quad q_{m4} = \frac{q_m + q_{m0}}{2} \quad (7)$$

kar pomeni, da so v primeru, ko je merjeni pretok manjši od obtočnega  $q_m < \rho q_{v0}$ , tokovne razmere v mostiču takšne, kot je na sliki 1 prikazano s črtkanimi puščicami. S polnimi puščicami so na isti sliki označene tokovne razmere, ki nastanejo, ko je merjeni pretok večji od obtočnega  $q_m > \rho q_{v0}$ . V primeru, ko je merjeni pretok enak obtočnemu  $q_m = \rho q_{v0}$ , pa tekočina v mostični veji 1 in 3 miruje.

## ■ 3 Merilni sistem

Eksperimentalna študija hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča je potekala na merilni prog



Slika 2. Shema merilne proge

s pretokom vode v LMPS na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Shematsko je prikazana na sliki 2.

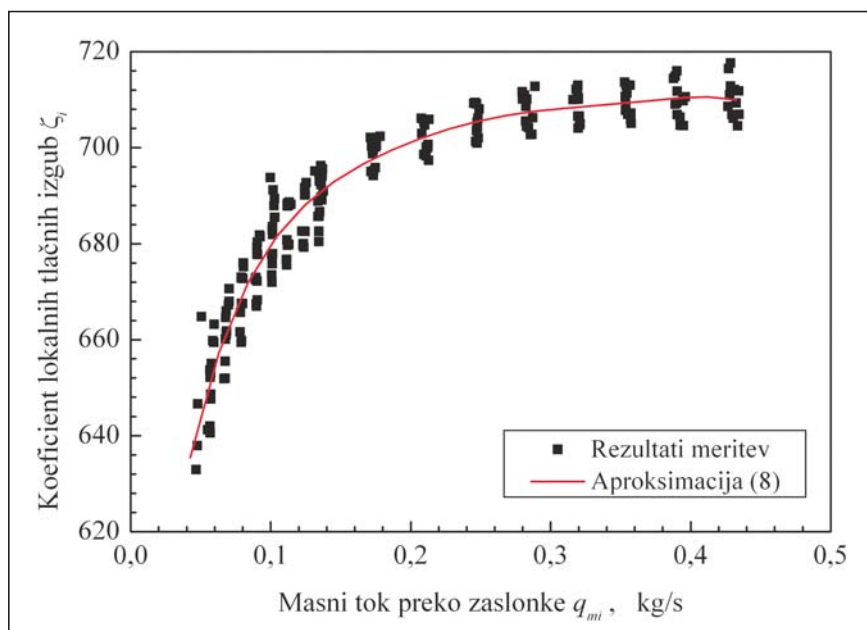
Hidravlični merilni mostič sestavljajo cevni vodniki z notranjim premerom  $D = 24$  mm. Kot dušilni elementi so v mostičnih vejah vgrajene štiri enake dušilne zaslonke z notranjo odprtino premera  $d = 6$  mm. Obtočni pretok zagotavlja obtočna centrifugalna črpalka (Grundfos, CRN2-110), vrednost obtočnega pretoka pa merimo z elektromagnetnim merilnikom prostorninskega pretoka (Foxboro, IMT 25). Tlačna razlika  $\Delta p_{13}$  je merjena z merilnikom tlačne razlike (Endress+Hauser, PMD 70, merilno območje 3 bar), tlačna razlika  $\Delta p_{24}$  pa z dvema merilnikoma nadtlaka (Foxboro Eckardt, BIA 408, merilno območje 6 in 3 bar).

Pretok vode skozi merilno progo zagotavlja centrifugalna črpalka (Grundfos, CRN4-120). Referenčno vrednost masnega pretoka meri Coriolisov merilnik masnega pretoka (Foxboro, CFS 10). Meri se tudi temperatura vode, ki se upošteva pri določanju njene gostote. Vsi merilniki imajo električne izhodne signale in so povezani na vhodno/izhodno merilno kartico (National Instruments, DAQPad-6020E). Preko merilne kartice se z električnimi signali nadzoruje tudi vrtilna frekvenca obeh črpalk. Nadzorni program merilnega sistema je izdelan v programskem okolju LabVIEW.

Tlačno-pretočne lastnosti uporabljenih dušilnih zaslonk so bile določene eksperimentalno. Slika 3 prikazuje skupek rezultatov meritev koeficienta lokalnih tlačnih izgub ene od dušilnih zaslonk za različne kombinacije smeri zaslonke in smeri njenih vpenjalnih elementov. Polna črta predstavlja aproksimacijo rezultatov v obliki:

$$\xi_i = 720,31 - \frac{3,9591}{q_{mi}}, \quad K_i = \frac{8\xi_i}{\pi^2 D^4} \quad (8)$$

ki je uporabljena kot vhodni podatek v fizikalno-matematičnem modelu hidravličnega merilnega mostiča.



Slika 3. Spreminjanje koeficienta lokalnih tlačnih izgub dušilne zaslonke z masnim pretokom preko zaslonke

## ■ 4 Rezultati meritev z regulirano obtočno črpalko

Pri meritvah z regulirano obtočno črpalko je obtočna centrifugalna črpalka preko elektromagnetnega merilnika prostorninskega pretoka in nadzornega računalnika vzdrževala konstanten obtočni pretok. Meritve na hidravličnem merilnem mostiču so potekale pri štirih različnih obtočnih pretokih  $q_{v0}$ , in sicer 750, 1000, 1250 in 1500 dm<sup>3</sup>/h (cca. 0,21, 0,28, 0,35 in 0,42 dm<sup>3</sup>/s), v območju merjenega masnega pretoka  $q_m$  do 0,84 kg/s. Slika 4 prikazuje potek izmerjenih tlačnih razlik v odvisnosti od merjenega pretoka za primer obtočnega toka 1000 dm<sup>3</sup>/h. Rezultati potrjujejo ugotovitve teoretične analize v poglavju 2. Vidna je linearna odvisnost izmerjene tlačne razlike  $\Delta p_{13}$ , ko je masni pretok  $q_m$  manjši od obtočnega, ter linearna odvisnost  $\Delta p_{24}$ , ko je  $q_m$  večji od obtočnega. Izmerjeni potek tlačnih razlik tudi v drugih odsekih sledi obliki analitičnih rešitev (5).

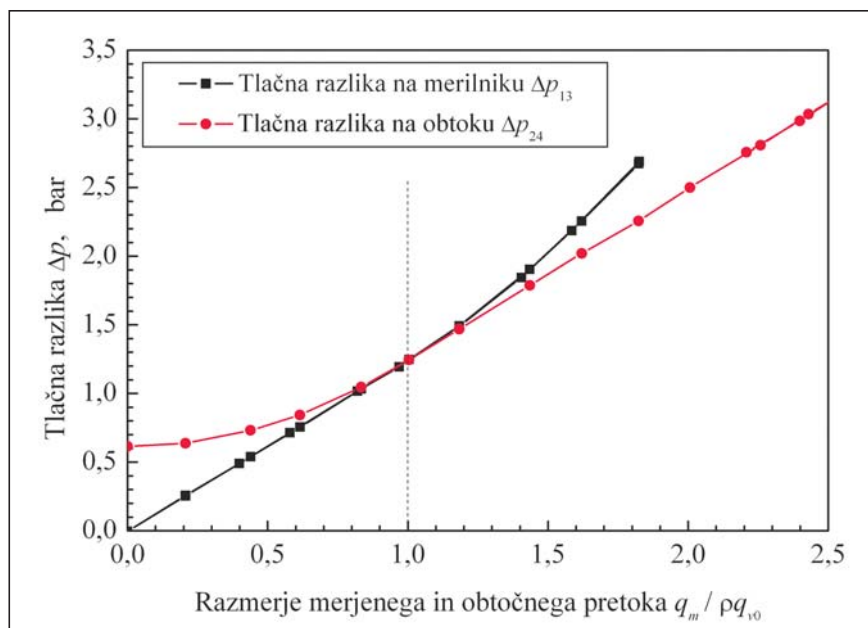
Slika 5 ponuja podrobnejši vpogled v linearnost merilne značilnice za primer obtočnega pretoka 1000 dm<sup>3</sup>/h. Odstopek od linearne značilnice je razlika med dejansko merilno značilnico in njeno linearno aproksimacijo. Poleg rezultatov meritev je na sliki 5 s polno črto prikazana tudi rešitev fizikalno-matematičnega modela. Vpliv spreminjanja konstante upora dušilnih elementov s pretokom se kaže v določeni nelinearnosti merilne značilnice hidravličnega merilnega mostiča. Značilna sprememba se zgodi pri prehodu preko točke, ko je merjeni pretok enak obtočnemu.

Za občutljivost hidravličnega merilnega mostiča, ki jo izrazimo kot naklonski koeficient linearne aproksimacije odvisnosti  $\Delta p/q_{v0}$  od  $q_m$ :

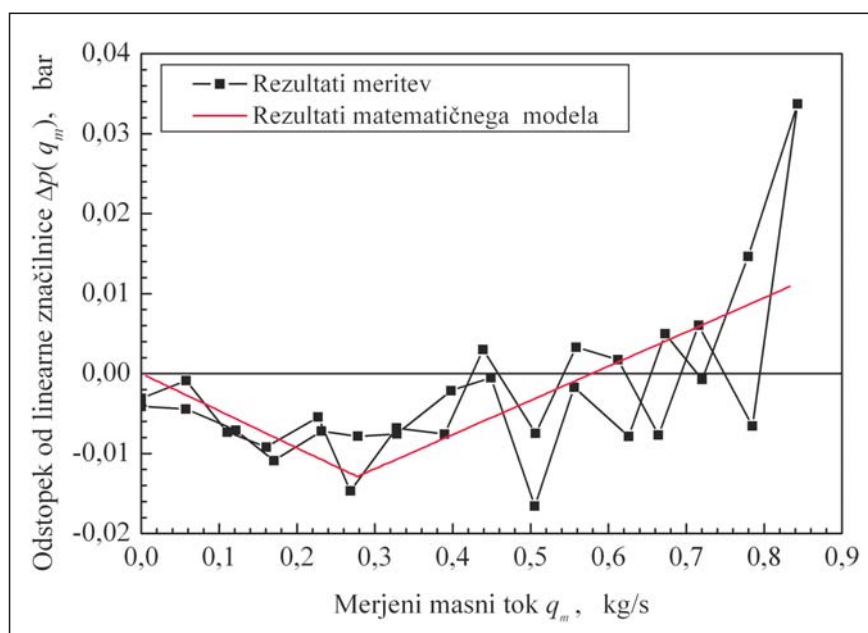
$$K_{WM} = \frac{\Delta p}{q_{v0} q_m} \quad (9)$$

in v primeru idealne značilnice (5) zanjo velja, da je enaka konstanti upora dušilnega elementa:

$$K_{WM} = \frac{\Delta p_{id}}{q_{v0} q_m} = K \quad (10)$$



Slika 4. Izmerjene tlačne razlike pri obtočnem pretoku 1000 dm<sup>3</sup>/h



Slika 5. Absolutni odstopki merilne značilnice od linearne aproksimacije pri obtočnem pretoku 1000 dm<sup>3</sup>/h

opazimo, da se pri različnih obtočnih pretokih skoraj ne spreminja. Preglednica 1 prikazuje vrednosti občutljivosti merilnika. Občutljivost izmerjene merilne značilnice je nekoliko večja od teoretične in se bolj spreminja z obtočnim pretokom. Možni vzroki so poenostavitve fizikalno-matematičnega modela, ki upošteva le tlačne izgube v dušilnih elementih. V zadnjem stolpcu preglednice 1 je podana še ocenjena linearnost merilne značilnice pri različnih obtočnih pretokih, ki je

določena kot relativna vrednost največjega odstopka glede na merilno območje. Rezultati kažejo, da se linearnost merilne značilnice povečuje z večanjem obtočnega pretoka.

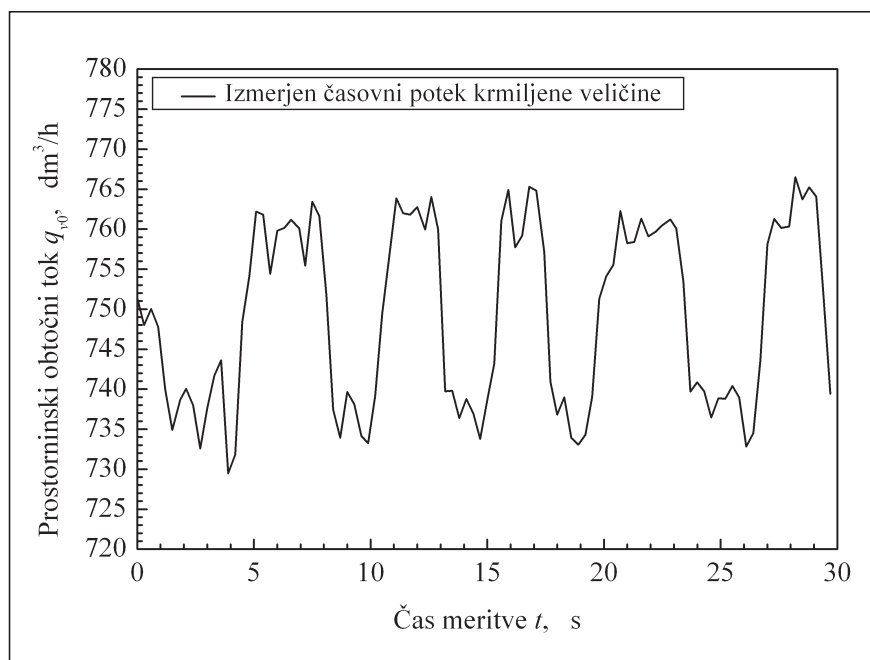
Eksperimentalni in teoretični rezultati kažejo tako podoben trend kot tudi podobno vrednost odstopkov. Imajo pa relativno nizko ponovljivost, ki je v veliki meri posledica nihanja pretoka pri krmiljenju obtočnega pretoka zaradi kvan-

**Preglednica 1.** Merilna občutljivost in linearnost merilnika pri različnih obtočnih pretokih

Obtočni pretok	Občutljivost merilnika v $\text{cm}^{-4}$		Linearnost merilnika v % merilnega razpona
	model	meritev	model
750 $\text{dm}^3/\text{h}$	16,06	16,26	0,42
1000 $\text{dm}^3/\text{h}$	16,06	16,20	0,35
1250 $\text{dm}^3/\text{h}$	16,07	16,14	0,23
1500 $\text{dm}^3/\text{h}$	16,07	16,08	0,25

tizacije frekvenčnega regulatorja obtočne črpalke. Frekvenčni regulator obtočne črpalke ima namreč le 6 bitov (64 kvantov) in krmiljeni obtočni pretok v splošnem niha med sosednjima kvantoma črpalke. Zaradi tega se je pri vsaki meritvi izvajalo 30-sekundno povprečenje, kar pa tega vpliva ne izniči popolnoma. Pri vrednotenju merilnih rezultatov moramo nadalje upoštevati merilno točnost uporabljene merilne opreme, npr. razred točnosti merilnikov tlaka je 0,1.

Ločljivost elektromagnetnega merilnika prostorninskega pretoka, preko katerega je obtočna črpalka krmiljena in ima boljše ločljivost od same črpalke, vpliva na nihanje krmiljene veličine okoli vrednosti posameznega kvanta črpalke. Iz grafičnega prikaza vidimo, da črpalka deluje nekaj časa na višjem in nekaj časa na nižjem kvantu, tako da krmiljeni obtočni pretok v splošnem niha med sosednjima ravnema črpalke. Posledica tega pa je slabša ponovljivost meritev.


**Slika 6.** Nestabilnost krmiljene veličine v stacionarnem stanju pri delovanju krmilnega sistema

Na *sliki 6* je prikazan časovni potek krmiljenja obtočnega prostorninskega pretoka med 30-sekundnim povprečenjem, ki smo ga izvajali med meritvami z regulirano obtočno črpalko, kjer je bila ta nastavljena na generiranje obtočnega pretoka na 750  $\text{dm}^3/\text{h}$ , merjeni masni pretok pa je imel vrednost 2000  $\text{kg}/\text{h}$ .

## ■ 5 Rezultati meritev z neregulirano obtočno črpalko

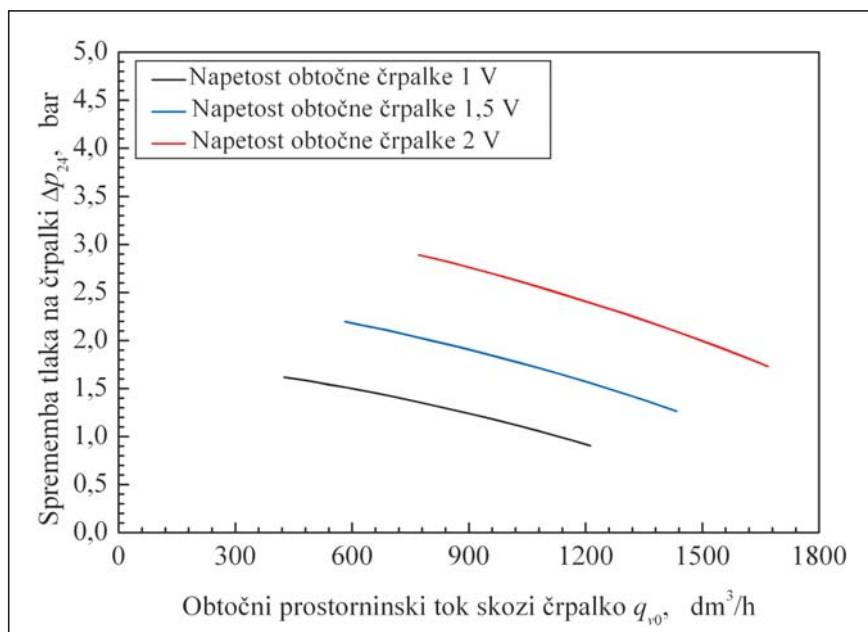
Ugotovili smo, da s poznano občutljivostjo merilnika  $K_{wm}$  ki je neodvisna od velikosti obtočnega pretoka, lahko merimo masne pretoke pri poljubnih obtočnih pretokih. S pomočjo te ugotovitve smo razvili

novi metodo merjenja masnega pretoka tekočine s hidravličnim mostičem. Pri tej metodi nam ni potrebno vzdrževati konstantne vrednosti obtočnega pretoka v obtočni veji, s čimer se izognemo vplivu kvantizacije frekvenčnega regulatorja obtočne črpalke. Prav vpliv kvantizacije frekvenčnega regulatorja obtočne črpalke pa je bil do sedaj največja pomanjkljivost te merilne metode.

V obravnavani izvedbi hidravličnega merilnega mostiča je bil za potrebe raziskav kot merilnik obtočnega pretoka uporabljen dodaten merilnik pretoka, kar za tržno izvedbo zagotovo ni ekonomsko upravičeno. Pri uporabi centrifugalne črpalke je namreč mogoče informacijo o obtočnem pretoku dobiti le z merjenjem tlačne razlike na črpalci, pri čemer moramo predhodno poznati tlačno-pretočno značilnico črpalke pri določeni vrtilni frekvenci. Tlačno-pretočna značilnica obtočne črpalke Grundfos CRN2-110, ki smo jo uporabili v naši eksperimentalni analizi, je na *sliki 7* prikazana za različne napetosti (vrtilne frekvence) črpalke.

*Slika 8* prikazuje primerjavo odstopkov od linearne značilnice za obe merilni metodi, torej za metodo, kjer uporabljamo regulirano (za primer obtočnega pretoka 1500  $\text{dm}^3/\text{h}$ ), ter za metodo, kjer uporabljamo neregulirano centrifugalno črpalko (za primer napetosti obtočne črpalke 2 V). Odstopek od linearne značilnice  $\Delta p/q_{v0}(q_m)$  je razlika med dejansko merilno značilnico in njeno linearno aproksimacijo. Opazimo, da smo s to metodo omejili vpliv kvantizacije frekvenčnega regulatorja obtočne črpalke na točnost meritev s hidravličnim mostičem. S to metodo smo izboljšali predvsem ponovljivost meritev. Tako pri rezultatih meritev z neregulirano obtočno črpalko opazimo nek izrazitejši trend poteka absolutnih odstopkov.

Iz meritev občutljivosti hidravličnega merilnega mostiča, v katerem uporabimo neregulirano obtočno črpalko, zopet opazimo, da se ta pri različnih obtočnih pretokih skoraj ne spreminja. *Preglednica 2* prikazuje



**Slika 7.** Tlačno-pretočna značilnica črpalke pri različno nastavljenih vrtilnih frekvencah

vrednosti občutljivosti merilnika pri različnih vrtilnih frekvencah (napetostih) obtočne črpalke. Občutljivost izmerjene merilne značilnice se dobro ujema s teoretično dobljeno občutljivostjo merilnika. Občutljivost izmerjene merilne značilnice je tako kot pri meritvah z regulirano obtočno črpalčko nekoliko večja od teoretično dobljene občutljivosti merilnika. Vzrok je spet mogoče iskati v poenostavitvah fizikalno-matematičnega modela, ki upošteva le tlačne izgube v dušilnih elementih.

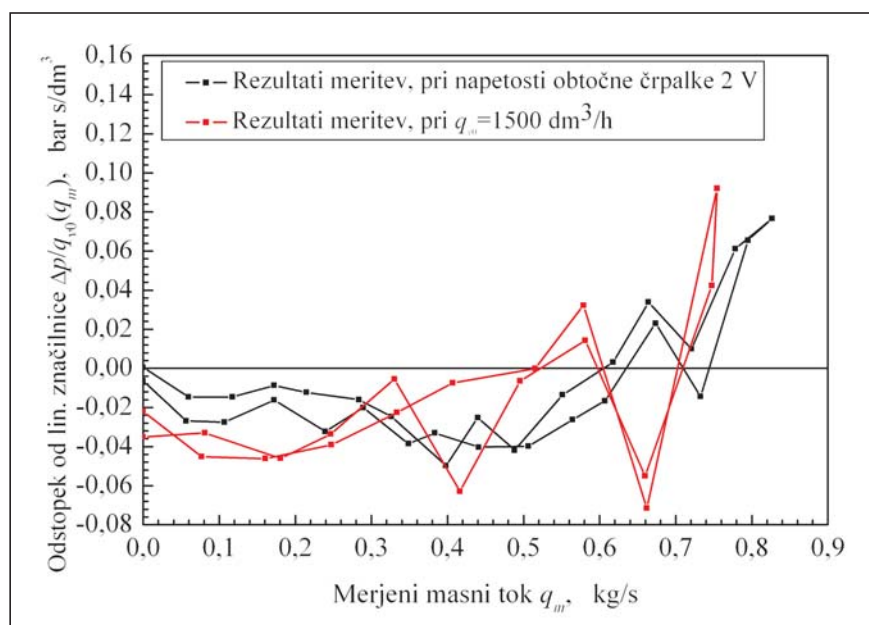
## 6 Sklepi

V prispevku smo z meritvami in z reševanjem fizikalno-matematičnega modela preučevali neidealnosti hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča, ki so posledica spreminjanja konstante upora dušilnih elementov (zaslonk) s pretokom preko posamezne mostične veje.

**Preglednica 2.** Izmerjena občutljivost merilnika pri različnih vrtilnih hitrostih (napetostih) neregulirane obtočne črpalke

Napetost črpalke	Občutljivost merilnika v $\text{cm}^{-4}$		Linearnost merilnika v % merilnega razpona
	model	meritev	
1 V	16,07	16,40	0,36
1,5 V	16,07	16,31	0,29
2 V	16,07	16,22	0,25

mostiča, ki je postavljen v LMPS na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, je potrdila linearnost odvisnosti tlačne razlike od merjenega pretoka pri konstantnem obtočnem pretoku. Pri pretokih, ki so manjši od obtočnega, linearna odvisnost velja za tlačno razliko preko merilnika  $\Delta p_{13}$  in pri pretokih, ki so večji od obtočnega za tlačno razliko preko obtoka  $\Delta p_{24}$ . Če kot izhodni signal uporabimo kvocient tlačne razlike in obtočnega prostorninskega pretoka, je občutljivost bolj ali manj neodvisna od velikosti obtočnega pretoka. Značilna nelinearnost merilnika, ki je posledica zmanjševanja konstante lokalnega upora dušilnih zaslonk pri manjših pretokih (Reynoldsovih številih), se z večanjem obtočnega pretoka zmanjšuje.



**Slika 8.** Absolutni odstopki občutljivosti merilnika od linearne aproksimacije pri obeh merilnih metodah

Eksperimentalna analiza konkretne izvedbe hidravličnega merilnega

V dosedanjih raziskavah na področju merjenja masnih pretokov s hidravličnim Wheatstonovim mostičem še ni bilo podane rešitve problema, kako povsem omejiti vpliv dinamike sistema, ki je posledica reguliranja konstantnega prostorninskega obtočnega pretoka z obtočno črpalčko. Tako smo z razvojem in predstavitvijo nove metode merjenja masnih pretokov s pomočjo neregulirane obtočne črpalke zadostili tudi tej pomanjkljivosti, ki je bila do sedaj največji problem

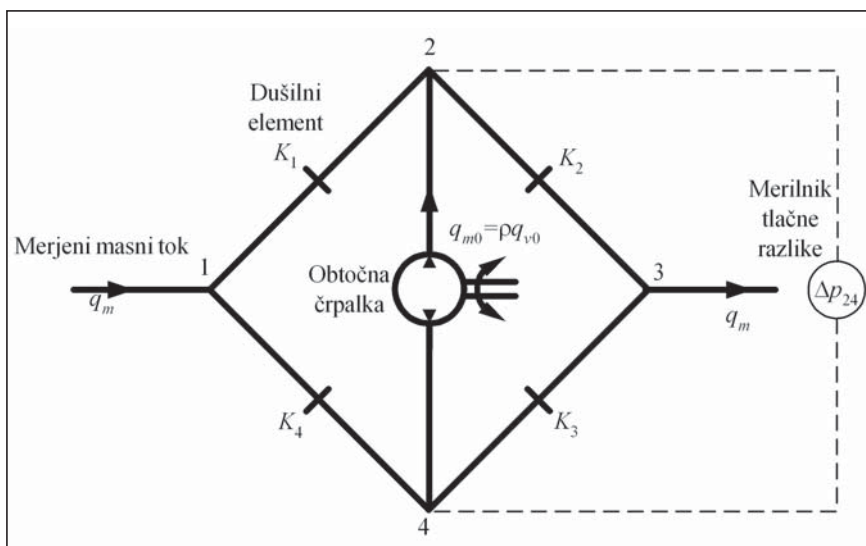
te merilne metode. Izvedena je bila tudi eksperimentalna analiza merilne metode z neregulirano obtočno črpalko na konkretnem hidravličnem Wheatstonovem merilnem mostiču, katere rezultati potrjujejo prednosti omenjene merilne metode.

V praksi se priporoča uporaba obtočne črpalke z nizko nastavljeno vrtilno frekvenco, ki zmanjša rabo energije in zahtevnost vzdrževanja merilnikov, saj v tem primeru potrebujemo le en merilnik tlačne razlike (za določanje tlačne razlike preko obtočne veje  $\Delta p_{24}$ ). S poznano občutljivostjo merilnega mostiča, za katero smo potrdili, da je pri poljubnih obtočnih tokovnih razmerah konstantna, lahko namreč določimo trenutno vrednost obtočnega prostorninskega pretoka preko poznane tlačno-pretočne značilnice centrifugalne črpalke pri določeni vrtilni frekvenci.

Z razvojem nove metode merjenja pretoka tekočine s hidravličnim mostičem smo še dodatno zadostili potrebam nezahtevnosti vzdrževanja merilnika, ki je bila že do sedaj ena glavnih prednosti te merilne metode, saj je v praksi zagotavljanje povsem konstantnega obtočnega prostorninskega pretoka tudi z zelo kakovostnimi črpalkami zelo težavno.

## Literatura

- [1] Fishman, B., Ryder, F.: Mass flowmeter, *Patent US 3232104*, 1966.  
 [2] Masnik, W.: Mass flowmeter, *Patent US 3662599*, 1972.



Slika 9. Shema hidravličnega Wheatstonovega mostiča pri metodi z neregulirano obtočno črpalko z nizko nastavljeno vrtilno frekvenco

- [3] Doi, N.: Mass flowmeter, *Patent US 4031758*, 1977.  
 [4] Bajsić, I.: Linearizacija merilnika pretočnih količin, *Strojniški vestnik*, 1986, let. 32, št. 7/9, str. 118–120.  
 [5] Baker, R. C.: *Flow Measurement Handbook*, Cambridge University Press, 2000.  
 [6] AVL: Hydraulic Wheatstone bridge mass flowmeter, <http://www.avl.com>, 2007.  
 [7] Svete, A., Kutin, J., Bajsić, I.: Merilne značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča, *zbornik Kuhljevi dnevi*, Slovensko društvo za mehaniko, 2007, str. 233–240.  
 [8] Romih, G.: *Načrtovanje in razvoj hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča*, diplomska naloga visokošolskega študija (mentor I. Bajsić), št. 1266, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006.  
 [9] Babič, D.: *Modeliranje hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča*, diplomska naloga visokošolskega študija (mentor I. Bajsić), št. 1306, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006.  
 [10] Svete, A.: *Merilne značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča*, diplomska naloga univerzitetnega študija (mentor I. Bajsić), št. 1266, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2007.  
 [11] Škerget, L.: *Mehanika tekočin*, Tehniška fakulteta v Mariboru in Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1994.  
 [12] Guyon, E., Hulin, J. P., Petit, L., Mitescu, C. D.: *Physical Hydrodynamics*, Oxford University Press, 2001.

## Measuring Characteristics of a Hydraulic Wheatstone Bridge

**Abstract:** A hydraulic Wheatstone measuring bridge is a potential solution for a linear flowmeter for direct mass-flow measurements. In a concrete example of a flowmeter placed in the Laboratory of Measurements in Process Engineering at the Faculty of Mechanical Engineering in Ljubljana four matched orifices are used as local flow restrictors in the bridge network. This paper presents an analysis of the nonlinearity of the measuring characteristics of the hydraulic measuring bridge, which results from the impact of the flowrate on the local pressure losses in the orifices. The results of the experimental analysis are confirmed with solutions of the upgraded physical-mathematical model of the flowmeter and are upgraded with the development of the new measuring method for measuring fluid mass flow with the hydraulic Wheatstone measuring bridge, with which we improved the repeatability of the measurements.

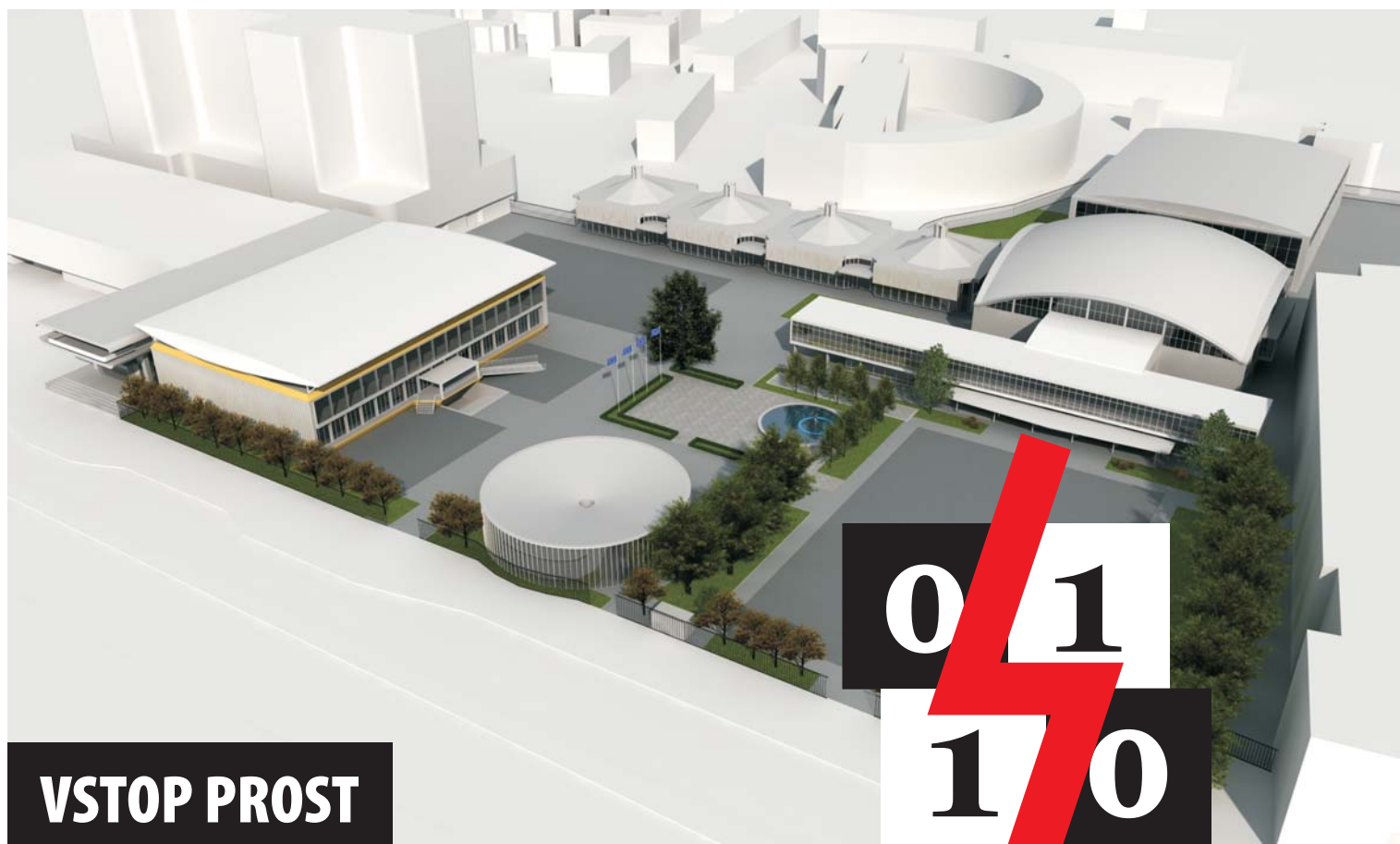
**Keywords:** hydraulic measuring bridge, recirculating pump, flow restrictor, differential pressure transmitter, local pressure loss of the orifice, linearization of mass flowmeter, measuring characteristics,



Gospodarsko razstavišče

Ljubljana Exhibition and Convention Centre

# Sejem elektronike



**VSTOP PROST**

0 1  
1 0

**24. - 26. marec 2009**

## Gospodarsko razstavišče

- Profesionalna elektronika
  - Komunikacijske tehnologije
  - Avtomatizacija
  - Komponente, funkcijske enote in materiali
  - Mehatronika in robotika
  - Internet in z njim povezane storitve
  - Multimedijske tehnologije
  - Energetika
  - Računalništvo
  - Varnostne in zaščitne naprave
  - Storitve, inženiring in literatura
  - Združenja in ustanove
- [www.sejem-elektronike.si](http://www.sejem-elektronike.si)



# Nastavljanje in nadzor tlaka vpenjalne naprave na stružnicah

## Nova generacija vpenjalnih modulov za varno vpenjanje obdelovancev

Axel GRIGOLEIT

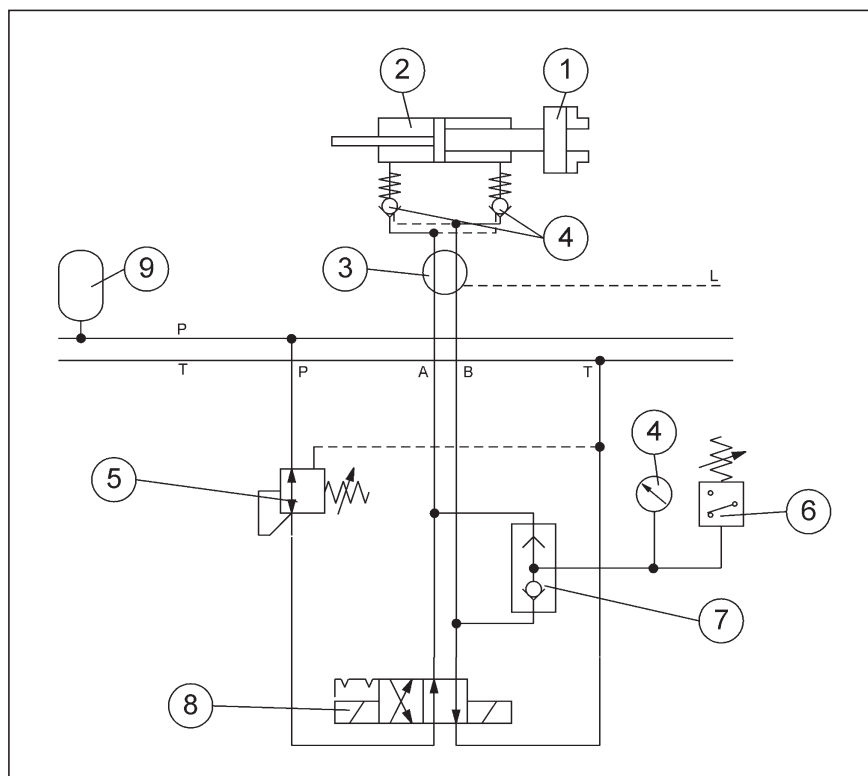
Vpenjanje obdelovancev na stružnicah mora potekati v skladu z varnostnotehničnimi postopki, ker predstavlja obdelovanec zaradi svoje mase in vrtilne hitrosti znatno nevarnost. Če vpetje obdelovanca popusti, lahko pride do velikih poškodb tako stroja kot strežnega osebja.

Glede nastavljanja in nadzora tlaka vpenjanja obstajajo različne možnosti in izvedbe. Te se med seboj razlikujejo še posebej glede varnostnega vidika. V prispevku je predstavljena problematika obstoječih izvedb vpenjalnih sistemov s svojimi slabostmi in predlagana rešitev, ki slabosti obstoječih sistemov odpravlja.

Za tehnološki postopek struženja je značilno, da se relativno gibanje med rezilom in obdelovancem dosega z rotacijskim gibanjem obdelovanca. Sodobna orodja iz keramike dopuščajo hitrosti rezanja tudi preko 1000 m/min., tako da se dandanes dosega vrtilne hitrosti vse do 40.000 vrt./min.

Prenos rotacijskega gibanja na obdelovanec se prične pri vpenjalnih kleščah in vpenjalni glavi. Zaradi

Dipl.-Ing. Axel Grigoleit, HYDAC International GmbH, Sulzbach/Saar, Germany



Slika 1. Načelna izvedba hidravličnega vpenjalnega sistema

zahtevane kompaktne zgradbe je vpenjanje običajno izvedeno hidravlično. Shematično zgradbo hidravličnega vpenjalnega sistema prikazuje slika 1.

Vpenjalno glavo (1) krmili hidravlični vpenjalni valj (2). Dovod hidravlične tekočine do rotirajočega valja je izveden preko vrtljivega prehoda s kanali (3), ki omogočajo tudi odvajanje olja

zaradi puščanja. Količina tega olja je odvisna od vrtilne hitrosti in znaša od 2 do 4 l/min. Glavni elementi varnosti hidravličnega vpenjalnega sistema predstavljajo v valj integrirani protipovratni ventili (4), ki v primeru izpada napajanja, npr. zaradi zaustavitve agregata, omogočajo ohranjanje ustrezne sile vpenjanja. Zaradi možnih nečistoč v olju je lahko funkcija protipovratnih ventilov mo-

tena – ti niso več hermetično tesni. Zaradi tega je potrebno poskrbeti za ohranjanje tlaka v celotnem hidravličnem sistemu.

Tlak vpenjanja se praviloma nastavlja preko mehanskega regulatorja tlaka (5), nadzor nastavljenega tlaka s strani stroja pa je izveden preko tlačnega stikala (6). Menjalni ventil (7) omogoča nadzor tlaka vpenjanja tako pri notranjem kot tudi pri zunanjem vpenjanju. Proženje vpenjanja ali izpenjanja je izvedeno preko potnega ventila z blokiranjem položaja (8), pri čemer je možno ohraniti vsak položaj neodvisno, ne glede na prisotnost električnega signala na magnetih ventila.

Zaradi visoke stopnje ogroženosti v primeru pojava napake pri vpetju obdelovanca izpad določene komponente vpenjalnega sistema ne sme pripeljati do izpada ali zmanjšanja varnostne funkcije. Pri tem je potrebno upoštevati, da se izpad električne napetosti ne obravnava kot napaka, temveč kot obratovalno stanje, saj se v deželah z manj zanesljivo preskrbo z električno energijo izpad lahko pojavi tudi večkrat na dan. Če s tega stališča obravnavamo motnjo na protipovratnem ventilu z možnostjo odpiranja (4), je takoj jasno, da mora biti hidravlično napajanje zasnovano tako, da se tlak v sistemu ohranja, vse dokler se stroj, ki je v fazi zaustavljanja, dokončno ne zaustavi, saj v primeru izpada energije vretena ne moremo zavirati. Zaradi trajanja faze zaustavljanja vpenjalne glave z vpetim obdelovancem, ki lahko znaša tudi več minut, kot tudi zaradi puščanja vrtljivega prehoda s kanali in puščanja na ostalih potnih ventilih je potrebno posvetiti veliko pozornost izbiri in dimenzioniranju vgrajenega hidravličnega akumulatorja (9).

Nadaljnji problem nastopi zaradi določene nastavitve regulatorja tlaka (5) in tlačnega stikala (6). Če gre za dve med seboj ločeni komponenti, kot je to prikazano na sliki 1, je vsa odgovornost na upravljavcu, ki mora poskrbeti za natančno nastavitve predpisane vrednosti tlaka. V praksi pa je pogosto tako, da je zaradi lagodnosti upravljavca preklonpa točka tlačnega



**Slika 2.** Elektronsko tlačno stikalo z digitalnim prikazovalnikom za nadzor tlaka vpenjanja

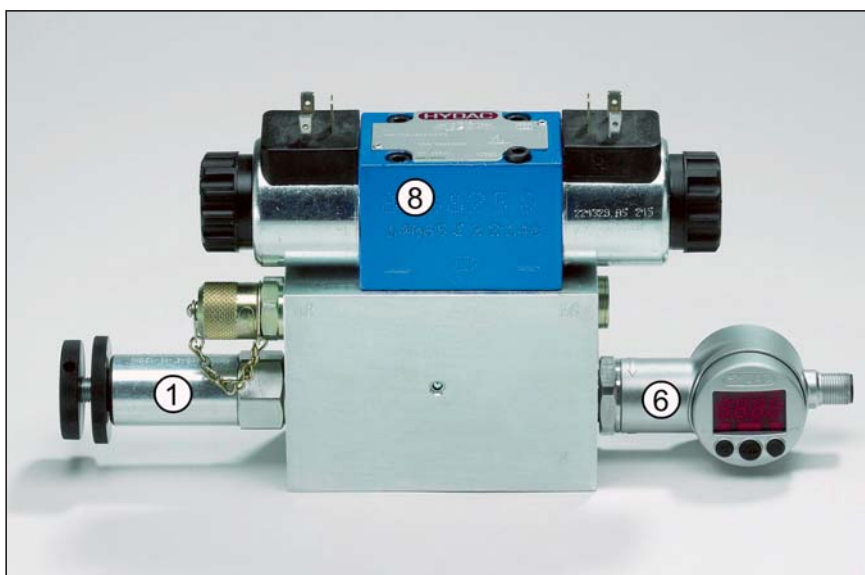
stikala nastavljena na najnižji možni nivo. Posledica takšne nastavitve je, da upadanja tlaka vpetja ni možno korektno zaznati, pri čemer se lahko vpetje obdelovanca razrahlja.

Vpenjalni moduli, ki so zasnovani skladno z današnjim stanjem tehnike, imajo nastavitve regulatorja tlaka

in tlačnega stikala izvedeno preko mehanske povezave. V tem primeru se ob spremembi nastavitve regulatorja tlaka ustrezno prilagodi tudi nastavitve tlačnega stikala. Problem tovrstnih sistemov se kaže v medsebojni usklajenosti mehanskih elementov, ki se lahko čez čas uporabe spremeni. Pri tem lahko pride do motenj, katerih odpravljanje zahteva ponovno nastavitve.

Novorazviti sistem varnega vpenjanja temelji na elektronskem nadzoru tlaka – *slika 2*. Nastavitve tlaka navadno poteka preko mehanskega regulatorja. Pri tem se dejanski nastavljeni tlak preko proženja tipke na tlačnem stikalu zabeleži, s čimer je celoten stroj pripravljen za obratovanje. Prag vklopa tlačnega stikala lahko proizvajalec izbere vnaprej, pri čemer je možna tudi proporcionalna prilagoditev dovoljenega odstopanja od nastavljenega tlaka. Pravilnost tlaka vpenjanja se ne preverja samo na padec tlaka, temveč tudi na odstopanje na zgornjo vrednost. Tako nastavitve ni možno nastaviti na nižji nivo, kot je to bilo v opisanem primeru mehanske nastavitve.

Ker ima tlačno stikalo prigraven tudi digitalni prikazovalnik, je v vsakem trenutku možno udobno preverjati trenutno stanje obratovalnega tlaka kot tudi preklonpa točke. Poleg tega je na tlačnem stikalu na razpolago tudi analogni signal, proporcionalen



**Slika 3.** Vpenjalni modul s 4/2-potnim ventilom (8), mehanskim regulatorjem tlaka (1) in elektronskim tlačnim stikalom (6)



Slika 4. Stručnica (levo) in vgrajeni hidravlični agregat z elektronskim nadzorom tlaka (desno)

tlaku (z možnostjo izbire vrste signala 0–10 V ali 4–20 mA). Analogni signal lahko uporabimo za prikaz vrednosti ali za kontrolo tlaka vpenjanja na centralnem krmilju stroja. Nadaljnja prednost tega sistema je dolga življenjska doba elektronskega tlačnega stikala (> 100 milijonov vklopnih ciklov), ker to ne vsebuje obrabljivih delov.

Tlačno stikalo v kombinaciji s potnim krmilnim ventilom in regulatorjem tlaka kot vpenjalni modul prikazuje *slika 3*. Takšen vpenjalni modul se ne uporablja samo pri vpenjalnih glavah, temveč se lahko uporabi tudi za krmiljenje konjička stručnice. V ta namen so potrebne še dodatne funkcije, npr. impulzno krmiljenje in vklop hitrega ali počasnega vhoda. Videz celotnega hidravličnega agregata stručnice z elektronskim nadzorom tlaka prikazuje *slika 4*.

Pri snovanju vseh omenjenih izvedb vpenjalnih sistemov je potrebno tudi upoštevati, da se ovrednotenje stop-

nje varnosti vpenjanja obdelovanca po novem standardu EN ISO 13849 opravlja preko ovrednotenja celotnega sistema. Sistemom vpenjanja je dodeljen t. i. Performance Level b (z ozirom na EN 954-1: kategorija 1). Za gradnjo teh sistemov se uporabljajo »preverjeni« sestavni deli, kar za stroje z običajnimi programirnimi krmilji ne velja. S tem mora ovrednotenje signala tlačnega stikala potekati neodvisno od programirnega krmilja oz. je potrebno uporabiti posebno, dvokanalno krmilje.

Vidik varnosti pri snovanju uporabe programirnega krmilnika bo imel pri razvoju nadaljnjih sistemov za nastavljanje in nadzora tlaka vpenjanja še večji pomen. Za uporabo teh sistemov v prihodnosti je zaželeno nastaviti tlak vpenjanja neposredno in izven krmilja, da bo to informacijo možno shraniti kar v programu obdelave obdelovanca. Na ta način bi bil operater na stroju razbremenjen nastavljanja tlaka vpenjanja.

Na tržišču se že pojavljajo sistemi, ki omogočajo nastavljanje tlaka vpenjanja neposredno iz krmilja stroja. Kot edina ovira za širšo uporabo teh sistemov, ki v celoti zadostijo omenjenemu varnostnemu vidiku izvedbe, je (zaenkrat) nekoliko višja cena vpenjalnega modula. V prihodnosti lahko pričakujemo cenovno ugodnejše rešitve, ki bodo omogočale avtomatizirano nastavljanje tlaka vpenjanja. S temi sistemi bo možno tlak vpenjanja spreminjati tudi med samim potekom obdelave. Takšna potreba se npr. pojavi, ko je struženje obdelovanca že končano, pri čemer je potreben nižji tlak vpenjanja, da ne pride do deformacije obdelovanca.

Uporaba elektronskega tlačnega stikala vsekakor predstavlja novo rešitev za nadzor tlaka vpenjanja. Njegova uporaba omogoča, da bo v prihodnosti nastavljanje tlaka vpenjanja integrirano že kar v programu za obdelavo obdelovanca.

# FLUIDNA TEHNIKA - HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

## HYDAC

**HYDAC d.o.o.**

Zagrebška c. 20  
2000 Maribor

Tel.: +386 2 460 15 20

Fax: +386 2 460 15 22

Email: [info@hydac.si](mailto:info@hydac.si)

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

*Naj iskrivost pisanih decembrskih luči polepša drobne  
trenutke v mozaiku časa,  
naj čarobnost zimskega ivja na drevju zasenči črne misli,  
naj toplina in iskrenost besed  
osrečujeta vse leto.*

*Vsem poslovnim partnerjem, kolegom,  
prijateljem in bralcem revije Ventil  
želimo prijetne praznike  
ter uspešno in srečno leto 2009.*



*Večji del sredstev, namenjenih za nakup voščilnic in poslovnih daril, smo tudi letos namenili humanitarni organizaciji.*

# Kašelj – udarni pnevmatski val v telesu

Zvone BALANTIČ

## ■ Uvod

Kašelj označuje refleksno dejanje, izzvano z namenom, da očisti dihalne poti, v katerih se iz najrazličnejših vzrokov pojavi sluz ali tujek. Do kašlja lahko pride tudi zaradi draženja sluzi s prahom, dimom in plinom [1]. V respiratornem sistemu v času aktivne refleksije prihaja do posebnih stanj, ki sprožijo sunkovito spremembo tlakov in hitrosti zračnih mas. Hitro gibajoči se zračni tokovi omogočijo hitro in učinkovito čiščenje dihalnih poti. Mehanizem kašlja izvira iz usklajenega delovanja organskega sistema, ki ga poskušamo pojasniti z biološkimi procesi, izraženimi s fizikalnimi in kemičnimi zakonitostmi. Čeprav je človeški organizem kompleksen, lahko na celoto gledamo z integracijo enostavnih osnovnih mehanizmov, ki se povezujejo v celovit sistem – tudi v primeru kašlja.

## ■ Vzroki za nastanek kašlja

S pomočjo kašlja se torej čistijo dihalne poti, ki se ožijo zaradi vnetij zgornjega dela dihalnega sistema. Hujšo obliko kašlja s pojavom močne sluzi povzroči bronhitis (vnetje bronhijev). Do pojava suhega kašlja lahko pripelje tudi začasna zožitev bronhijev, značilna za astmo, nekatere okužbe in alergični odziv. Boleč kašelj s postopnim pojavom sluzi povzročita pljučnica (vnetje pljuč) in nabiranje tekočine v pljučih (pljučni edem). Kašelj se pojavi tudi kot odziv na kronično pljučno okužbo (tuber-

Izr. prof. dr. Zvone Balantič, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede

kuloza) ali na dolgotrajno vdihavanje prašnih delcev. Silovito reakcijo sproži vdihani tujek, saj se tako dihalni sistem odzove na zaprto dihalno pot, kar lahko povzroči zadušitev. Če tujek zapre bronhij, se prizadeti del vname. Tu se začne izločati sluz in pojavi se neprestan kašelj. Kašelj se postopoma pojavlja tudi pri nastanku pljučnega raka in tumorskih tvorbo in se s prizadetostjo stopnjuje, vzporedno pa se pojavi tudi izloček. Ob vseh pojavnih oblikah kašlja lahko izpostavimo tudi t. i. kadilski kašelj, ki je posledica kronične obstruktivne pljučne bolezni. V teh primerih kašelj sproži nabiranje izločka v dihalnih poteh.

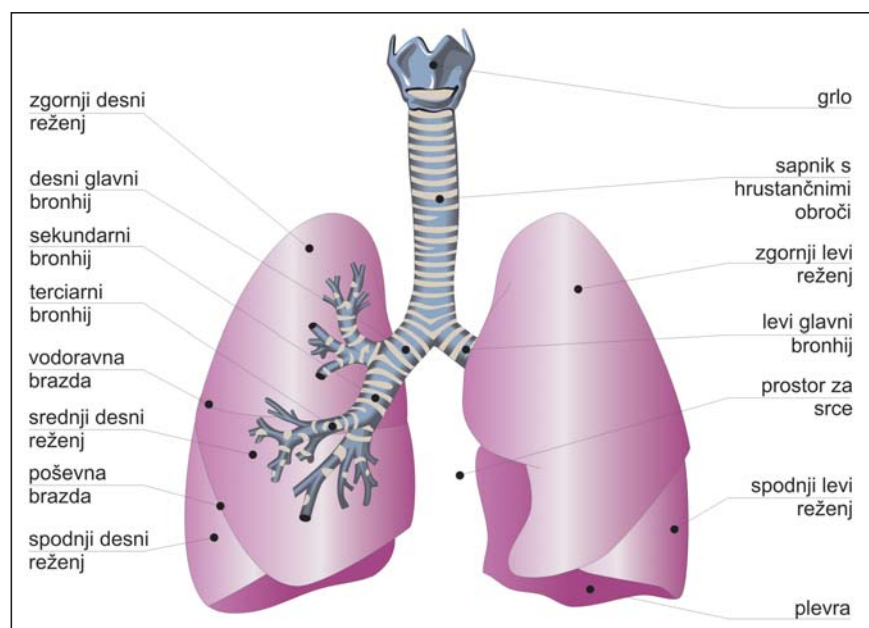
Ločimo dve vrsti kašlja:

- produktivni kašelj, pri katerem se izločata sluz ali izmeček – v tem primeru izločena sluz ovira normalen pretok zraka skozi dihalne poti;

- neproduktivni kašelj, to je suhi kašelj, brez izločkov – v tem primeru kašelj ne pripomore k čiščenju dihalnih poti, saj se sluz ne izloča. Tak kašelj človeka le izčrpa.

## ■ Refleks kašlja

Kašelj je eksploziven prisilni izdih, ki omogoča čiščenje sluzi in tujkov s področja dihalnih poti. Kašelj se pokaže kot obrambni mehanizem proti prodiranju tujka in tekočine v nižje plasti dihalnega vejevja. Refleks kašlja je normalen odziv na draženje v dihalnih poteh, trebušni predponi, ušesu in trebuhu. Posebno je občutljiv vstopni del poti v dihalni sistem, ki jo sestavljajo grlo, sapnik in razdelitev v levo in desno sapnico [2]. Srednji del dihalnega vejevja in posebno končni del, ki se zaključijo v t. i. respiratornem delu pljuč in je sestavljen iz drobnih



Slika 1 Dihalni sistem pri človeku

cevčic in končnih sferičnih prostorov, je posebno občutljiv na kemične dražljaje (slika 1).

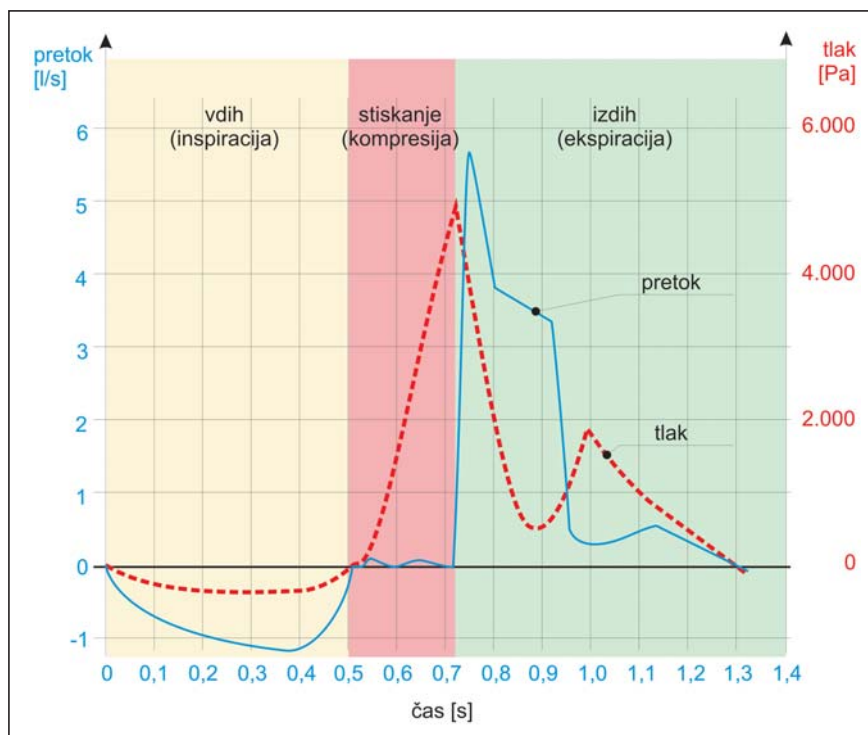
Kašelj kot refleks nastane zaradi različnih izvornih dražljajev in se razvija po določenem zaporedju:

- izvorni dražljaj (vnetje; kemični dražljaj – Cl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, amoniak; mehanski dražljaj – prah, dim, megla, tujek, pritisk; toplota – vroče, hladno; psiha);
- zunanji receptorji (v dihalih – mehano-receptorji v prvem delu dihalnih poti in zunanjem ušesu in kemoreceptorji v respiratornem delu pljuč; izven dihal – trebušna predpona, požiralnik, zunanje uho in bobnič v ušesu);
- dovodne poti (živci);
- center za kašelj (na vstopu hrbtenjače v spodnji predel možganov);
- odvodne poti (živci);
- živčni končiči, ki se končajo v efektorjih (predpona, trebušne mišice, medrebrne mišice, glasilke).

## ■ Mehanizem kašlja

Signali, ki nosijo informacijo za sprožanje refleksa kašlja, prihajajo predvsem iz velikih dihalnih poti in tudi globoko iz vejevja dihalnega drevesa ter ostalih receptorjev v grlu, nosu, ušesu, sinusih, pljučni preponi, osrčniku in celo želodcu. Ko se vzpostavi celotni informacijski tok, pride do verižne reakcije, ki sproži odziv v štirih fazah (slika 2):

1. Refleks kašlja sproži draženje, ki je lahko posledica vnetja, ima kemični ali mehanski izvor, je lahko posledica temperaturnih sprememb ali psihe.
2. Faza vdihava: Pri tem človek vdahne približno 2,5 l zraka. Pri tem globokem vdihu dihalne mišice razširijo prsni koš, medrebrne mišice pa prsni koš dvignejo in ga razširijo v stran in naprej [3]. V tem trenutku se prepona splošči in poveča prostornino prsne votline navzdol. Pljuča se razširijo tudi zaradi znižanega tlaka v prsni votlini. V pljučnih mešičkih oz. alveolah se poveča prostornina, zračni tlak se zaradi tega zmanjša in vanje se vsega zrak.
3. Faza stiskanja oz. kompresije: V začetku te faze se najožji del

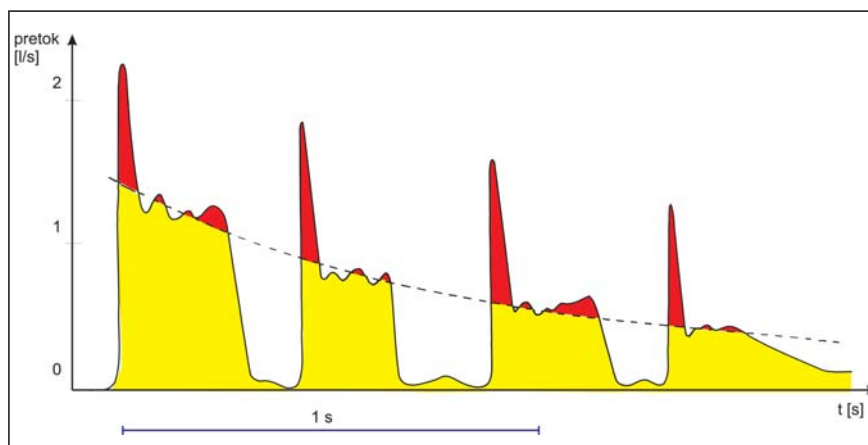


Slika 2 4 faze mehanizma kašlja

grla v višini glasilk zapre, prepona pa se sprost. Prsne in trebušne mišice se sunkovito stisnejo. Prostornina prsnega koša se nenadoma zmanjša in tako v pljučih povzroči povišanje celega sistema tlakov (abdominalni tlak, plevalni tlak, alveolni tlak ...). Prisilni izdih se torej začne s kompresijo in iztiskanjem zraka, katerega tok doseže največjo vrednost že v prvem trenutku izdiha. Največji pretok med izdihom je močno odvisen od moči mišičevja. Takoj za to fazo prihaja do omejitve pretoka zraka iz pljuč in tako pretok ni več odvisen od naraščanja mišičnega napora pri izdihu. Gonilna moč prihaja iz

alveolnega tlaka, ki je povprečni tlak v perifernih delih pljučnih mešičkov. Pri inspiriju se zniža pod raven atmosferskega tlaka za najmanj 0,133 kPa, pri ekspiriju pa za 0,133 kPa naraste nad njegovo raven. Pri zaprtem grlu pri kašlju lahko ob največjih naporih izdiha ta tlak naraste za več kot 13,3 kPa nad atmosferski tlak.

4. Faza prisilnega izdiha: Glasilke se v trenutku razprejo in omogočijo prost pretok izdihanemu zraku. Zrak zaradi velike razlike med tlakom v pljučih in atmosferskim tlakom z veliko hitrostjo zapušča pljuča. Na dvig hitrosti še dodatno vpliva zožitev sapnika. Hitrosti na najožjem delu (glasilke) dosega-



Slika 3 Spreminjanje pretoka zraka pri ponavljajočem se kašlju [6]

jo izjemne nivoje do 180 km/h [4]. Zaradi intenzivnega trenja zračnega toka ob stene sapnika nastanejo velike strižne sile, ki omogočajo zagon transporta sluzi iz notranjosti dihal. Sluz, ki vsebuje tujke, tako zapušča dihalni sistem. Ob koncu kompresijske faze se grlo odpre, stiskanje sklopa mišic, ki pomagajo pri izdihu, pa se nadaljuje do zaključka izdiha.

Kašelj omogoča učinkovito čiščenje dihalnih poti s pomočjo transporta sluzi in s tem odstranjevanja tujkov, ki so se znašli v dihalnem sistemu. Kašelj se običajno pojavlja v napadih (zakašljamo 5- in večkrat). Tak način oscilatornega prisilnega izdiha je namenjen čiščenju globljih dihalnih poti [5] (slika 3).

Pri zaporednem kašljanju se volumen pljuč postopoma zmanjšuje, točka enakih tlakov (izenačena tlaka: tlak v tkivu, ki deluje na sapnik z zunanje strani, in tlak v sapniku, ki deluje iz

notranjosti dihalne poti na sapnik) pa se pomika periferno iz dihalnega sistema proti ustom. Kašljanje z majhnimi dihalnimi volumni je namenjeno predvsem čiščenju pljučne periferije. Če vdahnemo tujek, se refleks kašlja sproži nekoliko prej, saj se s tem telo brani pred aspiracijo (vsesanje tujka v globino dihalnega vejevja). Obramba se izkaže s tem, da zakašljamo pred globokim vdihom, oz. kašelj se sproži, ko tujek doseže glasilke.

### ■ Zaključek

Kašelj je zelo pomemben refleks, saj predstavlja obrambo dihalnega sistema pred vdorom tujkov. Močna kompresija pljuč in s tem stiskanje elastičnih sapnic (manjše dihalne cevčice – vejice v globini dihalnega sistema) in zadnje stene sapnika (nima hrustanca) povzroči "izstrelitev" zraka, pomešanega s sluzjo, oz. udarni pnevmatski val. Pri tako sunkovitem gibanju pride do učinkovitega čiščenja zgornjih dihalnih poti.

### ■ Literatura

- [1] Balantič, Z., Fležar, M., Razvoj in delovanje dihalnega sistema, Pliva International, Ljubljana, 2007 (<http://www.pliva.si/dihalnisistem/>).
- [2] Guyton, A. C., Hall, J. E., Textbook of Medical Physiology, 9<sup>th</sup> edition, Saunders, 1996.
- [3] Pedley, T. J., Corieri, P., Kamm, R. D., Grotberg, J. B., Hydon, P. E., Schroter, R. C., Gas flow and mixing in the airways, Critical Care Medicine, Vol 22, No. 9, S24–S36, 1994.
- [4] Mc Coll, F. D., Global Physiology and Pathophysiology of Cough, Chest, 2006.
- [5] Fležar, M., Fiziologija kašlja, Simpozij o kašlju, Združenje pnevmologov Slovenije, UL MF Ljubljana, 2008.
- [6] Balantič, Z., Fležar, M., Pregled delovanja dihalnega sistema, Moderna organizacija, Kranj, 2004.

## Ali je idealen hidravlični fluid mogoč?

Že takoj lahko ugotovimo, da je pri današnjem in predvidljivem stanju tehnike v strogem pomenu besede idealni hidravlični fluid nemogoče izdelati. Saj si mnoge njihove lastnosti za različne namene uporabe diametralno nasprotujejo. Ustrezna izbira hidravličnega fluida je zato (zopet strogo rečeno) vedno kompromisna rešitev.

Vzemimo npr. *viskoznost*, ki predstavlja merilo odpornosti proti toku. Viskoznost fluida lahko zagotavlja visok volumetrični izkoristek in sočasno majhne izgube zaradi netesnosti. Ker pa mora črpalka pri tem premagovati večje tlačne izgube, deluje s slabšim mehanskim izkoristkom. Zato morajo biti hidravlične sestavine konstruirane za delovanje znotraj določenih vrednosti viskoznosti delovnega fluida, kar zahteva sprejemljiv kompromis med skupnim izkoristkom in izgubami zaradi puščanja. To pa zopet zahteva izbiro sestavin znotraj naprave – sistema,

ki so konstruirane tako, da lahko vse delujejo z istim fluidom. Projektiranje naprav zato zahteva ustrezne kompromise.

*Modul stisljivosti* je druga takšna pomembna lastnost. Od njega je odvisna odpornost fluida proti stisljivosti. V mnogih primerih, posebno pri krmiljih z zaprto zanko, je zato zaželen čim večji modul stisljivosti, če hočemo zagotoviti ustrezno »togost« sistema. Fluid z visokim modulom stisljivosti pa tudi bolj neposredno prenaša udarce in vibracije kot fluid z nizkim modulom stisljivosti. Zato je pri sistemih s pogostejšimi pojavi udarcev hidravličnih udarcev in vibracij boljše izbrati fluid z nižjim modulom stisljivosti.

Še bolj resne pa so razmere pri uporabi vode kot hidravličnega fluida. Voda ima manjšo viskoznost, višji modul stisljivosti, večji parni tlak in večjo gostoto kot olje. Je pa tudi nevarna, cenena in okolju nenevarna. Nekatere od teh lastnosti so

nadvse zaželeni, druge pa seveda ne, vse je odvisno od uporabe. Ni presenetljivo, da je nenevarnost za okolje nadvse zaželena. Zato je vse večja uporaba nestrupenih fluidov z visoko biorazgradljivostjo.

Idealnega hidravličnega fluida ni!

Vse, kar lahko dosežemo, je optimalen kompromis različnih lastnosti za določen namen uporabe. V prihodnosti bodo verjetno razviti »pametni« hidravlični fluidi s samodejnim prilagajanjem lastnosti spreminjajočim se pogojem uporabe. Nekaj o tem je že znanega, saj se elektro- in magnetnoreološki fluidi preskusno že uporabljajo. Seveda v glavnem šele v laboratorijskih razmerah. Kolikor pa so že komercialno na voljo, so zaradi visoke cene še daleč od idealnih fluidov. Na srečo pa je že sedaj na voljo velik nabor različnih hidravličnih fluidov z različnimi tehničnimi lastnostmi, ki ustrezajo kompromisnemu izboru za skoraj vsak način, vrsto in področje uporabe.

Po H + P 61(2008)10 – str. 6

# Hypex

## INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



cilindri, enote za vodenje, prijemala, ventili, priprava zraka, fittingi, spojke, cevi in pribor

## MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



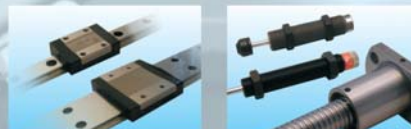
senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter indukcijski senzori

## PROCESNA TEHNIKA



krogelni in loputasti ventili, ploščati zasuni, pnevmatski in električni pogoni, varnostni ventili

## LINEARNA TEHNIKA



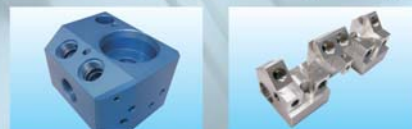
tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti

## PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

## STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

- TRADICIJA
- KVALITETA
- SVETOVANJE
- PARTNERSTVO
- FLEKSIBILNOST
- VELIKE ZALOGE
- POSEBNE IZVEDBE
- KONKURENČNE CENE
- KRATKI DOBAVNI ROKI

Hypex, Lesce, d.o.o.  
Alpska 43, 4248 Lesce

Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: [www.hypex.si](http://www.hypex.si)  
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: [info@hypex.si](mailto:info@hypex.si)

nadaljevanje s strani 509

- Združenje inženirjev strojništva Kitajske
- Kitajsko združenje za fluidno tehniko
- Državni laboratorij za fluidno tehniko

Tematika:

- Inovacije hidravličnih sestavin in sistemov
- Fluidna tehnika za mobilne stroje
- Mehatronika in avtomatika
- Vodna hidravlika
- Napredek pnevmatike

Informacije:

- [http://sklofp.zju.edu.cn/icfp2009/paper\\_submission.htm](http://sklofp.zju.edu.cn/icfp2009/paper_submission.htm)
- [icfp2009@zju.edu.cn](mailto:icfp2009@zju.edu.cn)

## ■ AMB 2010 (Ausstellung für Metallbearbeitung)

- Obdelava kovin: razstava, predavanja, tekmovalne prireditve

21.-25. 09. 2009  
Stuttgart, Nemčija

Organizatorja:

- Messe Stuttgart
- VDMA in VDW

Informacije:

- Messe Stuttgart



## Svetlobne varnostne zavese

Svetlobne varnostne zavese so namenjene za zaščito pred nesrečami v nevarnih področjih delovanja strojev in robotov v industrijskih obratih. Omogočajo stopnjo zaščite IP 54, IP 65 ali po naročilu celo stopnjo zaščite IP 67.

je enostavna – s konzolnimi ali gumi nosilci, ima tudi ustrezno priključnico in kabel. Na sliki je prikazan primer uporabe svetlobne zavese na stroju za etiketiranje kovinskih palic za nosilec motorja za BMW. Svetlobna varnostna zavesa OPT2 SM P40 (oddajnik in

Glede na dobre tehnične karakteristike so svetlobne varnostne zavese cenovno zelo ugodne.

V Sloveniji uporabljajo svetlobne varnostne zavese tudi podjetja ABB, d. o. o., Iskra, Mis, d. d., Stem, d. o. o.



Svetlobna varnostna zavesa in primer uporabe

Glede na vrsto poškodb ločimo naslednje tipe svetlobnih varnostnih zavese:

- za preprečitev manjših poškodb (praske, lažji udarci) – priključitev je mogoča preko modula, ki ima relejske vhode;
- za preprečitev težjih, trajnih poškodb (globoke rane, zlomi, odtrganine), priključitev je mogoča preko modula, ki ima tranzistorske vhode.

Svetlobne zavese so zgrajene iz aluminijastega okrova in oddajnika ter sprejemnika svetlobe. Montaža na stroj

sprejemnik) je posebej umerjena in pritrjena na ogrodje varnostne kletke. Njena naloga je preprečitev, da bi se stroj zagnal, medtem ko ima delavec telo, roke znotraj varnostne kletke. S svetlobno varnostno zaveso je zagotovljena popolna varnost pri delu.

Svetlobne varnostne zavese se lahko uporabljajo na transportnih trakovih, kartezičnih manipulatorjih, CNC-obdelovalnih strojih, rezkarjih, ekscentričnih stiskalnicah, avtomatskih varilnih strojih, na avtomatiziranih proizvodnih linijah, robotih in podobnem.

Potrebujete za svoj avtomatiziran in robotiziran strojni park ustrezno rešitev? Družba Adept plus, d. o. o., vam nudi svetovanje in rešitve na področju zaščite in varnega obratovanja strojev in robotov. Zaposleni so pomemben del vsakega podjetja, zato poskrbimo za njihovo varnost pri delu.

Vir: Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136, faks: 05-75-36-138, [www.ad-avtomatizacija.si](http://www.ad-avtomatizacija.si), [janez.valancic@ad-avtomatizacija.si](mailto:janez.valancic@ad-avtomatizacija.si), g. Janez Valančič



Projektiranje in izdelava strojev, krmilnih elektro omaric in prodaja komponent s področja avtomatizacije.

Celotna strokovna ekipa pod eno streho omogoča kratke odzivne čase!



avtomatizacija  
industrijskih procesov

Adept plus d.o.o.  
Hrašče 5, SI-6230 Postojna  
[www.ad-avtomatizacija.si](http://www.ad-avtomatizacija.si)



# Kladivar je izdal nov katalog sestavov hidravličnih gibkih cevi po DIN 20066

Aleš BIZJAK

Katalog omogoča enostaven izbor in poimenovanje sestava gibkih cevi, s čimer uporabnikom znatno olajša delo pri načrtovanju hidravličnega sistema ali določanju nadomestnega sestava gibke cevi. Izbrani sestav lahko natančno določimo le z eno preprosto razumljivo oznako. Standard DIN 20066 uporabnike usmerja v ožji izbor cevi in priključkov, ki so množično prisotni na tržišču in zadovoljujejo potrebe zelo širokega kroga uporabnikov. Zaradi jasnosti in usmerjenosti k razpoložljivim proizvodom je sprejet v strojegradnji, ki služi tudi najzahtevnejšim uporabnikom, kot je na primer avtomobilska industrija.

Namen kataloga sestavov gibkih cevi je predstaviti ponudbo Kladivarja neposrednim kupcem. Pri zasnovi kataloga smo sledili ideji o enostavnem in razumljivem, vendar natančnem določanju zelenega proizvoda. Predvsem občasni kupci, ki vgrajujejo gibke cevi v maloserijske proizvode ali jih kupujejo kot nadomestne dele, imajo pri naročanju nemalo težav, saj se hitro izgubijo v naboru vseh obstoječih možnosti, zato morajo za posamezno cev celo osebno obiskati specializirano delavnico.

Pomembna prednost standardizirane ponudbe je tudi zagotavljanje stalne kakovosti. V Kladivarju uporabljamo izključno vrhunske cevi, priključke in tehnologijo podjetja Parker. Hitro razpoložljivost pa lahko zagotovimo le z lastno zalogo proizvodov, ki pa ne more zadostiti širokemu naboru možnosti, ki obstajajo v svetovnem merilu. Zato želimo svoje kupce usmerjati v ožji nabor proizvodov, s katerimi lahko pravočasno in kakovostno zadovoljimo njihove potrebe.



Naslovnica kataloga

Katalog je sestavljen iz treh delov. Prvi vsebuje splošne tehnične podatke o sestavih gibkih cevi, prikazuje sistem poimenovanja ter razlage bistvenih lastnosti, kot so dimenzije in njihove tolerance ter imenski tlak sestava.

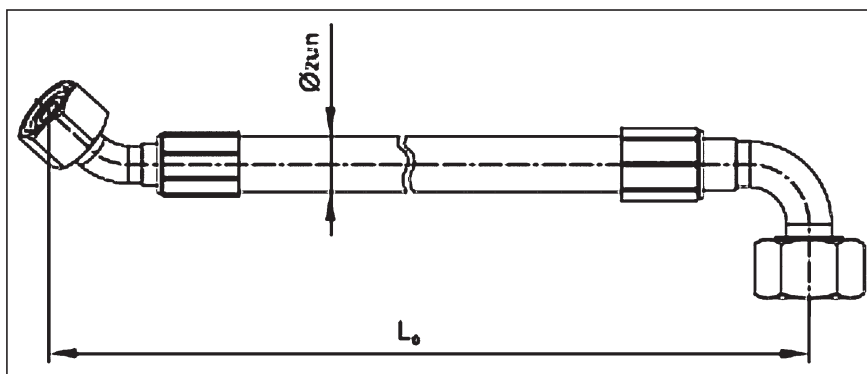
Drugi del vsebuje podatke o sestavnih delih, torej ceveh in priključkih. V sestave so vključene kompaktne gibke cevi izvedbe 1SC in 2SC z majhnim radijem upogiba in delovnim tlakom, ki presega zahteve standarda. Pri večjih premerih in višjih tlakih se uporabljajo troslojne cevi, enakovredne izvedbi 4SP, pri najvišjih tlakih in premerih cevi pa štirislojne cevi izvedbe 4SH. Razpoložljivi imenski notranji premeri (DN) gibkih cevi so od

6 do 50, njihovi maksimalni dinamični delovni tlaki pa so različni – odvisni od njihove izvedbe in imenskega notranjega premera.

V katalogu je navedenih 11 različnih izvedb priključkov. Posebnost standarda DIN20066 je, da za vsak DN cevi predpisuje le eno velikost priključka, ne

glede na to, da so na tržišču razpoložljive različne velikosti. S tem zmanjša nabor možnih kombinacij, vendar pa tako bistveno poenostavi hitro zagotavljanje novih cevi, saj izbira na tržišču najbolj pogoste priključke. Zato je ta standard priljubljen med uporabniki hidravlike, saj zmanjšuje možnosti nastanka zastojev zaradi problemov pri zagotavljanju nadomestnih sestavov gibkih cevi.

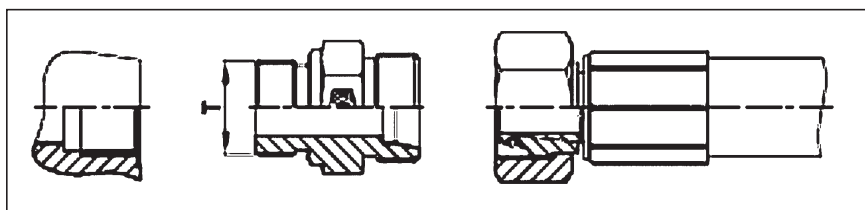
V tretjem delu je navedena dodatna oprema, ki ne sodi v sam sestav gibke cevi, vendar brez nje tega ne moremo vgraditi. Tu je poudarek na povezovalnih priključkih med navojno izvrtino v ohišju hidravlične sestavine in priključkom sestava gibke cevi.



Primer določanja dolžine sestava gibke cevi



Prerez štirislojne gibke cevi



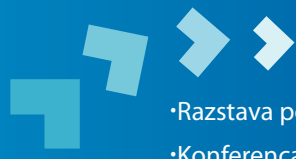
Prikaz navojne izvrtine, povezovalnega priključka in priključka gibke cevi

Ker je na določeni cevi možna le ena velikost priključka, se različnim navojnim izvrtinam prilagajamo z različnimi povezovalnimi priključki in s tem zagotovimo ustrezno prilagodljivost.

Povezovalne priključke izberemo s pomočjo razpredelnice v katalogu na osnovi podatkov o velikosti navojnega priključka in izvedbi priključka gibke cevi.

Vir: Kladivar Žiri, d. o. o., Industrijska ulica 2, 4226 Žiri, tel.: 04 51 59 175, faks: 04 51 59 122, internet: [www.kladivar.si](http://www.kladivar.si), e-mail: [prodaja@kladivar.si](mailto:prodaja@kladivar.si), mag. Aleš Bizjak

# logistika09



4. in 5. februar 2009  
Fakulteta za logistiko v Celju

Več no: [www.logistika-slo.si](http://www.logistika-slo.si)

Organizator:



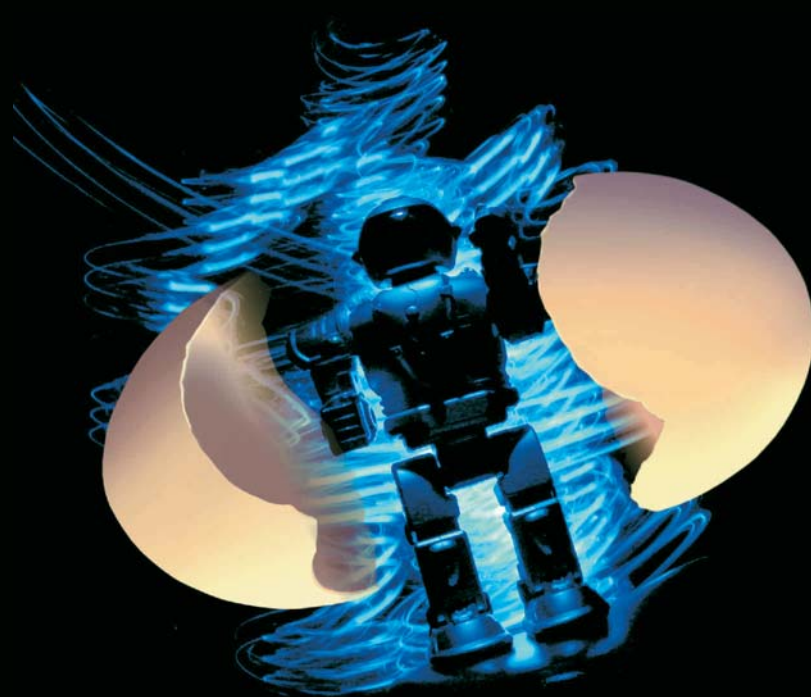
Evropsko združenje za promet, transport in poslovno logistiko

Izvajalec:



- Razstava podjetij s področja logistike
- Konferenca
  - Načrtovanje logističnih centrov*
  - Informacijska podpora logistiki*
  - Intra logistika*
  - Predstavitve logistov*
- Podelitev priznanja Logist/ka leta 08
- Zanimiv spremljevalni program

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



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

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



PASSION FOR PERFECTION  
[ifam@icm.si](mailto:ifam@icm.si)

## NI LabVIEW 8.6 izpolnjuje izzive vzporednega programiranja

### Nova različica programske opreme

Družba National Instruments (Nasdaq: NATI) je najavila izid programskega paketa LabVIEW 8.6, ki je najnovejša različica programske platforme za grafično načrtovanje regulacijskih, preizkusnih in vgnezdenih sistemov. LabVIEW 8.6 izkorišča inherentno vzporeden značaj grafičnega programiranja in prinaša nova orodja, s katerimi lahko načrtovalci in znanstveniki izkoristijo prednosti, ki jih prinašajo večjedrni procesorji, naprave FPGA in brezžične komunikacije.

»Če želimo izpolniti zahteve po zmogljivosti in izkoristku, ki jih postavljajo najsodobnejše aplikacije, kot so krmiljenje robotskih sistemov, preizkušanje brezžičnih naprav in načrtovanje hibridnih vozil, morajo imeti uporabniki možnost, da hitro uporabijo najnovejše tehnologije, npr. večjedrne procesorje, naprave FPGA in brezžične komunikacije,« je povedal dr. James Truchard, predsednik, generalni direktor in soustanovitelj družbe National Instruments. »LabVIEW ponuja najkrajšo pot do teh tehnologij z uporabo vzporednega programiranja, pri tem pa daje uporabnikom prilagodljivost, ki jo potre-

s funkcijami, ki so optimizirane za večjedrne sisteme, kar načrtovalcem pomaga pri obdelavi vedno večjih količin merilnih podatkov, s katerimi rešujejo izzive zahtevnih regulacijskih aplikacij in povečujejo pretočnost preizkusnih sistemov.

LabVIEW 8.6 izboljšuje zmogljivost z več kot 1200 izpopolnjenimi analitičnimi funkcijami, ki so optimizirane za hitrejšo matematično in signalno obdelavo na večjedrnih sistemih za regulacijske in preizkusne aplikacije. Aplikacije za strojni vid bodo boljše izkoristile večjedrne sisteme z uporabo inovativnih funkcij za obdelavo slik, ki jih ponuja modul NI Vision Development Module za LabVIEW 8.6, ki podatkovne nize samodejno porazdeli po več jedrih. Nove večjedrne funkcije prav tako omogočajo načrtovalcem preizkusnih aplikacij, da do štirikrat hitreje preizkušajo brezžične naprave z najnovejšo različico orodja NI Modulation Toolkit for LabVIEW, načrtovalci regulacijskih sistemov pa lahko simulacijske modele izvajajo vzporedno kar petkrat hitreje z modulom LabVIEW 8.6 Control Design and Simulation Module. Načrtovalcem bo v pomoč tudi nova funkcija, ki jim omogoča lažje prepoznavanje vzporednih delov kode z reorganizacijo diagramov LabVIEW.



NI LabVIEW 8.6-večjedrno procesiranje ter mapiranje senzorjev

Trenutno morajo načrtovalci za izkoriščanje teh tehnologij uporabljati različna orodja, ki niso zasnovana za vzporedno programiranje. Z najnovejšo različico programskega paketa LabVIEW je načrtovalcem na voljo enotna platforma, ki povečuje pretočnost sistemov za preizkušanje in regulacijo z večjedrnimi procesorji, zmanjša čas razvoja izredno zmogljivih prototipnih aplikacij za regulacijo ter preizkušanje na podlagi naprav FPGA in poenostavi ustvarjanje razdeljenih merilnih sistemov za daljinsko zajemanje podatkov.

bujejo za določanje svojih rešitev, z aplikacijskimi optimizacijami.«

### Superračunalniške zmogljivosti z večjedrnimi procesorji

Možnosti za doslej nedosegljive zmogljivosti preizkuševalnih in merilnih sistemov se povečujejo, saj dobivajo standardni sistemi vedno več procesorskih jeder. Na podlagi že vgrajene večnitne tehnologije platforme LabVIEW ponuja LabVIEW 8.6 superračunalniško zmogljivost

### Aplikaciji dodajte napravo FPGA – zdaj znanja o načrtovanju digitalnih sistemov niso več potrebna.

Intuitivni pristop s podatkovnimi pretoki, ki ga ponuja okolje LabVIEW, načrtovalcem omogoča, da uporabijo modul LabVIEW FPGA Module in komercialno večnamensko strojno opremo z napravami FPGA (COTS), kot je NI CompactRIO, da prilagodijo svoje merilne in regulacijske sisteme za večjo zmogljivost v aplikacijah, kot sta preverjanje polprevodnikov in izpopolnjeno krmiljenje strojev. LabVIEW 8.6 še naprej približuje naprave FPGA višjenivojskim strokovnjakom, ki nimajo izkušenj z

nizkonivojskimi jeziki za opisovanje strojne opreme ali z načrtovanjem na nivoju tiskanega vezja.

LabVIEW 8.6 še dodatno zmanjša čas razvoja sistemov na osnovi naprav FPGA z novimi funkcijami, ki jih lahko načrtovalci uporabijo za neposredno programiranje programirljivih krmilnikov za avtomatizacijo CompactRIO (PAC) brez ločenega programiranja naprave FPGA. Poleg tega nove funkcije za simulacijo zmanjšajo število zamudnih prevajanj s preverjanjem aplikacije FPGA preko računalnika. LabVIEW 8.6 ponuja tudi nove funkcije za razvoj in integracijo intelektualne lastnine, vključno z novim IP-jedrom za hitri Fourierjev transform (FFT), s katerim lahko opravite spektralne analize in tako izboljšate zmogljivost aplikacij, kot sta nadzor stanja strojev ter RF-preizkušanje. Načrtovalci lahko preprosto uvozijo obstoječe lastne ali tuje module IP v napravo FPGA v okolju LabVIEW z novim vozliščem za intelektualno lastnino na nivoju komponent (CLIP).

## Pridobite in analizirajte podatke iz oddaljenih sistemov z brezžično tehnologijo.

Z napredkom brezžičnih tehnologij imajo načrtovalci vedno več možnosti za opravljanje meritev na oddaljenih mestih. Načrtovalci lahko brezžično tehnologijo uporabijo skupaj z okoljem LabVIEW 8.6 in tako razširijo aplikacije na nova področja zajemanja podatkov, kot sta nadzorovanje okolja in zgradb. Prilagodljivost grafičnega programiranja LabVIEW in vseprisotnost omrežne infrastrukture Wi-Fi olajšata vgradnjo brezžičnega povezovanja v nove ali obstoječe sisteme za merjenje in regulacijo na osnovi osebnih računalnikov.

LabVIEW 8.6 podpira najnovejšo brezžično napravo za zajemanje podatkov in ponuja gonilnike za 22 brezžičnih tipal drugih proizvajalcev, kar poenostavlja programiranje razdeljenih merilnih sistemov z enotno programsko platformo. Načrtovalci lahko zdaj preprosto konfigurirajo

aplikacije za zajemanje podatkov in uporabijo strojno opremo NI Wi-Fi za zajemanje podatkov (DAQ) brez sprememb kode v okolju LabVIEW 8.6. Nova 3D vizualizacijska orodja v okolju LabVIEW 8.6 pomagajo načrtovalcem, da integrirajo meritve na daljavo z načrtovalskimi modeli in s tem pospešijo preverjanje zasnov.

## Uporabljajte aplikacije LabVIEW s katerokoli spletno napravo.

Stalna povezanost ljudi in sistemov postaja vedno pogostejša, zato se vedno pogosteje uporablja spletna interakcija s sistemi s poljubnega mesta in z različnih naprav. V okolju LabVIEW 8.6 lahko zdaj načrtovalci pretvorijo aplikacije LabVIEW v spletne storitve na osebnih računalnikih ali strojni opremi za izvajanje v realnem času, ki jih je mogoče upravljati s poljubnimi spletnimi napravami, kot so pametni telefoni in osebni računalniki. S to funkcijo lahko načrtovalci razvijejo oddaljene uporabniške vmesnike za svoje aplikacije LabVIEW, pri tem pa uporabijo standardne spletne tehnologije, kot so HTML, JavaScript in Flash.

Če želite izvedeti več o programskem paketu LabVIEW 8.6 in prenesti preizkusno programsko opremo, lahko obiščete [www.ni.com/lab-view86](http://www.ni.com/lab-view86). Platforma LabVIEW je zdaj na voljo na DVD-ju, kar olajša namestitve, vključuje pa tudi preizkusni način za celotno platformo LabVIEW. Člani programa za vzdrževanje in podporo za LabVIEW bodo samodejno prejeli različico LabVIEW 8.6 po pošti, lahko pa jo tudi prenesejo iz centra Services Resource Center na naslovu [www.ni.com/src](http://www.ni.com/src). Bralci, katerih programska oprema je del pogodbe o količinskem licenciranju za določeno podjetje (Volume License Agreement – VLA), naj se za navodila za namestitve obrnejo na svoje skrbnike VLA.

Vir: National Instruments Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, tel.: +386 3 425 4200, faks: +386 3 425 4212, e-mail: [ni.slovenia@ni.com](mailto:ni.slovenia@ni.com), [www.ni.com/slovenia](http://www.ni.com/slovenia)

### Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki

# ePLAN fluid



#### Kreiranje shem:

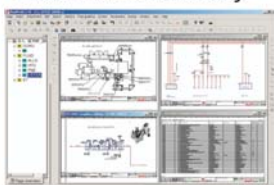
- avtomatska povezava in oštevilčevanje komponent
- knjižnice simbolov za pnevmatiko, hidravliko...
- knjižnice vodilnih proizvajalcev: FESTO, REXROTH, VOGEL,...
- medpovezave za strani in komponente
- medpovezave med fluidnim in električnim delom projekta

#### Samodejna evaluacija in generiranje dokumentacije

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

#### Integracija FESTO kataloga

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



#### Integrirano delo z projekti

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



#### Vmesniki:

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

v sodelovanju

**FESTO** in **ePLAN**

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

licence, vzdrževanje, tehnična podpora, šolanje, svetovanje  
Stegne 7, SI-1000 Ljubljana • tel.: 01/511 10 95 • fax: 01/511 30 79  
GSM: 031/368 783 • [info@exor-eti.si](mailto:info@exor-eti.si)  
[www.exor-eti.si](http://www.exor-eti.si)

## 6,6-GHz vektorski RF-signalni analizator in vektorski signalni generator na vodilu PXI Express

**Novi modularni RF-instrumenti ponujajo v kombinaciji z ohišji PXI Express hitre in prilagodljive meritve brezžičnih sistemov.**

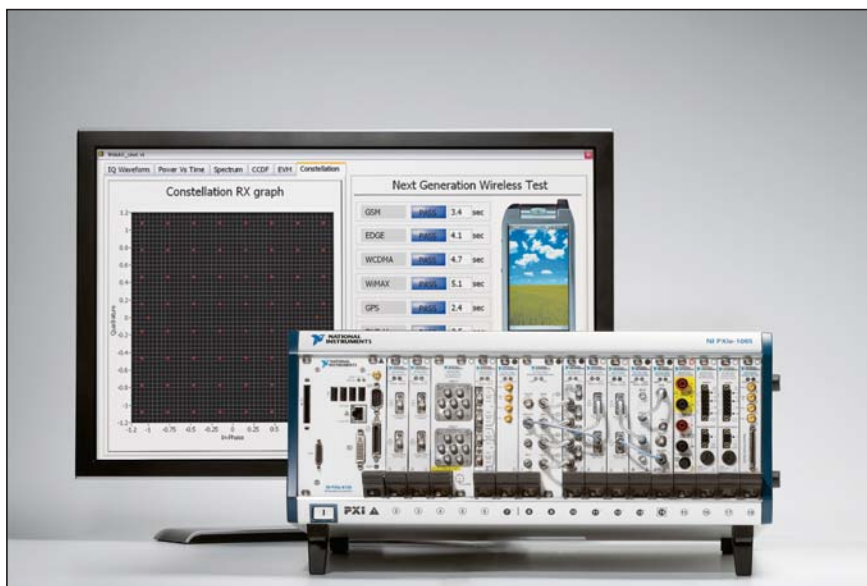
Družba National Instruments je predstavila nov vektorski RF-signalni analizator, vektorski RF-signalni generator in ohišje PXI Express z 18 razširitvenimi mesti, ki v kombinaciji ponujajo prilagodljive RF-meritve, ki so do 10-krat hitrejše od tradicionalnih RF-instrumentov. Nove programske določene modularne instrumente – 6,6-GHz vektorski RF-signalni analizator NI PXIe-5663 in 6,6-GHz vektorski RF-signalni generator NI PXIe-5673 – dopolnjuje ohišje NI PXIe-1075 z 18 razširitvenimi mesti in visoko pasovno širino. Instrument NI PXIe-5663 lahko opravlja analize signalov od 10 MHz do 6,6 GHz pri trenutni pasovni širini do 50 MHz. Instrument NI PXIe-5673 omogoča tvorjenje signalov od 85 MHz do 6,6 GHz in ponuja trenutno pasovno širino do 100 MHz. Ohišje NI PXIe-1075 je prvo ohišje PXI Express, ki ima linije PCI Express napeljene na vsa razširitvena mesta, kar zagotavlja pasovno širino do 1 GB/s na razširitveno mesto in do 4 GB/s za celotni sistem.

Novi modularni RF-instrumenti v celoti izkoriščajo zmogljive večjedrne procesorje in so idealni za hitra RF- in brezžična avtomatizirana okolja za preizkušanje. Z okoljem LabVIEW 8.6 je mogoča izvedba vzporednih merilnih algoritmov na večjedrnih procesorjih, tako da lahko načrtovalci uporabijo novi vektorski RF-signalni analizator in vektorski RF-signalni generator za bistveno hitrejšo izvajanje številnih pogosto uporabljenih RF-meritev kot pri tradicionalnih instrumentih. Modularni RF-instrumenti na primer omogočajo izvedbo številnih posameznih meritev WCDMA več kot 20-krat hitreje kot s tradicionalnimi instrumenti. Zmožnost izvajanja

meritev, kot je merjenje razmerja puščanja v sosednji kanal (ACLR), v samo 8 ms pomeni, da lahko načrtovalci opravijo popolno meritev karakteristik naprav WCDMA kar petkrat hitreje.

Načrtovalci lahko uporabijo te instrumente tudi za hitrejšo izvajanje večnamenskih meritev. Običajen pregled spektra 50 MHz z ločljivostjo 30 kHz bo s krmilnikom NI PXIe-8106 trajal malo manj kot 4 ms, vodilni tradicionalni instrumenti pa lahko za

programske opreme s standardnimi orodji LabVIEW ali lastnimi algoritmi za modulacijo. NI in National Instruments Alliance Partners ponujajo orodja za okolje LabVIEW za številne trenutne in prihodnje komunikacijske tehnologije, vključno z WiMAX, GPS, WCDMA, GSM, EDGE, oddajanje videa, 802.11, Bluetooth, OFDM in MIMO. Načrtovalci lahko poleg tega integrirajo RF-instrumente na vodilu PXI z več kot 1500 moduli PXI, od hitrih digitalizatorjev in signalnih generatorjev do preciznih enosmernih



*RF meritve in testiranja*

takšno meritev porabijo 100 ms ali več. Z uvajanjem novih večjedrnih procesorjev se bodo časi RF-meritev na vodilu PXI še zmanjšali brez sprememb na RF-instrumentih ali programih v okolju NI LabVIEW, kar zagotavlja najboljšo mogočo zmogljivost meritev, podaljšano uporabno življenjsko dobo sistema in manjšo potrebo po investicijah.

Poleg velike zmogljivosti ponujajo novi modularni RF-instrumenti tudi vodilno stopnjo prilagodljivosti meritev s popolnoma programske določeno arhitekturo. Načrtovalci lahko razvijajo in preizkušajo brezžične protokole s preprosto rekonfiguracijo

instrumentov, in s tem zadovoljijo vse svoje potrebe pri izdelavi celovitih sistemov za preizkušanje.

Novi 6,6-GHz modularni instrumenti dosegajo omenjene nove stopnje zmogljivosti z najnovejšimi komercialnimi tehnologijami, kot so 16-bitni A/D- in D/A-pretvorniki za tvorjenje in digitalizacijo signalov, ki omogočajo vrhunsko dinamično zmogljivost. Vektorski RF-signalni generator NI PXIe-5673 uporablja neposredno RF-pretvorbo, ki omogoča do 100 MHz pasovne širine. Z dodatnim »načinom omejitev« lahko načrtovalci izkoristijo vgrajeno polje programabilnih logičnih vrat (FPGA),

da ročno popravijo neravnovesje ojačenja, odmike IQ in zamike kvadrature. Če pomanjkljivosti določenega osnovnega pasovnega pasu optimizirajo za določeno frekvenco, lahko načrtovalci dosežejo slabljenje nosilne frekvence in zrcalne slike, ki presega  $-85$  dBc. Vektorski RF-signalni analizator NI PXIe-5663 ponuja zelo ravno prepustno območje in nizek fazni šum, tako da lahko natančno meri modularne signale. Za primer vzemimo običajno zmogljivost EVM za WCDMA, ki znaša  $0,8\%$  pri frekvenci  $2$  GHz in več kot  $2.600$  simbolih. Običajna zmogljivost EVM za WiMAX znaša  $-52$  dB pri  $3,8$  GHz.

»Načrtovalci lahko zdaj sami izkusijo prednosti, ki jih prinašajo popolnoma programsko določeni RF-instrumenti na osnovi okolja LabVIEW in platforme PXI,« je povedal Joseph E. Kovacs, glavni vodja za RF in komunikacije pri družbi National Instruments. »S pasovno širino, ki jo ponuja vodilo PXI Express, in zmožnostmi vzporedne obdelave podatkov, ki jih ponujajo večjedrni procesorji, bodo programsko določeni RF-instrumenti družbe NI z razvojem tehnologije vedno hitrejši. Naše stranke bodo lahko izkoristile kar 10-krat hitrejše meritve v primerjavi s tradicionalnimi instrumenti. Ta prednost pa se bo še povečala, ko pridejo na trg procesorji s še več jedri.«

Ohišje NI PXIe-1075 z 18 razširitvenimi mesti ponuja osem hibridnih razširitvenih mest, kjer lahko načrtovalci uporabljajo tako module PXI Express kot tudi module PXI, ki so združljivi s hibridnimi razširitvenimi mesti, tako da lahko v največji mogoči meri izrabijo svoje obstoječe module PXI. Ohišje NI PXIe-1075 je zasnovano za sisteme najvišje zmogljivosti in ima temperaturno območje delovanja od  $0$  do  $50$  °C ter vgrajen nadzor sistema, vključno z nadzorom napajanja, stanj ventilatorjev in temperatur po celotnem ohišju.

Če želite dobiti več informacij o novih  $6,6$ -GHz modularnih RF-instrumentih in visokozmogljivem ohišju PXI Express z 18 razširitvenimi mesti, obiščite [www.ni.com/rf/platform](http://www.ni.com/rf/platform).

### O PXI in modularnih instrumentih

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) je odprta specifikacija, ki jo ureja združenje PXI Systems Alliance ([www.pxisa.org](http://www.pxisa.org)). Ta določa robustno platformo na osnovi vodila CompactPCI, ki je optimizirana za preizkušanje, merjenje in krmiljenje. Specifikacija PXI je bila ustanovljena leta 1997, podpira pa jo več kot  $70$  ponudnikov, ki ponujajo več kot  $1500$  izdelkov PXI. Z modularnimi instrumenti PXI lahko inženirji izbirajo željeno funkcionalnost iz

široke palete merilnih modulov, generatorjev signalov in RF-, napajalnih ali preklopnih modulov, nato pa izbrane instrumente programsko prilagodijo zahtevam posameznih meritev. PXI in modularni instrumenti nudijo hitro izvajanje preizkusov, saj združujejo zmogljivost standardnih industrijskih osebnih računalnikov in najsodobnejših tehnologij za časovno upravljanje in sinhronizacijo. Družina izdelkov vključuje:

- digitalizatorje/osciloskope (do 24-bitne, do  $2$  Gvz/s, do osem kanalov),
- signalne generatorje (do 16-bitne,  $200$  Mvz/s),
- digitalne funkcijske generatorje/analizatorje (do  $400$  Mb/s),
- RF-signalne generatorje in analizatorje (do  $6,6$  GHz),
- digitalne multimetre (do  $7\frac{1}{2}$  mest, LCR),
- merilne napajalnike (štirikvadrantni vir, ločljivost  $1$  nA),
- programabilne napajalnike (do  $20$  W, 16-bitne),
- dinamične signalne analizatorje (do 24-bitne,  $500$  kvz/s),
- stikala (multiplekserji, matrična, splošna in RF-stikala).

Vir: National Instruments Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, tel.: +386 3 425 4200, faks: +386 3 425 4212, e-mail: [ni.slovenia@ni.com](mailto:ni.slovenia@ni.com), [www.ni.com/slovenia](http://www.ni.com/slovenia)

**Parker Store**

**SWEET WATER SPARK**

**RECTUS**  
The connections - best solutions!

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](http://www.h-pcenter.si), [info@h-pcenter.si](mailto:info@h-pcenter.si)

## Energetsko varčna industrijska svetila Reflecta

V industrijskem okolju so potrebna učinkovita in energetsko varčna svetila. Podjetje Svetloba, d. o. o., je v okviru razvojnega projekta, v katerem so sodelovala tuja in domača podjetja ter Fakulteta za elektroniko in SIQ, razvilo novo energetsko učinkovito in varčno svetilko Reflecta.

Osnovni značilnosti svetilke sta visok izkoristek svetlobnega toka (do 93,8 %) in dolga življenjska doba. Posebnost so specialne refleksije, ki svetlobo ojačajo in elektronika z življenjsko dobo do 100.000 delovnih ur, ki nemoteno deluje tudi pri ekstremnih temperaturah in napetostnih sunkih do 400 V. Taki pogoji delovanja pa so pogosti v industrijskem okolju.

Ob prihranku električne energije se izboljšata svetlobna jakost in kakovost svetlobe. Posebna svetila zagotavljajo najboljšo simulacijo dnevne svetlobe; svetlobni tok in barva svetlobe se s časom ne spreminjata in nista odvisna od temperature prostora.



Varčna svetilka Reflecta

Število senzorjev je bistveno nižje kot pri drugih izdelkih konkurenčnih podjetij. Pri zamenjavi obstoječih svetilk z novimi svetili Reflecta ni potrebno zamenjati obstoječe električne napeljave.

Podjetje Svetloba, d. o. o., poleg proizvodnje svetil izvaja tudi svetlobni inženiring in montažo. S celotnim pristopom od izdelave do izvedbe projekta "na ključ" strankam nudijo

kooperaciji z bančnimi institucijami lahko prihranek električne energije ponudijo tudi brez potrebne začetne investicije. Na željo pa lahko svetlobo tudi najamete. Enostavno zamenjavo in namestitev lahko izvede vaše strokovno osebje.

Energetsko varčna svetila Reflecta pomenijo prihranek denarja in dnevno svetlobo.



Uporaba v praksi

ra. Življenjska doba najnovejših sijalk je v povprečju najmanj 5 let.

Za daljinsko brezžično upravljanje so nameščeni senzorji. Sistem uporablja za prižiganje enega ali več senzorjev.

jamstvo za kakovost in moč svetlobe tudi v času dolgotrajne uporabe, kar je posebnost na evropskem trgu. Investicija v energetsko varčen sistem Reflecta je ekonomsko zanimiva, saj se izplača v zelo kratkem roku. V

Vir: Svetloba, d. o. o., IOC Zapolje III/12, 1370 Logatec, tel.: 041 631 572, info@svetloba.eu, www.svetloba.eu



## Visokotlačne hidravlične cevi Goldenspir/4SH

Podjetje Hidex predstavlja tehnološko posodobljene hidravlične cevi Goldenspir/4SH (EN 856 4SH) proizvajalca Manuli Rubber Industries. Visokotlačne cevi so ojačane s štirimi spiralnimi ovoji iz jeklene žice, premerov od 19 do 51 mm, ki vzdržijo delovne tlake do 420 barov in več kot 1,000.000 tlačnih pulzov pri 125 % največjega delovnega tlaka.

Ker pride do tlačnega preboja cevi šele nad 1750 barov pri premeru 19



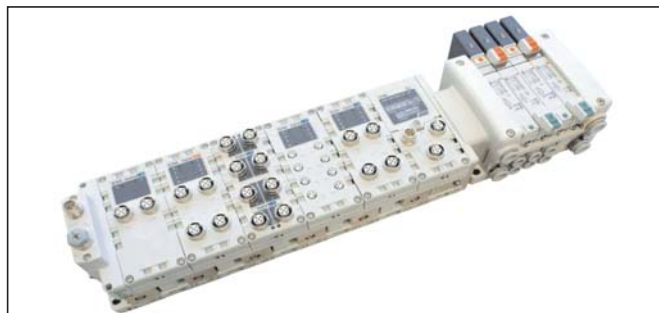
mm oz. nad 1000 barov pri premeru 51 mm, so cevi Goldenspir/4SH ta trenutek med najbolj vzdržljivimi hidravličnimi cevmi na trgu. Njihove fizikalne lastnosti se opazno ne spreminjajo v širokem temperaturnem območju med -40 °C in +100 °C. Cevi so kompatibilne tudi z običajnimi hidravličnimi mineralnimi olji, z biološkimi in sintetičnimi olji, tekočinami na glikolni osnovi in vodo ter drugimi vodnimi emulzijami.

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

## Ventilski otok in industrijska komunikacija

Podjetje SMC izdeluje za krmiljenje industrijskih procesov module za povezavo med ventilskim otokom in ustrezno industrijsko komunikacijo – EX600.

Serija EX600 nudi možnost uporabe široke palete elektromagnetnih ventilov v kombinaciji s 512 digitalnimi ali 32 analognimi vhodno-izhodnimi točkami



z možnostjo uporabe različnih priključkov (M8, M12). Modularna sestava omogoča hitro in enostavno gradnjo. Komunikacija lahko poteka po protokolih **Profibus-DP**, **DeviceNet** in **CC-Link**. EX600 omogoča nadziranje napajanja (identifikacija kratkega stika in prekinitve kabla) ter kontrolo vrednosti pragov za analogne priklope. Dobro čitljiv LED-prikazovalnik omogoča enostaven nadzor, s prenosno programirno enoto pa je omogočen hiter dostop do zapisov napak in enostavnega spreminjanja nastavljenih parametrov.

Izdelki serije EX600 so skladni s smernicami CE /UL/CSA in so s svojo robustno izvedbo z IP-zaščito 67 primerni za uporabo v skoraj vseh industrijskih panogah.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, faks: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, internet: www.smc.si

# HYDAC

### Sprejmite izziv in se pridružite vodilnemu podjetju s področja fluidne tehnike!

Obseg poslovanja se nam nenehno širi, zato vabimo k sodelovanju:

### Prodajnega inženirja za področje Slovenije

Če imate VI ali VII stopnjo izobrazbe strojne smeri,

- obvladate nemški ali angleški jezik,
  - poznate računalniška orodja MS Office,
  - ste samostojni, komunikativni, samoiniciativni,
  - motivirani za uresničitev poslovnih načrtov in osebnostni razvoj,
  - želite delati v mednarodnem podjetju in stimulativnem delovnem okolju,
- vas vabimo, da pošljete življenjepis in pismo, v katerem nakratko napišite, zakaj naj izberemo prav vas.

Informacije in cenjene prijave sprejemamo v štirinajstih dneh po objavi, na naslovu:

**HYDAC d.o.o.**

Zagrebska c. 20

2000 MARIBOR

tel.: 02 460 15 20 / faks: 02 460 15 22

El. naslov: info@hydac.si

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



SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

# MOOG

## Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

- preverjena kvaliteta še nedavno pod "BOSCH-evo" prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk,
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, polioli, ter seveda za mineralna, transmisijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumski izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.



ZASTOPA IN PRODAJA

**DDT 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

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.

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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



**M+S HYDRAULIC**

Celje, Celjski sejem

## 21.-24. APRIL 2009

**10 SEJEM FORMA TOOL**

10. mednarodni sejem orodij, orodjarstva in orodnih strojev

**8 SEJEM PLAGKEM**

8. mednarodni sejem plastike, gume in kemije

**3 SEJEM LIVARSTVO**

3. mednarodni sejem livarstva

# Podobe oblik

www.ce-sejem.si

CELJSKI SEJEM d.d., Dečkova 1, 3102 Celje  
T: 03 54 33 000, F: 03 54 19 164  
E: info@ce-sejem.si

# Linija za proizvodnjo cevnih grelcev

Marko Hadalin

## ■ Uvod

Avtomatizacija proizvodnje je trajna naloga podjetij za ohranjanje položaja na trgu. V podjetju ETA, d. o. o., Cerklje ob Kopru smo se tega zavedli že pred več desetletji, ko smo postopoma avtomatizirali posamezna delovna mesta. Takratno gonilo je bila želja po povečani produktivnosti, da smo lahko zadostili povpraševanju na trgu. Današnja naloga pa je zniževanje stroškov v proizvodnem procesu.

V prispevku je predstavljen projekt avtomatizacije linije za izdelavo grelca ventilatorske pečice štedilnika. Skupina projektantov strojogradnje in tehnologije naročnika so s tesnim sodelovanjem prilagodili tehnologijo in postavili optimalni proces, ki ga je bilo mogoče racionalno avtomatizirati. Ker je bil izdelek že osvojen, ga je bilo potrebno optimizirati, ustrezno pripraviti sestavne dele in določiti kontrolne parametre. Z uporabo metod ocenjevanja tveganja procesa smo določili ključne parametre, ki jih je treba v procesu spremljati. V opisanem primeru je nadzorovana vsaka operacija pri izdelavi grelca. Ključne so meritve vstopnih sestavnih delov in nadzor izvajanja funkcij. Kontrola vključuje meritve sil krivljenja in zatiskanja, količine doziranja silikona, meritev sekundarnega toka pri uporovnem varjenju ter električnih in dimenzijskih parametrov grelca na izstopu iz procesa. Tehnologija kontrole je predpisana z internimi standardi.

Uporaba preizkušenih in internih standardiziranih blokov je nudila projektantom zanesljivo osnovo pri

Marko Hadalin, dipl. inž., Eta, d. o. o., Cerklje ob Kopru, vodja področja strojogradnje

realizaciji naloge. Koncept linije omogoča, da se morebitna ročna delovna mesta dodatno avtomatizirajo in se lahko prilagajajo novim izdelkom, ki jih bo zahtevalo tržišče.

## ■ Avtomatizirana linija za proizvodnjo cevnih grelcev

Oblika grelca (*slika 1*) je zahtevala, da je transport med krivilnimi in pre-



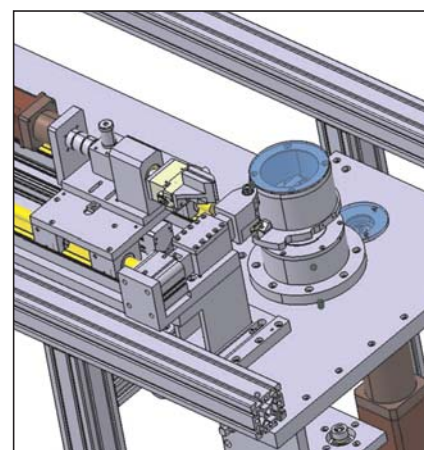
Slika 1. Grelec

oblikovalnimi postajami posamičen. Ob snovanju je bilo potrebno upoštevati značilnosti vstopnega materiala (ravnega grelca). Grelec ima na vstopu v proces raztros v dolžini  $\pm 5$  mm, odstopki so v višini nasutja magnezita. Pri vstopu preverjamo še dolžino sornika in njegovo pozicijo, da zagotovimo položaj za optimalno montažo.

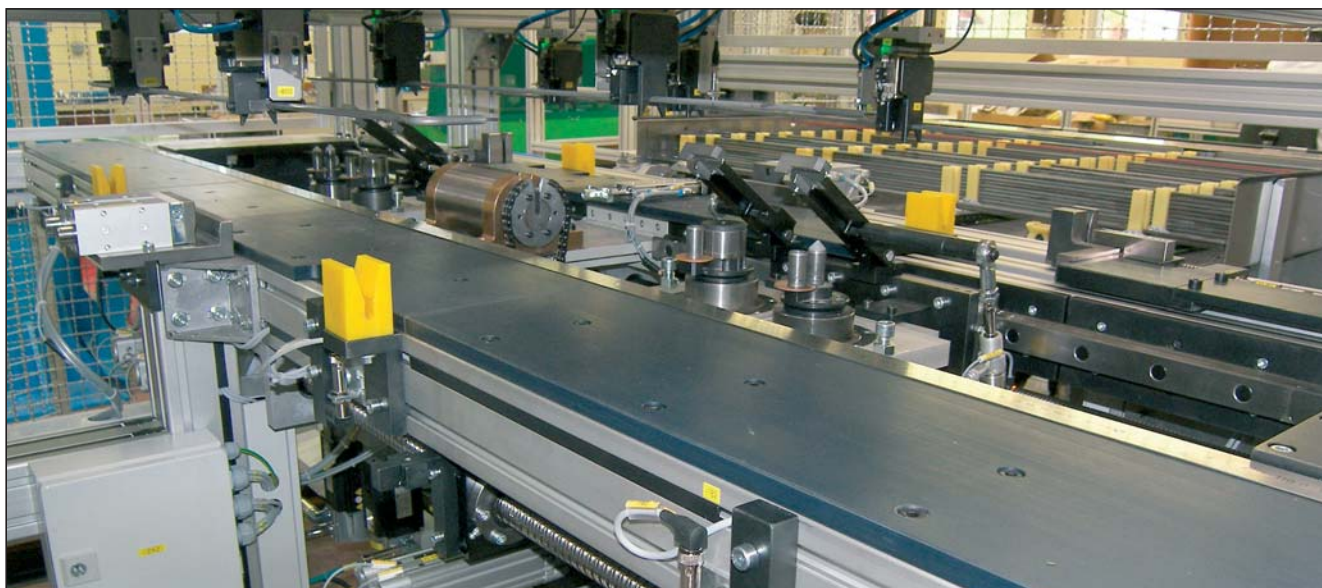
Ravne grelce posluževalec naloži v verižni zalogovnik z avtonomijo delovanja 0,5 ure. Prijemala poberejo grelec iz verižnega transferja, na merilni postaji se izmeri dolžina in se nato med krivilnimi valjčki fazno krivijo. Tehnologija krivljenja mora zagotoviti konstanten presek grelca skozi celotni profil in preprečiti pojav razpok na krivini. Razpoke se pojavljajo tako na zunanem plašču kot v sami izolacijski masi. Pravilno oblikovan profil krivilnih valjčkov, zadostna vpenjalna in pridrževalna

sila in predhodno pravilno žarjenje grelca so ključni parametri kakovosti v procesu. Vse krivilne enote so NC-nastavljive. Nastavljamo pozicijo krivine na grelcu, kot krivljenja in kot zasuka cevi. S tem kompenziramo različne dolžine grelcev, hkrati pa imamo možnost krivljenja poljubne oblike grelca. Grelec v končni fazi navijemo, kjer imamo možnost nastavitve pridrževalne sile in koraka navitja. Tako pripravljen grelec se prenese na montažno linijo.

Montažno linijo sestavljajo paletni transport Bosch TS-2, ustrezne palete za vpenjanje cevnega grelca in montažne enote. Na grelec najprej zatismo prirobnico na določeno pozicijo, ki je v procesu montaže bazni del. Grelci so nato avtomatsko izmerjeni z optičnim sistemom za dolžino prostih koncev in linearnimi merilniki poti za odmero višine nasutja magnezita. Iz teh podatkov dobimo, kam naj se na postaji za doziranje silikona postavijo dozirne igle in koliko silikona naj volumetrični dozirnik vbrizga v grelec. Operacija je nadzorovana s kontrolo hoda koračnega motorja, ki iztisne silikon, poleg tega pa višino doziranega silikona nadziramo še z laserskim merilnikom poti. Na naslednji postaji se dozirajo, osamijo in



Slika 2. CAD-model navijalne module



Slika 3. Sklopi za krivljenje

namestijo še keramični elementi, ki zaprejo grelec.

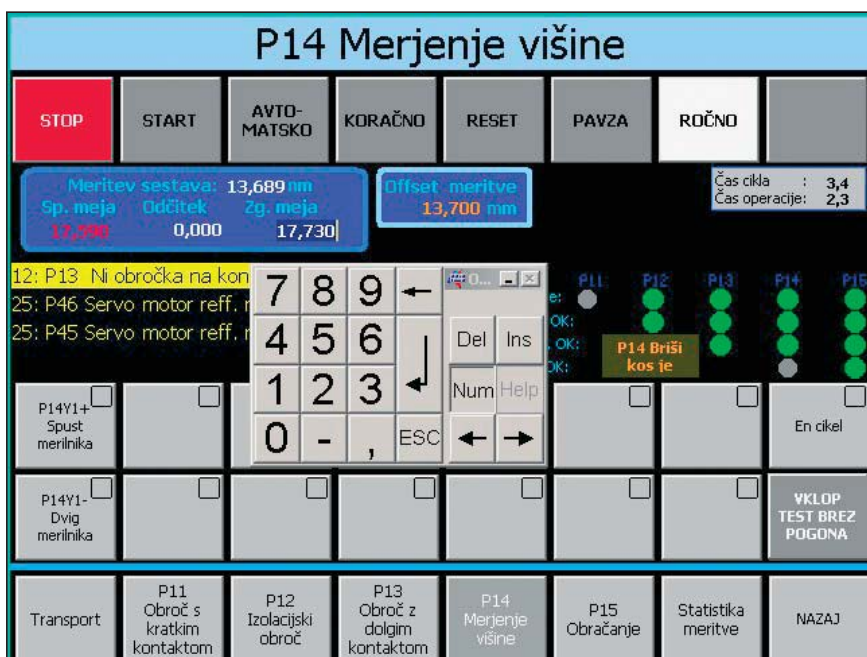
Sledi še postaja z orientacijo in manipulacijo priključnih elementov, ki se uporavno privarijo na grelec. Grelec je na zadnji postaji električno testiran z izmeritvijo izolacijske upornosti, prebojne trdnosti in ohmske upornosti.

Uporabo robotov in servoosi je pogojeval nedefiniran izdelek. Podatek o višini cevi in sornikov dobimo šele na merilni postaji. Taka fleksibilnost omogoča izdelavo večjega samostojnega spektra grelcov, brez prenavljanja linije, to pomeni, da različni tipi grelca ne zahtevajo zastojev linije ob menjavi tipa. Vse palete na liniji so opremljene z nosilcem informacije. Program stalno nadzira kakovost izvedenih operacij na posameznem proizvodu in vnese v bazo podatkov zahtevane informacije o izdelku. Vsaka celica deluje samostojno. Zastoj na eni celici aktivira alarm, ki ga operater dobi na pozivnik ali prenosni telefon. Napako lahko odpravi v času, ki ga kompenziramo z vmesnimi zalogami med posameznimi postajami. S tem zagotovimo večjo obratovalno sposobnost linije. Palete vračamo nad montažnim trakom, da zagotovimo optimalni pristop operaterja k liniji za morebitno odpravo zastojev.

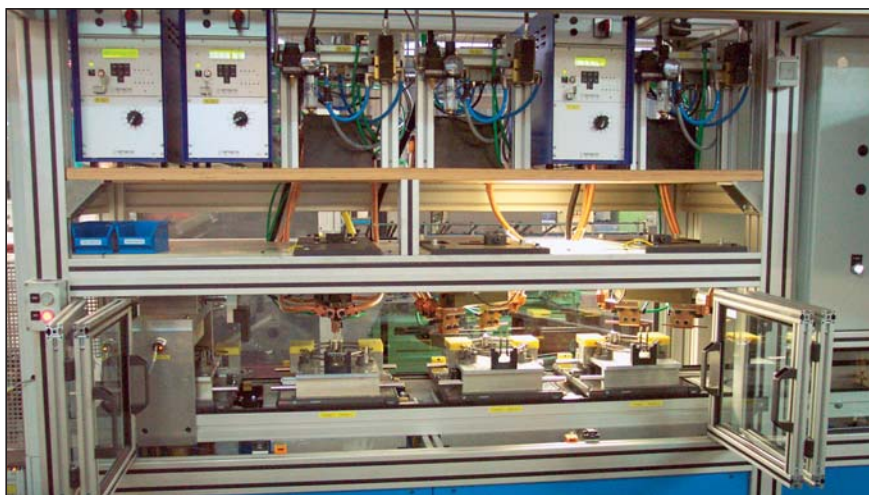
Avtomatski in polavtomatski merilni sistemi in postaje imajo vgrajene



Slika 4. Montaža keramičnih elementov



Slika 5. Posluževalni panel avtomatske linije



Slika 6. Varjenje elementov

PC-je za vmesno in končno kontrolo kakovosti in skrbijo za zajem podatkov in analizo. Namenski programi so napisani v okolju SIEMENS WinCCflex ali LabVIEW.

Poseben poudarek je na prijazni strežbi stroja. Vgrajujemo 8" do 17" visoko kontrastne barvne panele, občutljive na dotik. Diagnostika napak na stroju je izdelana do nivoja posameznih senzorjev, kar omogoča izredno hitro lociranje in odpravo napake. Vsi podatki, kot so npr. razne meritve, časovni parametri, zastoji in napake, se lahko arhivirajo preko ethernetne povezave na oddaljen PC.

Za nadzor stroja in delovnega procesa po želji naročnika razvijemo sistem SCADA. Do njega je mogoče dostopati tudi preko lokalne mreže ali interneta.

### ■ Zaključek

Zadnje avtomatske linije, dobavljene v proizvodnjo cevnih grelcev, so bile predane v proizvodnjo letos. Sama tehnologija izdelave grelca je narekovala, da je bila najprej izdelana linija za oblikovanje in krivljenje cevne grelca.

Uspeh avtomatizacije in hitro vračilo sredstev sta odvisna od kakovostne

priprave projekta. Pogosto mora biti investitor pripravljen vlagati sredstva v izboljšavo sestavnih delov, ki vstopajo v proces. S tem se izogne nepotrebnim zapletom pri zagonu projekta, kot so slabo delovanje postrojenja ali pa slaba kakovost izdelkov. V opisanem primeru je nastopal interni kupec, zato je bilo potrebnih bistveno manj usklajevanj. Filozofija podjetja, stanje tehnike in cilji so poznani vsem sodelujočim v projektu. Uvajanje operaterjev v delovanje linij se prične že v fazi samega zagona. Stroški zagona v proizvodnji se s tem enormno znižajo, saj linijo takoj po montaži upravlja tehnično usposobljene osebe.

Avtomatizirani montažni sistemi so bili izdelani v oddelku Strojgradnja, ki je del podjetja od leta 1990. Projektanti pri razvoju modelirajo in pripravljajo tehnično dokumentacijo v ustreznem računalniško podprtem okolju. Za krmiljenje strojev uporabljajo kakovostne krmilne sisteme. Znotraj orodjarne je močna strojna obdelava, kar omogoča izredno kakovostno in pravočasno oskrbo s potrebnimi komponentami in sestavnimi deli. Lastna izdelava je omogočila, da je podjetje ETA ohranilo konkurenčnost in ostaja vodilno znotraj koncerna v svoji panogi.

**Družba ETA, d. o. o., Cerklje kot članica koncerna E.G.O iz Nemčije zaposluje 1300 delavcev.**

ETA je v skupini E.G.O. največji proizvajalec elektromehanskih komponent za belo tehniko, to so elektrogrelni in regulacijski elementi. Je vodilni svetovni proizvajalec električnih grelnih plošč, v proizvodnji kapilarnih termostатов pa največji proizvajalec za območje Evrope. Proizvodni program obsega tudi proizvodnjo cevne grelce, sive litine in storitev na področju orodjarstva ter strojgradnje.

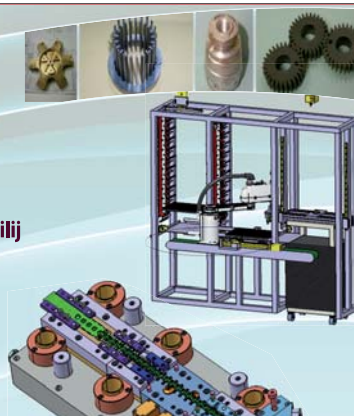
V preteklem letu je ETA praznovala 60-letnico ustanovitve in predstavlja enega od stebrov gospodarstva v idrijsko-cerkljanskem industrijskem bazenu.



**ETA CERKNO d.o.o., TOVARNA ELEKTROTHERMIČNIH APARATOV**  
SLOVENIJA, 5282 CERKNO, Platiševa 39  
Telefon: ++386(0)5 375-50-00  
Telefax: ++386(0)5 375-55-21  
www.eta-cerkno.si

- izdelava orodij
- mehanska obdelava
- razvoj in projektiranje sistemov za avtomatizacijo proizvodnje
  - Montažni sistemi
  - Obdelovalni sistemi
  - Manipulacija in pakiranje
  - Zagotavljanje kakovosti

- projektiranje elektro in pnevmatskih krmilij
  - PLC krmilja
  - Robotska krmilja
  - Nadzorni sistemi
- montaža in zagon
- izdelava tehnične dokumentacije



# Hidravlični sistem premične klopi na večjih jadrnicah

Vinko FALADORE

## ■ Uvod

Pri večjih jadrnicah, ki imajo za krmiloma nameščeno daljšo klop, lahko to izkoristimo za mostič, ki nam služi za prehod na kopno. Za ta namen je potrebno prigraditi ustrezen hidravlično krmiljen mehanizem, ki mora klop najprej dvigniti, da se sprostí vpetje, jo zasukati do končne lege in potem še nagniti do naseda na pomol. Razen izvajanja teh gibov morajo biti pri snovanju tega sistema upoštevane še zahteve glede estetskega videza in teže elementov. Najpomembnejši element izdelka pa predstavlja njegova cena. Posebnost procesa snovanja in izdelave sistema premikanja klopi je bila v tem, da je bil vsak izdelek dejansko prototip in je moral biti popolnoma funkcionalen. Razen tega pa je bilo potrebno upoštevati še specifične vplive okolja – morske vode, soli, vetra in sonca.

## ■ Opis izvedbe

Pred časom (revija Ventil 2008/4) je bil objavljen prispevek z opisom različnih hidravličnih sistemov, ki se uporabljajo na plovilih. Eden od teh, ki predstavlja originalno rešitev, saj je ni moč zaslediti na trgu, je hidravlično krmiljen mehanizem, ki omogoča spremembo namembnosti klopi v mostič za prehod na pomol – t. i. pasarela. Takšno izvedbo zadnje klopi lahko nudijo večje jadrnice, ki že imajo vgrajeno hidravlično opremo. V ta namen je potrebno zasnovati dokaj zahteven sistem hidravlike in mehanike, ki omogoča izpolnje-

vanje omenjenih zahtev tako glede izvajanja posameznih gibov kot tudi estetike, teže in togosti. Seveda za sprejemljivo ceno.

Razvoj teh sistemov je bil dokaj težaven. Vsak izdelek je bil namreč prototip, neposredno vgrajen na plovilo, pri čemer so se pomanjkljivosti izvedbe upoštevale oz. odpravljale šele pri naslednji. Za podrobno analizo vseh možnih izboljšav in odpravo pomanjkljivosti žal nikoli ni bilo dovolj časa. Kljub temu se je podjetje odločilo za sistematičen razvoj tovrstnega izdelka, ki bo zadostil vsem potrebam in željam zahtevnih kupcev, pri čemer so bili izkoriščeni vsa znanja in izkušnje, pridobljeni iz predhodnih izvedb. Kompleksnost in posebnosti tega sistema so predstavljene v nadaljevanju.

Sistem za spreminjanje klopi v mostič za prehod s plovila na kopno in nazaj je dokaj kompleksna zgradba, saj mora izvajati več različnih gibov. Tako se mora klop najprej dvigniti iz ležišča, nato zasukati za približno 90° ter na

koncu, sedaj že kot mostič, še nagniti do nivoja pomola. Pri tem pa je nujno upoštevati dejstvo, da se morska gladina glede na pomol dviga ali spušča in s tem tudi več kot 10 ton težko plovilo.

Na *sliki 1* je prikazan sistem, pripravljen v sodelovanju z italijanskim podjetjem, ki izdeluje klopi iz materiala na osnovi ogljikovih vlaken. Izdelek je bil predstavljen na navtičnem sejmu v Amsterdamu. Sistem omogoča tri vrste gibanj:

1. dvig klopi – v tem primeru 125 mm,
2. rotacijo klopi za 90°, izvedeno z valjem preko vzvoda,



**Slika 1.** Videz mostiča s pogonskim in krmilnim sistemom

Vinko Faladore, dipl. inž.,  
Le Tehnika, d. o. o., Kranj



**Slika 2.** Vidni del mostiča nad palubo v krmilni pločadi

3. nagib klopi za doseganje zelenega kota nagiba mostiča glede na nivo pomola  $\pm 15^\circ$

Zgornji del sistema, ki se nahaja nad palubo (slika 2), razen kabla sensorja pozicije nima vidnih nobenih cevi. Napajanje dvostransko delujočih valjev za dvig in nagib je izvedeno v notranjosti stebra, sam valj za nagib pa ima v svoji notranjosti dovod v povratni smeri preko teleskopa v votli batnici. Na ta način je izpolnjena zahteva glede estetike izdelka.

Steber, na katerega je preko konzole in ležajev pritrjena klop, mora prenašati dokaj veliko obremenitev – upogibni moment, ki se pojavi v primeru, ko oseba stopi na konec 3,5 m dolge klopi oz. mostiča, ali, kar je še slabše, da se mostič uporabi kot odskočna deska za skoke v morje. Takšna, sicer možna uporaba mostiča je v navodilih izrecno prepovedana, vendar je praksa pokazala nasprotno: tovrstna uporaba mostiča je prva stvar, ki jo uporabnik naredi, če že ne lastnik, pa otroci. Pri tem se pojavi problem togosti. V normalnih razmerah, ko se prosti konec klopi mostiča s kolesci opira na pomol, imamo nosilec na dveh podporah. V primeru uporabe mostiča kot odskočne deske pa imamo enostransko vpeti nosilec, obremenjen z momentom, ki ga povzroči človek z vso svojo težo in odzivno silo pri skoku v vodo.

Rotacija stebra in s tem celotne klopi, slika 3, je izvedena z nihajnim motorjem, ki rotacijsko gibanje preko

vzvoda, ki ga pomika hidravlični dvostransko delujoči valj s končnim dušenjem, prenese na notranjo konstrukcijo, vezano na zunanji steber.

Zaradi geometrijskih netočnosti na plovilih je kot vmesni povezovalni element uporabljen konični tor-

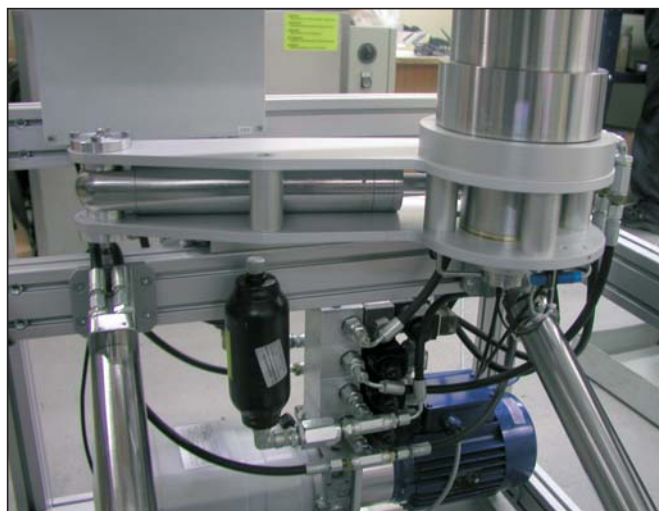
ni element, ki omogoča brezstopensko nastavitve začetnega kota. Zaradi določenega načina odpiranja, ki ga zahteva geometrija izvedbe klopi na plovilu in ga določa krmilni sistem, sta na spodnji strani nameščena dva sensorja pozicije, nastavljeni na končni legi. Zaradi histereze pri vklopu in končnega dušenja je izvedena dodatna časovna zakasnitev, ki zagotavlja, da je sistem res v končni legi. To je še posebej pomembno pri vračanju 2,5 do 3,5 m dolge klopi mostiča v izhodiščni položaj, ko mora ta pri gibu navzdol dokaj točno sestiti v za to predviden sistem zagozdenja.

Celoten sistem napaja mini agregat, z ventilskim blokom, (slika 4), v katerega so vgrajeni krmiljeni protipovratni in dušilni ventili. Običajno je uporabljen elektromotor za istosmerno napetost 12 V ali 24 V. Kot hidravlična tekočina se uporabljajo hitreje razgradljiva olja na biološki osnovi. Ker sistem nedeluje z veliko frekvenco ponavljanj, ni potrebe po dodatnem hlajenju olja. Problem predstavlja le enosmerni motor, ki za svojih 1 do 3 kW moči pri napetosti 24 V

zahteva tokove tudi preko 100 A in seveda temu primerno dimenzionirane vodnike. Zaradi tega imajo elektromotorji prigrinjeno toplotno zaščito, ki je vezana na krmilni sistem, ki v primeru toplotne preobremenitve onemogoči delovanje sistema oz. izklop elektromotorja. Običajno se elektromotor izklopi, ko je dosežena končna pozicija. Upravljanje sistema je izvedeno preko brezžičnega sistema tako, da lahko lastnik pospravi ali ponovno aktivira klop kar s pomola.

Lastnik vedno želi, da je jadrnica kar se da hitra. Pogoj za to pa je, da je v vodi čim manj trupa, kar se doseže z manjšo težo jadrnice. Zaradi tega so sodobne jadrnice izdelane iz materialov na osnovi ogljikovih vlaken. Težo gradnikov je kot pomemben argument zaradi tega vidika vsekakor potrebno upoštevati tudi pri snovanju in izdelavi sistema premikanja klopi oz. mostiča. Ukrepi za zmanjševanje teže (materiali in gradniki) pa so v tesni povezavi s končno ceno izdelka. Vsa ta izhodišča, omejitve, zahteve in želje smo poskusili upoštevati pri snovanju tega specifičnega izdelka. Nekaj manjših problemov se pojavlja še s togostjo, zato se ta sistem uporablja pri krajših klopeh. Povečanje togosti, tipizacija podsklopov, ki tvorijo celoto, in pa dodatne posebne rešitve, so naloge nadaljnje razvoja.

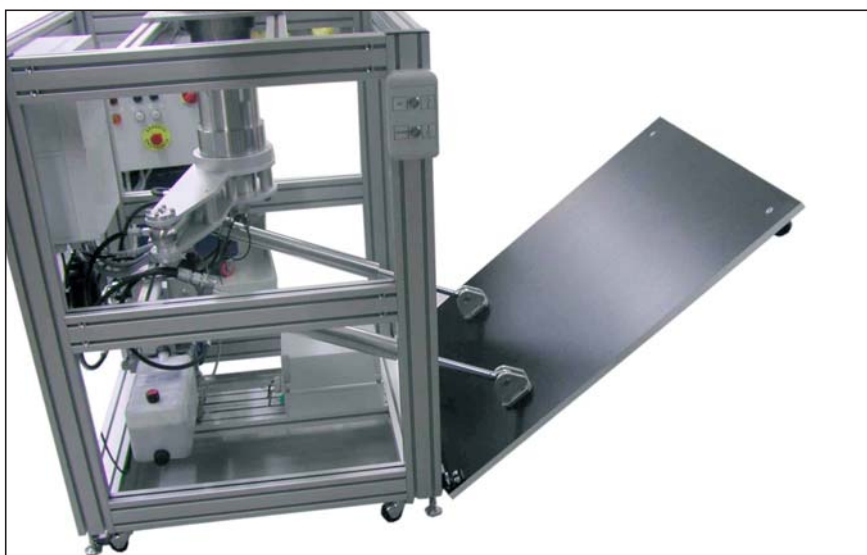
Ena od teh je razširitev izvedbe še s kopalno ploščadjo, slika 5, ki nastane z odpiranjem zrcala na jadrnici.



**Slika 3.** Zasučni modul za izvedbo zasuka mostiča zahtevani kot



Slika 4. Mini agregat z blokom ventilov in pomožno ročno črpalko



Slika 5. Prikaz delovanja kopalne ploščadi na demonstracijskem izdelku

Novost tega sistema je korak k tipizaciji, ko je povratni gib valja izveden z instalacijo znotraj valja, kar je enako kot pri valju za nagib klopi. Zaradi varnosti je sistem odpiranja in zapiranja izveden z dvema ročnima tipkama, ki traja tako dolgo, dokler so tipke prožene. Delovanje agregata in samo gibanje je samodejno prekinjeno, ko je dosežena končna lega. Na ta način je možnost poškodb upravljavca naprave in tudi same konstrukcije, predvsem pri zapiranju, zmanjšana na minimum.

### ■ Zaključek

Iz prikazanega primera snovanja mehanizma za upravljanje premične

klopi na jadrnica je razvidno, da je lahko razvoj tovrstnih specifičnih sistemov dokaj zahtevna naloga. Žal ne moremo pričakovati kakšne serijske proizvodnje, zato se je smiselno osredotočiti na modularno gradnjo. Valj za izvedbo nagiba je verjetno uporaben za praktično vse sisteme, prav tako sistem za zasuk. Spremeniti je potrebno le osrednji del, ki je vezan na konstrukcijo plovila, in pa pritrditve klopi. Ob vseh izkušnjah bolj ali manj uspešnih prototipov prehajamo na kakovostno rešitev, ki bo zadostila vsem potrebam znanih in potencialnih kupcev.

**LE-TEHNIKA®**

**VSE ZA HIDRAVLIKO  
IN PNEVMATIKO**

**ODGONI ZA  
KAMIONE**

**LE-TEHNIKA d.o.o.**  
 Šuceva 27, KRANJ  
 tel.: 04 20 20 200, 041 660 454  
 faks: 04 204 21 22

**NOVO MESTO** tel.: 041 785 798  
**MARIBOR** tel.: 02 300 64 70  
 041 774 688

<http://www.le-tehnika.si>  
 e-mail: [hydraulic@le-tehnika.si](mailto:hydraulic@le-tehnika.si)



## Nove knjige

[1] Skakoon, J. G.: **The Elements of mechanical Design** – Avtor popularnih knjig *The Unwritten Laws of Engineering* (Nepisani zakoni tehnike) in *The Unwritten Laws of Business* (Nepisani zakoni poslovanja) je pripravil podobno zanimivo knjigo za osvežitev osnov konstruiranja strojev. Avtor sklepa iz lastnih izkušenj z upoštevanjem prakse uveljavljenih konstruktorjev in projektantov na področju strojništva. Knjiga ima tri dele: Osnovna pravila konstruiranja strojev, Metode konstruiranja in Nekaj praktičnih izkušenj. Ilustrirana je s številnimi risbami, shemami in diagrami. – *Zal.*: ASME Press, Three Park Avenue, New York, NY 1006-5990, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-7918-026-0; *obseg*: 104 strani; *cena*: 28,00 USD (člani ASME: 22,00 USD).

[2] Smaili, A., Mrad, F.: **Applied Mechatronics** – Knjiga o sodobni mehatroniki sintetično obravnava vsa relevantna področja strojništva in elektronike s strnjanim pregledom tehnologij in orodij za razvoj mehatronskih naprav. Pripravila sta jo uveljavljena profesorja strojništva in elektronike, ki poučujeta mehatroniko. Vsebinska knjiga predstavlja osnovni tečaj mehatronike s številnimi primeri iz prakse in eksperimentalno obravnavo gradiva z uporabo sodobne programske opreme, npr.: *Simulink*, *Matlab* in *Lab View*. Obravnavane so sodobne rešitve mehatronskih naprav in sočasno simulirane tudi klasične sheme krmilnih sistemov. – *Zal.*: Oxford University Press, 198 Madison Ave., New York, NY 10016-4314, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-19-530702-3; *obseg*: 714 strani; *cena*: 110,00 USD.

[3] Smith, R., Mobley, R. K.: **Rules of Thumb for Maintenance and**

**Reliability Engineers** – Knjiga predstavlja konvencionalen priročnik za preventivno vzdrževanje, ki lahko zagotavlja največjo mogočo razpoložljivost strojev in naprav. Avtorja obravnavata najpomembnejše faktorje uspešnih programov in načrtov vzdrževanja. Zavzemata se zlasti za vrednotenje kulture preventivnega vzdrževanja v primerjavi z reakcijskim vzdrževanjem – popravilo ob motnjah, okvarah. Podrobno so opisani uveljavljeni postopki tehnične diagnostike, vključno z vibracijsko, tribološko, ultrazvočno analizo, termografijo itd. Dani so tudi predlogi formularjev za nazorne preglede, načrte vzdrževanja, preskusne ateste ipd. – *Zal.*: Butterworth – Heinemann, Elsevier imprint, 30 Corporate Dr. Suite 400, Burlington, MA 01803, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-7506-7862-9; *obseg*: 322 strani; *cena*: 95,00 USD.

## VAŠ NOVI PARTNER ZA HIDRAVLIKO



Zagrebska cesta 20, 2000 MARIBOR, p.p. 863  
 Tel.: +386 2 460 04 60  
 Faks: +386 2 460 04 44  
 El. naslov: inometal@inometal.si  
 www.inometal.si

### Dobavljamo:

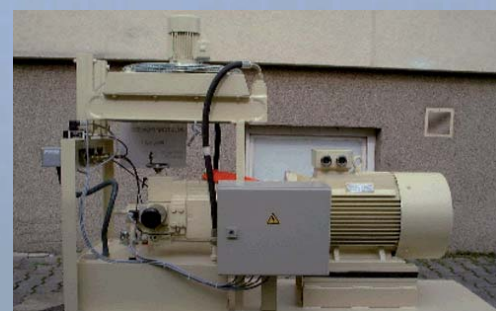
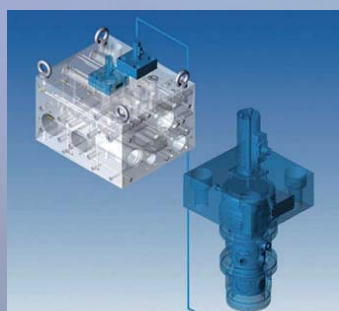
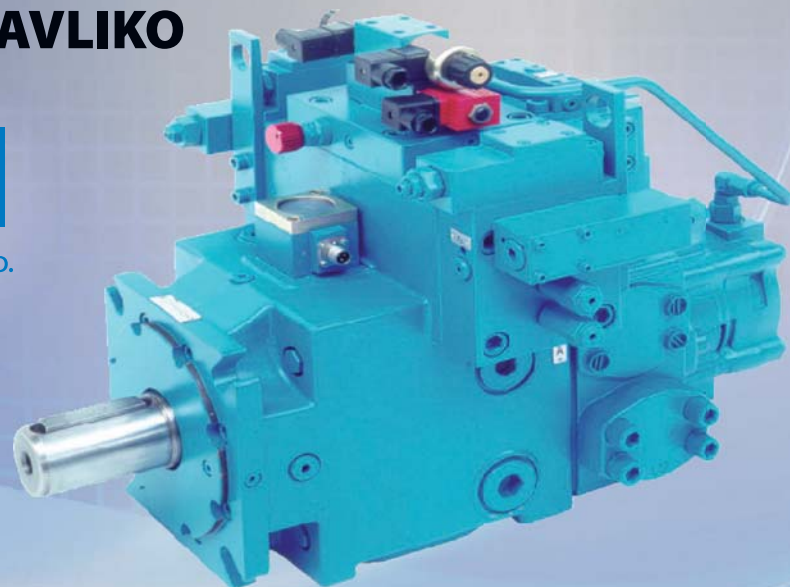
- \* ventile, črpalke, motorje
- \* filtriranje in filtre
- \* merilne sisteme in senzorje
- \* hidravlične akumulatorje
- \* hidravlične priključke
- \* izmenjevalnike toplote

### Izvajamo:

- \* projektiranje hidravličnih sistemov
- \* proizvodnja
- \* montaža in servis

### Program zastopstev:

- \* EATON Vickers
- \* EATON Char-Lynn
- \* EATON Aeroquip
- \* Hydrokraft
- \* Hydrowa
- \* Hydro-Line
- \* Walterscheid



**EATON**

**Vickers**

## Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] [www.dowcoming.com/content-molycote/energysavingscalculator.aspx](http://www.dowcoming.com/content-molycote/energysavingscalculator.aspx) – [Stroški energije z računalniško povezavo] – Firma *Duo Coming Corp.* na svojih spletnih straneh predstavlja, kako se lahko z mazanjem strojev zmanjšajo stroški energije tako, da se zmanjša trenje, kar sočasno zmanjša obrabo in obratovalno temperaturo. Poseben kalkulator *The Molykote Energy Savings Calculator* zaznava energijsko požrešna mesta v stroju in izračunava, koliko energije se izgublja in koliko denarja se lahko prihrani pri delovanju mehanskih reduktorjev, črpalk, kompresorjev, ventilatorjev in drugih podobnih enot strojev.
- [2] [www.fluidware3d.com](http://www.fluidware3d.com) – [3D-snovanje hidravličnih agregatov in delovnih enot] – Firma *Raya Lowejoy* na svojih spletnih straneh ponuja 3D-tehniko snovanja oz. konstruiranja integriranih hidravličnih enot (agregatov delovnih enot in podobno) s pomočjo programskega paketa *FLUIDWARE®3D*. Računalniško podprta tehnika se od do sedaj znanih orodij razlikuje v tem, da v nekaj smiselnih korakih omogoča konstrukterju tako izbiro sestavin, ki zagotavljajo optimalno realizacijo konstrukcije. Uporabniku ne omogoča samo zasnove enote v nekaj minutah, ampak tudi predstavitev njenega 3D-modela. *FLUIDWARE®3D* lahko konstrukterju pametno olajša delo in skrajša za to potreben čas.
- [3] [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) – [Izčrpen vir informacij za fluidno tehniko v ZDA] – Spletne strani revije *Hydraulics & Pneumatics* zagotavljajo izčrpne informacije o vseh vprašanih fluidne tehnike, seveda s poudarkom na stanju v ZDA. Na voljo so informacije o raziskovalnih projektih, objavljenih znanstvenih prispevkih ter podatki o različnih skupinah izdelkov in njihovih dobaviteljih na posameznih območjih ZDA. Posebej zanimive so tudi informacije o njihovi uporabi in izkušnjah na različnih področjih gospodarstva, kot so: gradbeništvo, zabavna industrija, kmetijstvo, rudarstvo, pomorstvo, živilska industrija, gozdarstvo in lesna industrija, strega in pakiranje, transportna sredstva itd.



**HIB, Kranj, d.o.o.**  
Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321  
<http://www.hib.si>, E-mail: [info@hib.si](mailto:info@hib.si)









**PROIZVODNI PROGRAM:**

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

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

**Poslovne enote:**

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

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

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

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

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

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

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

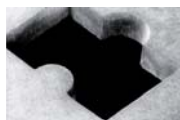
**SEMIČ**, Kovinostrugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3, 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

SVETOVNA NOVOST!

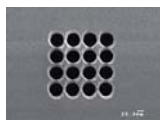
www.lpkf.si

## Ekonomična laserska obdelava materialov: LPKF ProtoLaser U

### Laserska mikroobdelava različnih materialov v elektroniki



rezanje



vrtanje



strukturiranje



Made in Slovenia

Novi laserski sistem ProtoLaser U omogoča:

- enostavna uporaba, proces brez kemikalij,
- hitra in precizna mikroobdelava materialov,
- ekonomična obdelava, brez stroškov orodij,
- razrez trdih, trdno-fleksibilnih in fleksibilnih vezij,
- dodelava tiskanih vezij,
- vrtanje in rezanje keramike,
- strukturiranje TCO in ITO ter rezanje LTCC.



MODRA ŠTEVIKA  
080 81 31

Za več informacij nas pokličite na brezpla. tel. št. **080 81 31**  
pišite na e-naslov [prodaja@lpkf.si](mailto:prodaja@lpkf.si) ali obiščite [www.lpkf.si](http://www.lpkf.si).

**LPKF**  
Laser & Elektronika

informativa09

Informativni dan o izobraževanju,  
študentiranju in zaposlovanju

| PETEK IN SOBOTA, 30. IN 31. JANUAR 2009 |

| 9.00 - 18.00 |

| GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, LJUBLJANA |

Mladim se bodo predstavili vsi, ki so pomembno vpeti v verigo izobraževanja: slovenske in tuje izobraževalne institucije, stipenditorji in zaposlovalci, državne institucije, založniki in mediji, študentske, dijaške, nevladne in druge organizacije

...  
Predstavite se z ostalimi ponudniki tudi vi - na enem mestu, 14 dni pred informativnimi dnevi na srednjih solah in visokošolskih institucijah!

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



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

**strojnistvo.com**  
križišče strojnikov

**VENTIL**  
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

## Seznam oglaševalcev

ADEPT PLUS, d. o. o., Postojna	582	INEA, d. o. o., Ljubljana	501, 525
ALBATROS – PRO, d. o. o., Logatec	501	INOMETAL, d. o. o., Maribor	598
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	591	Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	601
DOMEL, d. d., Železniki	519	Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana	538
DUPONT, Ženeva, Švica	501	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	564
DVS, Ljubljana	517	KLADIVAR, d. d., Žiri	502
ETA CERKNO, d. o. o., Cerklje	594	LA & Co, d. o. o., Maribor	551
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	586	LAMA, d. d., Dekani	501
FESTO, d. o. o., Trzin	501, 602	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	597
FUCHS maziva LSL, d. o. o., Brežice	543	LPKF, d. o. o., Naklo	600
GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, d. d., Ljubljana	573	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	501
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana	584, 600	MIKRON, d. o. o., Ig	557
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	504	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	533
HIB, d. o. o., Kranj	599	OLMA, d. d., Ljubljana	501
H + P Center, d. o. o., Ljubljana	588	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	501, 539
HYDAC, d. o. o., Maribor	577, 590	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	501
HYPEX, d. o. o., Lesce	581	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	591
HYPOS, d. d., Muta	522	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	526
ICM, d. o. o., Celje	584	PS, d. o. o., Logatec	515
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	501	PTICA – zavod, Kranj	512
		SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Trebnje	501, 528
		TEHNA, d. o. o., Ljubljana	521
		TRC, d. o. o., Kranj	550