

Vi razvijate učinkovita proizvodna postrojenja
Varnost v živilstvu je vaš izziv
Skupaj bomo dosegli vaš cilj – po vsem svetu

→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.

FESTO



Varnost | Enostavnost | Učinkovitost | Kompetentnost

Pogoni s samonastavljivim končnim dušenjem PPS – čista konstrukcija.
Prihranijo čas pri vgraditvi, pospešijo montažo in prilagodijo vašo proizvodnjo. Vzdolžni utori odvajajo zrak in dovoljujejo dinamično in mehko približevanju končnemu položaju, tudi pri spremenljivih obremenitvah. Razen tega je PPS brez vijaka za nastavitev, na katerem bi se nabirala umazanija – s tem se prepreči kotičke infekcij.

Festo, d.o.o. Ljubljana
Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Telefon: 01/ 530-21-00
Telefax: 01/ 530-21-25
Hot line: 031/766947
info_si@festo.com
www.festo.si

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Ventil / april / 20 / 2014 / 2

OPL

FESTO

PH
POCLAIN HYDRAULICS
Poclain Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

MIEL **OMRON**
DISTRIBUTOR
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

FANUC

VISTA
HIDRAVLIKA

VENTIL

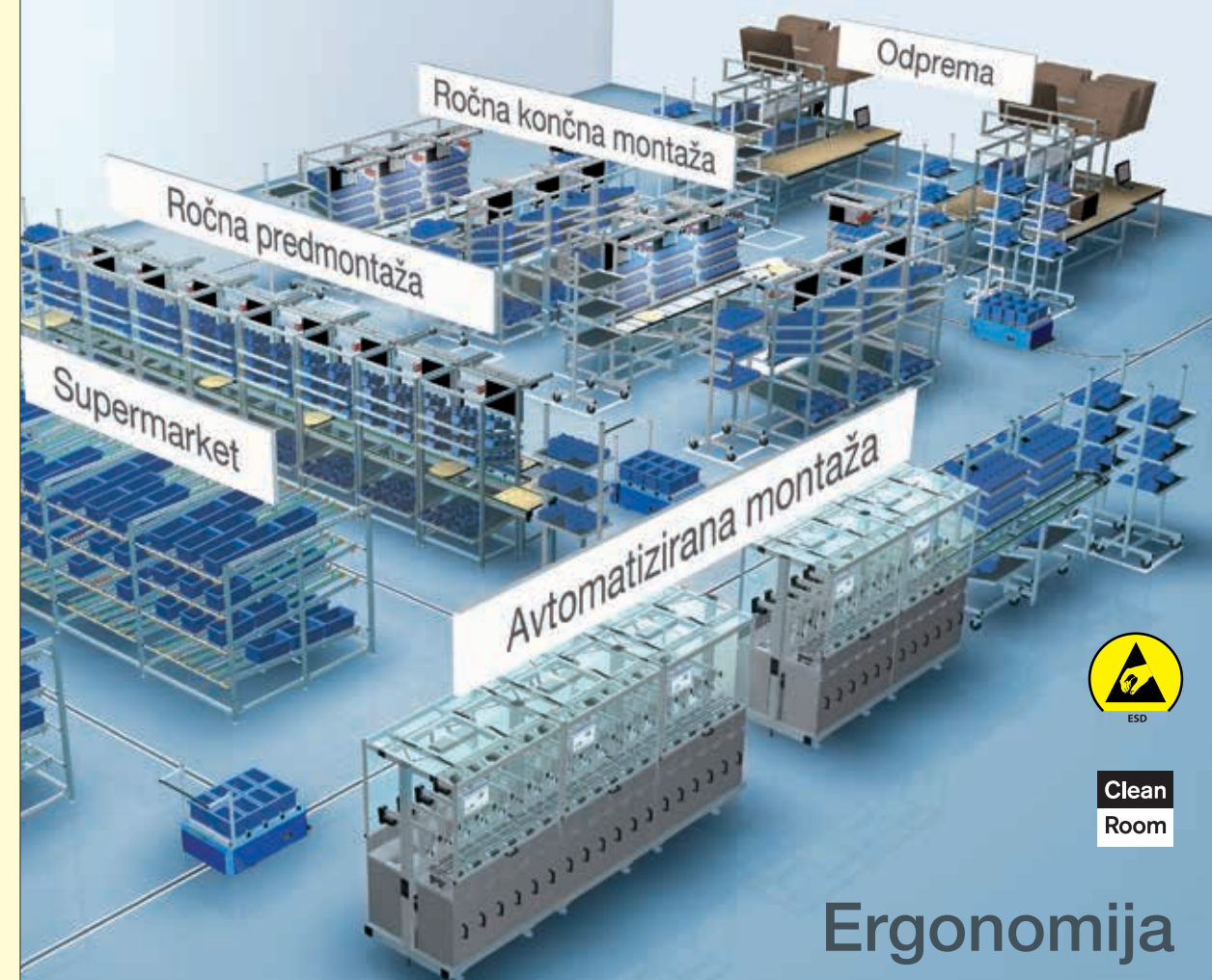
REVIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1318 - 7279 | APRIL 20 / 2014 / 2

- 9. IFK AAachen
- Ventil na obisku
- Raziskave izkoristka plinskega batnega akumulatorja
- Eksperimentalno modeliranje parametrov pri sušenju biomase
- Problematika kratke vezi vročevoda
- Sledljivost izdelkov v robotski celici
- Robotski sistem za varjenje osnove kontejnerja
- Letalstvo – Intervju
- Podjetja predstavljajo

OPL

Rexroth
Bosch Group
Zastopstvo



Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

Širok nabor hidravličnih ventilov

- Za odprte in zaprte tokokroge
- Zasnovani za delovanje z visokim tlakom in tokom
- Optimirani za delovanje s Poclain Hydraulics sistemi

> Ventili za zaprte tokokroge



> Ventili za odprte tokokroge



> Ventili za zavore



> Namenski krmilni bloki



www.poclain-hydraulics.com



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
 HYDRAULIK

Impresum	93	■ VENTIL NA OBISKU	
Beseda uredništva	93	Uspešno podjetje, ki skrbi za razvoj varilske stroke in tekoče izobraževanje vseh novosti na področju stroke	112
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	94	■ VODNA HIDRAVLIKA	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	106	<i>Franc MAJDIČ, Andrej BOMBAČ:</i> Raziskave izkoristka plinskega batnega akumulatorja v vodnohidravličnem sistemu	118
Seznam oglaševalcev	162	■ SUŠILNA TEHNIKA	
Znanstvene in strokovne prireditve	161	<i>Tom BAJCAR, Lovrenc NOVAK, Brane ŠIROK, Aleš MALNERŠIČ:</i> Eksperimentalno modeliranje parametrov pri sušenju biomase	126

Naslovna stran:

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	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 2000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si www.sick.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 e-mail: info-slovenia@poclain-hydraulics.com internet: www.poclain-hydraulics.com	FANUC Robotics Czech s.r.o. U. Pekarky 1A/484 180 00 Praha – Liberi, CZECH REPUBLIC Tel.: +420 23 40 72 900 Fax: +420 23 40 72 910 www.fanucrobotisc.si
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14, 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si

■ SLEDLJIVOST V MONTAŽI

Borut POVŠE, Matjaž HACIN, Darko KORITNIK, Tomaž KORITNIK: Sledljivost izdelkov v robotski celici

130

■ DALJINSKO OGREVANJE

Jernej BÖHM, Suvad BAJRIČ, Tjaša OŠTIR, Marjeta PETRIŠIČ: Problematika kratke vezi vročevoda

134

■ ROBOTIKA

Tomaž LASIČ, Robert LOGAR: Robotski sistem za varjenje osnove kontejnerja

140

■ LETALSTVO – INTERVJU

Prometni pilot letala in specialist za človeški faktor – *Aljaž Mezeg, univ. dipl. inž. str.*

144

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Ventilski otok MPA-C (*FESTO*)

Programabilni inkrementalni dajalnik DFS60I (*SICK*)

148
149

■ NOVOSTI NA TRGU

Nova serija pnevmatično gnanih vpenjal 82M-3E podjetja DE-STA-CO (*HALDER*)

150

Visokofleksibilni kabli (*HENNLICH*)

151

Nov senzor za stalno spremljanje stanja hidravličnih tekočin – FPS (*PARKER HANNIFIN*)

152

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Merilni laserski senzor ZX2 (*MIEL Elektronika*)

Krmilniki Allen-Bradley Guardmaster (*TEHNA*)

154
158

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige

Optimiranje energijske učinkovitosti hidravličnih in pnevmatičnih naprav

160
160

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh

162

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-1251 | APRIL 2014 2/2

- 9. IFK Aachen
- Ventil na obisku
- Raziskave izkoristka plinskega batnega akumulatorja
- Eksperimentalno modeliranje parametrov pri sušenju biomase
- Problematika kratke vezi vročevoda
- Sledljivost izdelkov v robotski celici
- Robotski sistem za varjenje osnove kontejnerja
- Letalstvo – Intervju
- Podjetja predstavljajo

OPL
FESTO
RH
OLMA
Parker
NORGREN
SICK
MIEL
FANUC
VISTA

OPL
Rexroth
TEHNA

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija



Without fail Stainless steel connectors from PH.

We offer a broad spectrum of stainless steel pipe and hose connectors for heavy-duty industrial applications. For decades our customers have trusted the quality of PH products.

Our products are manufactured in accordance with international standards such as DIN / EN / SAE, BS & JIS.

It goes without saying that we are certified according to ISO 9001; many of our products have been approved by the American Bureau of Shipping, Lloyd's Register, Det Norske Veritas, Rina and Germanischer Lloyd.

Contact us.

PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG
Stefansbecke 35-37, 45549 Sprockhövel, Germany
Tel. +49 (0) 2339 6021, Fax +49 (0) 2339 4501
info@ph-hydraulik.de, www.ph-hydraulik.de



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

© Ventil 20 (2014) 2, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 20 (2014) 2, Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

Internet:
<http://www.revija-ventil.si>

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	20	Volume
Letnica	2014	Year
Številka	2	Number

Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno
tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industrije
je 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

Znanstven-strokovni svet:
izr. prof. dr. Maja ATANASJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg,
ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
izr. prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
Janez ŠKRLEČ, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Željko SITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio, d.o.o., Ljubljana

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Brigita Orel

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
Grafex, d.o.o., Izlake

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:
1500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno
dejavnostv Republike Slovenije (ARRS).

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.

Javni razpisi – okoriščanje, blefiranje, farsa ali nekaj tretjega



Ob informacijah, ki jih državljeni Slovenije dobivamo od različnih javnih ali zasebnih medijev v zadnjem obdobju, se dejansko lahko zelo pogosto vprašamo, ali živimo v normalni državi ali se nekdo norčuje iz nas in nas ima za prave bebce. Med take informacije lahko štejemo podatke o ponudbah za zdravila, ki jih je direktor bolnice v Slovenj Gradcu prejel za nakup zdravil za redčenje krvi. Objavil je javni razpis in dobil ponudbe od Salusa, Kemofarmacije in od Sanofi-Aventisa. Prva dva sta slovenska veletrgovca z zdravili in tretje je

mednarodno proizvodno in tudi trgovsko podjetje.

Na spletni strani Salusa je med drugim zapisano: »V skrbi za zdravje in dobro počutje prebivalcev Slovenije in z veliko odgovornostjo do celotne slovenske družbe uresničujemo svoje poslanstvo že dobra štiri desetletja. Zavezani kako-vosti, najvišjim etičnim načelom dobrega sodelovanja in družbeni odgovornosti ter usmerjeni k uresničevanju pričakovanih naših kupcev, lastnikov in zaposlenih tvorno uveljavljamo svojo vlogo v interesu vse slovenske družbe.«

Ta Salus, s tako zvanečim zapisom na spletni strani, je na razpis za dobavo zdravil za bolnico iz Slovenj Gradca oddal ponudbo v vrednosti 200.643,70 evrov.

Tudi Kemofarmacija je veletrgovina z zdravili, registrirana v Sloveniji. Tudi na njeni spletni strani lahko najdemo podobne zapise kot pri Salusu. Njihova ponudba za isti razpis in za enako količino in vrsto zdravil je bila 199.973,02 evrov.

Tretji ponudnik je bil Sanofi-Aventis, globalno mednarodno podjetje, ki proizvaja in tudi trži zdravila. Njegova ponudba za isti razpis je bila 19.546,55 evrov.

To je šokantna informacija, ki bi morala zamajati vlado in odstop odgovornega ministra. Ti podatki že sami po sebi kličejo po odgovornosti. Kako je mogoče, da imamo tako požrešne posrednike na tako občutljivem področju, kot je zdravstvo. Kje so sedaj vsi tisti, ki se zavzemajo za javno zdravstvo? Ali se res vsi »borci« proti privatizaciji zdravstva okoriščajo z javnim denarjem?

Takšnih novic pa je bilo v preteklosti še mnogo. Spomnimo se samo polemike o operacijskih mizah, o servisih za te mize in podobno. Kako je na drugih področjih v javnem sektorju, pač ne vemo. Ali to ni prava in kazniva goljufija, če nekdo zasluži na račun bolnikov desetkrat več, kot bi bil upravičen?

Če bi tehniki in drugi zaposleni v slovenski industriji ravnali po zgornjem zgledu, slovenske industrije prav gotovo ne bi bilo več.

Ko je uspešno slovensko podjetje pred desetimi leti začelo z lasersko tehnologijo, je prvi laser kupilo preko zastopnika tuje firme v Sloveniji. Prav tako je to novo podjetje prva zaščitna očala, varilne žice in drobni inventar nabavljalo preko tega posrednika. Ustanovitelj novega podjetja je zelo hitro ugotovil, da ta posrednik zaračunava od 100 do 700 % provizije. To je bilo zanj nesprejemljivo. Zbral je vse račune, ki mu jih je ta posrednik zaračunaval, jih prevedel v nemški jezik, zapisal valutno razmerje, ker smo takrat imeli še tolarje, in odšel k proizvajalcu laserske opreme v Nemčijo. Nemški proizvajalec ni mogel verjeti. Argumenti zanj so bili dovolj močni, da je takoj prekinil sodelovanje z zastopnikom v Ljubljani.

Prepričan sem, da podobno ali povsem enako ravnajo vsi tehniki in drugi, ki delajo v industrijskem in tudi drugem okolju. Saj ni mogoče, da bi resne slovenske firme, ki kupujejo opremo, stroje in celotne linije v vrednosti več deset milijonov delovale preko posrednikov. Vsak razumen lastnik ali gospodar bo najprej spoznal vse svetovne proizvajalce tiste opreme, ki jo želi kupiti. Odšel bo na več mednarodnih sejmov, obiskal vsa podjetja in preizkusil opremo, kako deluje. Ko bo spoznal delovanje in osnovne značilnosti posameznih strojev in naredil temeljito analizo med posameznimi proizvajalci, se bo začel pogajati za ceno. In to ne preko posrednika, ampak direktno pri proizvajalcih. Res je, da imajo posamezna podjetja zastopnike v posameznih državah. Njihova naloga pa je lahko zelo različna. Najpogosteje posredujejo osnovne informacije, značilnosti produkta, njihovo delovanje in pridobivajo kupce, pogosto določajo tudi cene in marže, ki so običajno enake v vseh državah. Pri večjih investicijah pa se mora kupec pogajati direktno s proizvajalcem.

In kaj pri vsem tem pomeni zapis iz podjetja Salus, naveden v drugem odstavku tega uvodnika?

Janez Tušek

9. IFK – osrednji svetovni dogodek fluidne tehnike

Marko ŠIMIC

Deveta mednarodna konferenca oz. kolokvij **9th International Fluid Power Conference (9. IFK)**, ki je letos potekala med 24. in 26. marcem v Aachnu, je ena najpomembnejših in največjih konferenc s področja fluidne tehnike na svetu in vodilna v Evropi. O pomembnosti konference govorijo naslednji podatki: preko 700 udeležencev iz 30 držav vsega sveta, 146 predstavljenih prispevkov in vrsta spremljevalnih dogodkov, kot so razstava, posterska sekcija, ogled laboratorija *Inštituta za fluidno tehniko IFAS*, ekskurzije in drugi družabni dogodki. Glavna novost letošnjega dogodka je bila umestitev digitalne fluidne tehnike, ki zadnjih 10 let na področju hidravličnih sistemov dobiva vse vidnejšo vlogo. Vse to nakazuje, da je to osrednji svetovni panožni dogodek, organizacijsko in programsko dovršen, kot se za Nemce spodobi, na katerem se srečujejo najvidnejši strokovnjaki s področja hidravlike, pnevmatike, avtomatizacije in krmilne tehnike.

Današnja oblika konference izhaja iz tradicionalnih strokovnih srečanj (aachenski fluidnotehnični kolokvij in konference *Hydraulik und Pneumatik*), ki so potekala že od leta 1974 dalje v centrih razvoja fluidne tehnike v obeh Nemčijah, na zahodu v Aachnu in na vzhodu v Dresdnu oz. Magdeburgu. Po združitvi obeh Nemčij so srečanja prerasla v mednarodno konferenco, ki izmenoma

na dve leti (Aachen - Dresden) poteka že deveto leto. V Dresdnu je organizator konference tamkajšnji inštitut – *Institut für Fluidtechnik TU Dresden*, v Aachnu pa inštitut *IFAS – Institut für hydraulische Antriebe und Steuerungen* na *RWTH Aachen*, v okviru katerega je potekala tudi organizacija letošnjega srečanja. Dogodek je bil organiziran s strokovnim združenjem nemške stroje-

in Europe). Področje digitalne fluidne tehnike je bilo organizirano v sodelovanju centra za mehatroniko v Linzu Avstrija (*LCM – Linz Center of Mechatronics*) in univerze na finskem *Tampere University of Technology*.

Po kratkem pozdravnem govoru glavnega moža Fakultete za strojništvo *RWTH* prof. Schmitta je nekaj



Konferenčna dvorana Eurogress Aachen

Dr. Marko Šimic, univ. dipl. Inž.,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za strojništvo

gradnje *VDMA (Fachverband Fluidtechnik im VDMA)* in *FPCE – Mreže centrov fluidne tehnike v Evropi (Network of Fluid Power Centres*

več besed o stanju in trendih fluidne tehnike v Nemčiji in drugod po svetu, o pomenu raziskav in vzgoje kadrov ter o pomembnosti tesnega



Utrinek z otvoritve 9. IFK v konferenčni dvorani Eurogress Aachen

sodelovanja univerz in inštitucij z gospodarstvom spregovoril predsedujoči združenja VDMA dipl. inž. Ch. Kienzle. Tako se preko raziskovalnega fonda VDMA-Fluidtechnik združuje v okviru skupnih projektov več kot 60 vodilnih nemških podjetij s tega področja. Poleg neposrednega financiranja in javnih sredstev na področju skupnih industrijskih raziskav se na nemških inštitutih za fluidno tehniko vsako leto izvaja več kot deset projektov. Na ta način je brez dvoma možno izvajati kakovostno izobraževanje podmladka in seveda ohranjati vodilno vlogo svetovne velesile na tem področju tehnike.

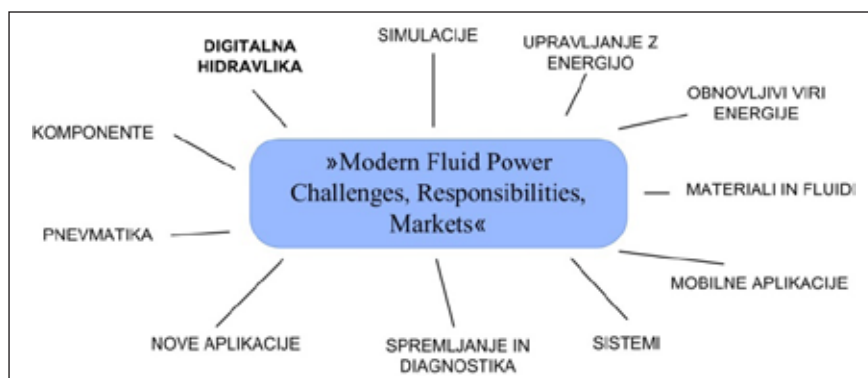
Na dresdenski konferenci pred dvema letoma je bilo izpostavljeno postopno okrevanje industrije na področju fluidne tehnike. Čeprav je v kriznih letih 2009 in pa vse do konca 2010 promet na področju hidravlike upadel kar za 44 %, na področju pnevmatike pa za 33 %, je bila v letih 2011, 2012 in 2013 opazna 10–15-odstotna rast. Vse od leta 2011 naprej je tako zaznati splošen trend naraščanja prometa tako na področju hidravlike kot tudi pnevmatike in dandanes že dosega raven pred drastičnim upadom. Najbolj pomembno je dejstvo, da se

je skupna prodaja na najpomembnejše trge, kot so Kitajska, Amerika, Japonska, Evropa in Indija, zvišala. Največji porast je zaslediti na hitro rastočem kitajskem trgu, ki predstavlja skoraj polovico vsega prometa (44 %). V prihodnje pa se kaže kot pomemben trg tudi Južna Koreja z 10-odstotnim deležem.

Fluidna tehnika, ki predstavlja enega od temeljnih stebrov pogonske tehnike in avtomatizacije, je tako na področju mobilnih strojev kot industrijskih aplikacij v primežu nenehno rastočih ekonomskih in okoljskih pričakovanj. Še zlasti v času rehabilitacije gospodarstva in ponovnega zagona se postavlja v ospredje

tema učinkovite rabe fluidne tehnike na vseh področjih gospodarstva z namenom prihranka energije. Nič manj pa ni zanimivo področje razvoja novih inovativnih tehnologij, ki bi popolnoma spremenile vlogo fluidne tehnike. Tako je v ospredju vprašanje, ali smo se sposobni spopasti z izzivi in ravnati odgovorno, ekonomično za dobrobit vseh nas in okolja, v katerem živimo. Tudi zaradi tega je bil moto letošnje konference: »Moderna fluidna tehnika, izzivi, odgovornost in trženje!« (»Modern Fluid Power Challenges, Responsibilities, Markets!«).

Vsa področja konference so bila prežeta z omenjenim motom in načelom izboljšanja učinkovitosti vseh kompo-



Moto 9. IFK 2014 in tematska področja



Slavnostna večerja in druženje udeležencev

ment in celotnih sistemov. Posamezna področja so med seboj zelo povezana, zato bom na kratko izpostavil le najpomembnejša.

Pretežni del **analitičnih in simulacijskih pristopov** je bil predstavljen že prvi dan na simpoziju. Metodologije reševanja problemov in bazične raziskave so temelj za nadaljnje delo. Prav Nemci so v metodologiji v samem svetovnem vrhu. Načelo temeljitega in postopnega reševanja problemov, četudi malo počasneje, se konec koncev obrestuje.

Na področju avtomatizacije igra pomembno vlogo **pnevmatika**. Zato je bil v tej skupini prispevkov poudarek ne samo na predstavitvi dosežkov razvoja komponent in celotnih sistemov, temveč tudi na namenskih konstrukcijskih rešitvah, usmerjenih v ukrepe, ki omogočajo občuten prihranek porabe stisnjene zraka. Zaradi neagresivnosti medija in dokaj nizke tlačne obremenitve se odpirajo nove smernice o uporabi naprednih materialov.

Ventili kot osnovni kontrolni elementi sistemov fluidne tehnike so na letošnji konferenci imeli obsežno in pomembno vlogo. Vrsta simulacijskih in optimizacijskih pristopov z namenom iskanja novih učinkovitejših zasnov skupaj z uporabo naprednih aktuatorjev in materialov vodi ne le do učinkovitejše komponente, temveč celotnega sistema. Velik vpliv na razvoj konvencionalnih preklonnih ventilov ima hitro rastoča **digitalna hidravlika**, ki se v zadnjem času skuša uporabiti v mnogih aplikacijah, kjer so robustnost, fleksibilnost in varčevanje

z energijo ključni faktorji. Uporaba paralelno vezanih preklonnih ventilov manjših nazivnih volumskih tokov v kombinaciji z napredno digitalno tehniko krmiljenja kljub velikemu številu ventilov prinaša prihranek energije. Poleg običajnih preklonnih ventilov je poudarek temeljil na izboljšanju proporcionalne in servotehnike, predvsem na zmanjšanju izgub posrednega krmiljenja ventilov večjih nazivnih volumskih tokov.

Tudi prispevki na teme **regulacija, spremljanje, diagnostika in merilna tehnika** so bili v celoti posvečeni varčevanju energije. Vgradnja senzorike in novi pristopi krmilnih metod in regulacije za doseganje hitrejšega procesiranja in s tem višje dinamike ventilov, črpalk in sistemov niso več vprašanje, temveč nuja.

Mobilna hidravlika vsekakor predstavlja veliko področje uporabe te tehnike, zato je bil temu primerno velik tudi obseg te skupine prispevkov. Poudarek je bil na inovacijah in njihovi praktični rabi, še posebej pa na učinkoviti rabi oz. izboljšanju učinkovitosti posameznih komponent kot tudi celotnih sistemov, kar lahko dosežemo z univerzalnimi ali pa s hibridnimi sistemi (kombinacija motorji z notranjim izgorevanjem/hidravlični pogoni/pnevmatični pogoni, električni pogoni/hidravlični pogoni). Kot že vrsto let se raziskuje področje shranjevanja energije na podlagi pretvorbe kinetične in potencialne energije. Z razvojem novih učinkovitejših hidravličnih in pnevmatičnih akumulatorjev se ta tehnologija že uporablja v hibridnih avtomobilih namesto električne. Pri

težki strojogradnji še vedno prevladujejo hibridni sistemi v kombinaciji s hidravličnimi pogoni.

Novim in inovativnim primerom uporabe je bila posvečena samostojna skupina prispevkov. Trajen razvoj in iskanje novih poti sta namreč stalni nalogi pri iskanju novih rešitev. Tu velja omeniti področje digitalne hidravlike v kombinaciji z digitalno krmilno tehniko. V nekaterih primerih ta tehnologija celo prekaša konvencionalno in servohidravliko. Cenenost, enostavnost in velika fleksibilnost takih sistemov močno pripomorejo k energijsko manj potratnim hidravličnim sistemom.

Tudi področju **stacionarne hidravlike oz. črpalk** je bila posvečena samostojna skupina prispevkov, kjer so bili v ospredju novi koncepti zasnovne in upravljanja servočrpalk, aktualna vprašanja s področja varnosti hidravličnih sistemov in modernih hibridnih elektro-hidravličnih pogonov.

Prispevki v skupini **materiali in fluidi** so ciljali na izboljšanje učinkovitosti izrabe energije z zmanjšanjem kontaktnega trenja med gibajočimi se deli. Tako je bilo kar nekaj prispevkov o rabi novih nekovinskih in kompozitnih materialov in njihovi obstojnosti.

Na splošno je opaziti **porast uporabe simulacij** na področju razvoja črpalk, ventilov in tudi celotnih hidravličnih in pnevmatičnih sistemov.

Za vsa omenjena področja so avtorji prijavi veliko prispevkov. Od več kot 300 prijavljenih prispevkov je programski odbor srečanja uvrstil v program 146 najzanimivejših, pri čemer je delež domačih in tujih avtorjev dokaj izenačen. To dejstvo kaže na to, kako močna je Nemčija na tem področju, druga polovica pa kaže na dejstvo, da tudi ostali svet želi prisostvovati tako ugledni mednarodni konferenci. Nemčija je kot vodilna svetovna velesila na področju fluidne tehnike tako po razvoju kot tržnem deležu in industriji ter svojih razvojnih dosežkih na ta način vsekakor izpostavljena drobnogledu konkurence. Nasprotno pa številni prispevki z azijskega in ameriškega prostora ponujajo možnost pregleda razvojnih aktivnosti na tem področju tehnike izven evropskega prostora ter ukrepov v spremenjenih gospodarskih razmerah.

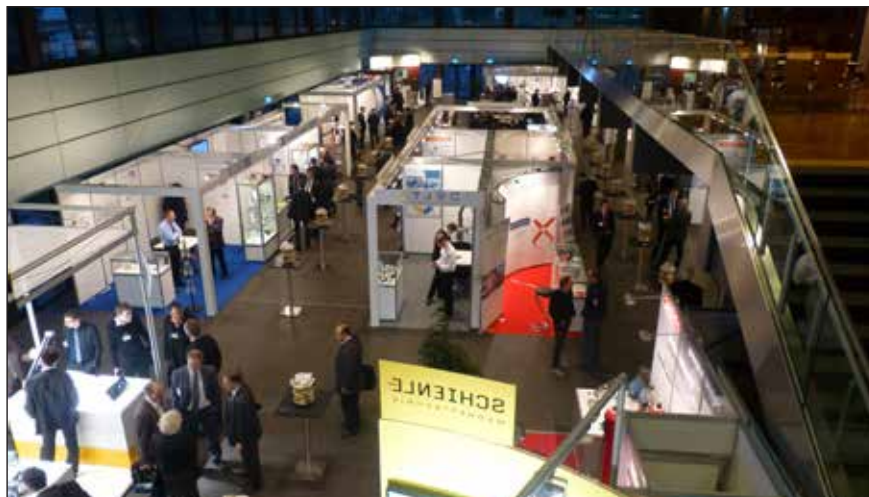
Konferenca 9. IFK je za uporabnike, proizvajalce in znanstvenike brez dvoma idealen mednarodni forum za področje hidravlične in pnevmatične pogonske, krmilne in regulacijske tehnike. Trije dnevi so polni različnih strokovnih dogodkov. Strokovne delavnice, ki potekajo prvi dan srečanja, služijo predstavitvi prispevkov s tematiko, usmerjeno predvsem v bazična znanja (letos 49 prispevkov). Njihov namen je, da pripadniki visokih šol, univerz in inštitutov širokemu krogu mednarodnih znanstvenikov predstavijo rezultate svojega raziskovalnega dela.

Širok spekter tematik, usmerjen v inovativne primere uporabe in nove tehnologije, so obravnavala predavanja, izvedena v dveh glavnih dnevih konference, v dveh vzporednih sekcijah – letos skupno 97 prispevkov. Prispevke posameznih tematskih skupin izbere programsko-recenzentski odbor, ki ga sestavljajo najvidnejši predstavniki iz industrije, visokih šol in strokovnih združenj.

Konferenco je tudi letos spremljala strokovna razstava pomembnejših dobaviteljev panoge, ki so predstavili svoje najnovejše dosežke in proizvode (36 razstavljalcev). Letos je bil poudarek na učinkovitosti pogonske tehnike, merilni in regulacijski tehniki ter programski opremi. Ravno pri programski opremi je opaziti velik poudarek na raziskovalnem področju in uporabi simulacijskih pristopov, novih simulacijskih programov ali izboljšanje funkcionalnosti obstoječih, ki dopolnjujejo že tako uveljavljene eksperimentalne analize. Poleg tega pa so avtorji iz industrije in raziskovalnih organizacij svoja zadnja spoznanja, patente in dosežke razvoja predstavili tudi v obliki posterjev (preko 50 prispevkov).

Med programom obeh glavnih dni konference je bil možen tudi strokovno voden ogled laboratorija IFAS in njihovih preskuševališč – preko 50 posameznih, večjih ali manjših namenskih preskuševališč, na katerih potekajo raziskave s področja pnevmatike (avtomatizacije, servotehnike), črpalk in motorjev, systemske in regulacijske tehnologije, ventilske tehnologije, tribologije, mobilne tehnike ...

Kaj bi lahko izpostavili kot posebno novico s te konference? Posamezen



Utrinek s priložnostne razstave

udeleženec nikakor ne more podati celotne slike konference. Že fizično je nemogoče hkrati prisostvovati vsem aktivnostim – vzporedne skupine prispevkov. Nenazadnje pa se lahko posameznik podrobneje ukvarja le z eno tematiko in se tako intenzivneje udeleži predavanj s svojega ožjega področja. Več informacij o samem programu srečanja in o prispevkih je na voljo na spletni strani srečanja: <http://http://www.ifk2014.de/> >> Conference. Vsekakor bodimo inovativni, novi izdelki in tehnologije naj nam bodo izziv kljub tveganju.

In kdo vse se je udeležil letošnje konference? Podrobnejši pregled strukture udeležencev kaže na uravnoteženo stanje med industrijo in visokošolskimi ustanovami ali inštituti. Raste zanimanje končnih uporabnikov proizvodov te tehnike in pa proizvajalcev ali ponudnikov programske opreme, ki so prišli po nove informacije in ideje. Ta konferenca vsekakor ni zgolj formalno srečanje za udeležence iz akademskih krogov, pomembneje je namreč povezovanje in pridobivanje stikov z industrijskimi krogi.

In kje smo Slovenci? Lahko rečem, da naša prisotnost ni ostala neopazna, čeprav smo kot narod med manjšimi. Po eni strani sta bila dva prispev-

ka sprejeta v ožji izbor konference, kar je vsekakor dokaz, da se skoraj brez sredstev, namenjenih za razvoj s strani države ali strokovnih združenj, ali pa neposrednih industrijskih projektov po idejah, če že ne drugače, kar uspešno kosamo z mnogo (tudi finančno) razvitejšimi državami z večjim industrijskim zaledjem.

V zaključni misli bi lahko povzel, da konferenca podaja ogromno informacij v zvezi s pričakovanimi trendi, kar je za razvojne inštitucije še posebno pomembno. Novitete se kažejo na posameznih področjih in pretežno v obliki dodelanih rešitev ali poglobljenega znanja o že obstoječih komponentah in sistemih.

Nemčija s svojo zrelostjo, doslednostjo in znanjem na področju fluidne tehnike zaenkrat še prekaša vse svetovne sile. Zelo blizu so ji Japonska, Amerika in Kitajska. Bomo nemški model prevzeli tudi mi in se sčasoma izkopal iz te že dolgo trajajoče krize? Politika projektov, financiranih s strani evropskih inštitucij, kaže na to, da bomo tudi v slovenskem prostoru spremenili miselnost in bolje povezali znanstvenoraziskovalne inštitucije z gospodarstvom ter na ta način pripomogli h konkurenčnosti slovenskih podjetij. Loči nas obdobje dveh let, ko bomo zopet zastopali svoje raziskovalno delo in dokazovali boljše čase tudi za našo industrijo na naslednjem jubilejnem srečanju, na 10. IFK 2015 v Dresdnu.



Foto: <http://www.ifk2014.de/frontend/index.php>

Slovesna podelitev priznanj PRSPO 2013

V Kongresnem centru Brdo je 12. marca potekala slovesna podelitev priznanj RS za poslovno odličnost (PRSPO) za leto 2013.

Priznanje Republike Slovenije za poslovno odličnost (v nadaljevanju PRSPO) predstavlja najvišjo državno nagrado za dosežke na področju kakovosti poslovanja kot rezultata razvoja znanja in inovativnosti. Podeljuje se enako kot v ostalih državah Evropske unije na podlagi merila in metodologije po vzoru evropske nagrade za odličnost.

svetovno gospodarsko krizo, saj je prepoznal ključne dejavnike, ki so pripeljali do današnje situacije, poudaril je vodenje, inovativnost, ustvarjalnost in integriteto.

Odlične organizacije imajo tako voditelje, ki oblikujejo in udeležujejo prihodnost z vizijo, vrednotami, etiko ter z lastnim zgledom krepijo kulturo odličnosti v organizaciji skupaj z vsemi zaposlenimi.

Evropski model poslovne odličnosti je vse kaj več kot le orodje za dvig konkurenčnosti, prepoznavnosti in izboljšanja rezultatov delovanja. Ta model predstavlja način življenja, ki celotno delovanje organizacij gradi

kem zanimanju za vpeljavo modela odličnosti EFQM v različna poslovna okolja zelo uglednih in velikih organizacij kot tudi izobraževalnih institucij.

Pomembno vlogo v postopku ocenjevanja organizacij imajo strokovno usposobljeni ocenjevalci, ki tovrstnemu procesu vsako leto posvetijo veliko svojega časa in znanja. Zato se jim je odbor PRSPO ob začetku slovesnosti zahvalil, minister za izobraževanje, znanost in šport dr. Jernej Pikalo, član Odbora PRSPO, pa je podelil pohvale za 5-, 10- in 15-kratno strokovno delo na področju ocenjevanja prijaviteljev v postopkih PRSPO. Pohvale so prejeli:



Zaposleni v podjetju odelo

Vladni program priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost se skladno z zakonom izvaja od leta 1998 in spodbuja podjetja k doseganju globalne konkurenčnosti, javnim institucijam pa nudi orodje za izboljšanje učinkovitosti poslovanja.

Slavnostni govornik na slovesnosti je bil predsednik Državnega zbora g. Janko Veber, ki je med drugim povedal, da je evropski model odličnosti EFQM eden od odgovorov na

na doseganju in trajnem ohranjanju izjemnih rezultatov na vseh ravneh delovanja.

Predsednik je med drugim povedal, da se stanje na področju prepoznavanja pomena poslovne odličnosti in meril evropskega modela odličnosti tudi v Sloveniji prav v zadnjem obdobju s pomočjo različnih deležnikov spreminja ter dosega velik preobrat, kar se kaže v zelo veli-

- za 5-kratno ocenjevanje: Alenka Burnik, Matej Jevšček, mag. Darinka Lečnik Urbancl, mag. Rafko Medved;
- za 10-kratno ocenjevanje: mag. Alojz Bitenc, Marko Coklin;
- za 15-kratno ocenjevanje: mag. Karmen Gorišek in mag. Anton Petrič.

Letos so bili že drugič podeljeni tudi mednarodno veljavni certifikati, ki

jih na podlagi podpisane Distribucijske pogodbe izdaja EFQM za doseženo raven točk v okviru ocenjevanja PRSPO.

Mednarodno veljavne certifikate EFQM Priznani v odličnosti – Recognised for Excellence – je podelila podpredsednica Odbora PRSPO Mateja Sotler Štor naslednjim organizacijam, ki so v postopku ocenjevanja PRSPO 2013 od 1000 možnih točk dosegle:

nad 400 točk:

v kategoriji zasebnega sektorja z 250 in manj zaposlenimi:

- EUROPLAKAT, D. O. O., Ljubljana, in MARIBORSKI VODOVOD, javno podjetje, d. d.;

v kategoriji javnega sektorja z 250 in manj zaposlenimi:

- POGREBNO PODJETJE MARIBOR, D. D.;

v kategoriji javnega sektorja z več kot 250 zaposlenimi:

- UNIVERZITETNI KLINIČNI CENTER LJUBLJANA;

nad 500 točk:

- ODELO SLOVENIJA, D. O. O., Prebold, ki sodi v kategorijo zasebnega sektorja z več kot 250 zaposlenimi.

V letu 2013 je v procesu ocenjevanja sodelovalo 5 organizacij, ki jih ocenjevalo 36 ocenjevalcev. Ocenjevanje uspešnosti poslovanja podjetij in institucij je potekalo po vseh devetih merilih evropskega modela odličnosti EFQM. To pomeni, da se je vrednotila uspešnost delovanja voditeljstva, udejanjanja strategije, menedžmenta zaposlenih, partnerstev in procesov ter doseženih rezultatov pri odjemalcih, zaposlenih, družbi in financah.

Odbor PRSPO je na seji v januarju 2014 na predlog razsodniške skupine izmed ocenjenih organizacij potrdil naslednje finaliste, ki so se uvrstili v ožji izbor. Letošnjim finalistom je podelil diplome minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Metod Dragonja, ki je pred tem tudi vse udeležence in gospodarstvenike nagovoril z nekaj vzpodbudnimi



Zmagovalec in finalisti

besedami o prvih začetkih poslovne odličnosti v Sloveniji leta 1996 in nato leta 1998 s prvo podelitvijo priznanja PRSPO ter o pomenu poslovne odličnosti za organizacije javnega in zasebnega prava.

Letošnji finalisti so:

MARIBORSKI VODOVOD, D. D., katerega osnovna dejavnost in temeljno poslanstvo je že 113 let redna in varna oskrba s pitno vodo, ki ji uporabniki zaupajo. So največji vodovodni sistem v Sloveniji in s pitno vodo oskrbujejo 17 občin. Ob tem je podjetje odprto tudi za dobrotelost, izobraževanja ter naklonjeno športnim, kulturnim in drugim dejavnostim. So trikratni dobitniki nagrade HORUS za družbeno odgovornost, prejemniki certifikata Družini prijazno podjetje, v lanskem letu pa tudi mednarodnega certifikata EFQM in diplome za poslovno odličnost. Podjetje se veliko posveča tudi družbeno odgovornemu investiranju ter promoviranju varovanja okolja in čiste pitne vode kot dobrine, ki ni samoumevna in jo je treba ceniti in varovati. *Diplomo je prevzel direktor Danilo Burnač.*

ODELO SLOVENIJA, D. O. O., iz Prebolda je del skupine Odelo, ki je od leta 2011 v lasti Bayraktarlar Hol-

ding A. S. iz Istanbula. Odelo je vodilni proizvajalec visokokakovostnih zadnjih luči, tretjih zavornih luči in smernikov za avtomobile razreda premium najprestižnejših blagovnih znamk, kot so Mercedes-Benz, Audi, BMW, Porsche, Volkswagen in druge. Že vse od nastanka podjetja v letu 2005 je bila »lean kultura« glavno vodilo razvoja, kar je podjetju v letu 2013 utrla pot k prejemu prestižne mednarodne nagrade Automotive Lean Production Award. Več kot 900 zaposlenih je pravi kapital podjetja, saj z motivacijo, timskim delom in odprtostjo za novosti zagotavljajo pot k cilju: do leta 2015 se vzpenjajo med najboljša proizvodna podjetja na svetu in dosegajo raven World Class Manufacturing.

Diplomo je prevzel direktor Davorin Dobočnik

POGREBNO PODJETJE MARIBOR, D. D., katerega skrb za ohranjanje kulturne dediščine in uporaba okolju prijaznih tehnologij sta temelja, na katerih podjetje gradi podobo pokopališča kot mesta spomina. Prvi v Evropi so šolarje izobraževali v odkrivanju kulturne dediščine pokopališč z mobilno aplikacijo Artour. V prisotnosti visokega diplomatskega zbora so zaključili obsežen mednarodni projekt vojnih grobišč v

dostojanstven poklon vsem žrtvam vojn, brez delitev in vrednostnih sodb. Leta 2011 so prevzeli predse-dovanje mednarodnemu Združenju evropsko pomembnih pokopališč (ASCE). Za idejo turističnih poti po pokopališčih Evrope so v imenu ASCE prejeli nagrado Svetovne turistične organizacije Združenih narodov za inovativen pristop v turizmu. *Diplomo je prevzela direktorica mag. Lidija Pliberšek.*

UNIVERZITETNI KLINIČNI CENTER LJUBLJANA je največja in najpomembnejša zdravstvena ustanova v Sloveniji in v širši regiji. Po kazalnikih uspešnosti, učinkovitosti in strokovnosti sodi med odlične evropske univerzitetne klinične centre. Na leto v UKC Ljubljana v bolnišnici zdravijo več kot 100.000 pacientov, izvedejo več kot 750.000 ambulantnih pregledov in opravijo več kot 300.000 diagnostičnih storitev. Poleg zdravljenja najtežjih pacientov iz vse Slovenije in tudi tujine zagotavljajo razvoj medicine, zdravstvene in babiške nege, medicinske rehabilitacije, visoko specializirane laboratorijske dejavnosti in ostalih dejavnosti s področja zdravstva. V sodelovanju z izobraževalnimi ustanovami izobražujejo kadre vseh zdravstvenih poklicev. Izvajajo številne raziskovalne (tudi mednarodne) projekte. *Diplomo je prevzel vršilec dolžnosti generalnega direktorja mag. Simon Vrhunec.*

EUROPLAKAT, D. O. O., Ljubljana je vodilni slovenski ponudnik na področju zunanega oglaševanja in drugi največji medij v Sloveniji po ustvarjenih oglaševalskih prihodkih. Je član največjega ponudnika zunanega oglaševanja na svetu, sku-

pine JCDecaux. Prve panoje večjih dimenzij je Europlakat postavil leta 1992. Podjetje se je specializiralo za kampanjsko oglaševanje v mestih po vsej Sloveniji. Uvajali so nove sodobne oglaševalske nosilce in v okviru javno-zasebnih partnerstev prevzeli skrb za avtobusne nadstrešnice v mestnih občinah. V Ljubljani jih občani in obiskovalci poznajo tudi po uspešnem sistemu izposoje koles Bicikelj. Podjetje ima 63 redno zaposlenih in stalnih sodelavcev, skupaj s povezanimi podjetji pa zaposluje 100 ljudi. *Diplomo je prevzel direktor Marko Kolbl.*

Diplomo za poseben dosežek na področju voditeljstva, strategije in virov je prejelo podjetje EUROPLAKAT, D. O. O., Ljubljana.

Prejemnik najvišjega priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost za leto 2013 je postalo podjetje Odelo Slovenija, d. o. o., iz Prebolda. podlaga

Predsednik Državnega zbora *Jan-ko Veber* je najvišje priznanje RS za poslovno odličnost podelil generalnemu izvršnemu direktorju skupine Odelo Klausu Holeczku (CEO Odelo Group).

Gospod Klaus Holeczek se je ob prejemu laskavega naziva in prevzemu prestižne nagrade Republike Slovenije za poslovno odličnost (PRSPO) 2013 najprej zahvalil svojim sodelavcem oz. močnemu slovenskemu timu, ki je zelo motiviran in pri svojem delu vedno stremi k odličnosti. Nato je povedal še sledeče:

»Profil in strukturo podjetja lahko primerjamo s človeško DNK. Tako

kot ima vsak posameznik svoje sposobnosti, jih ima tudi naše podjetje, kot na primer specifično kulturo, vrednote in svoj način poslovanja. Lahko bi rekli, da je imelo podjetje Odelo že od nekdaj t. i. 'vitko kulturo', ki je bila leta 2005 vpeljana v *proizvodni sistem* Odelo v Preboldu. Ključ do uspeha je, da takšno kulturo tudi živimo, kar pomeni, da so 'vitke aktivnosti' v organizaciji Odelo ves čas prisotne in jih lahko 'vidiš, občutiš in slišiš'.

Samo z učinkovitim sodelovanjem slovenskega tima in ob mednarodnem duhu sodelavcev Odelo iz Nemčije in Farbe iz Turčije je bilo mogoče doseči tako visoko stopnjo razvoja in primerjav na poti k proizvodnji svetovnega razreda (WCM).

Po prejemu nagrade TPM v letu 2012 in po evropski nagradi za vitko proizvodnjo v letu 2013 smo zelo ponosni, da smo prejeli tudi nacionalno nagrado PRSPO v Sloveniji.

Naša vizija je: 'Luči navdahnemo s čustvi.' Lahko rečem, da nam brez visoko motiviranega tima Odelo iz Slovenije ne bi uspelo.«

O pomenu vloge voditeljstva in pripadnosti zaposlenih organizaciji *Odelo Slovenija, d. o. o.*, iz Prebolda pa smo se v okviru slovesnosti PRSPO 2013 lahko prepričali tudi vsi udeleženci, ko se je ob zaključku več kot 100 zaposlenih z zastavicami in napisi z veseljem in ponosom na odru pridružilo svojemu vodstvu.

*Mag. Dominika Rozoničnik
Urad RS za meroslovje*

IRT³⁰⁰⁰
inovacijarazvojtehnologije

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

**VSAKA DVA MESECA
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

Vodnik skozi množico informacij

- kovinsko-predelovalna industrija
- proizvodnja in logistika
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije

Povprašajte za cenik
oglaševalskega prostora!
e-pošta: info@irt3000.si



Najpomembnejša sejma svojih vsebinskih področij v širši regiji



Sejma INTELIGENTNIH REŠITEV za ENERGETSKO UČINKOVITOST in TRAJNOSTNI RAZVOJ

Sejma top razprav o izzivih prihodnosti

Sejma novih dimenzij in partnerstev

SEJMA TRADICIJE, UGLEDA IN ZAUPANJA

Celjski sejem

20.–23. maj 2014

17. mednarodni sejem **ENERGETIKA**

Energetika od proizvodnje do porabe

16. mednarodni sejem **TEROTECH-VZDRŽEVANJE**

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

ZAKAJ SE NAM BOSTE PRIDRUŽILI!

Ker lahko pričakujete:

- brezplačne nasvete o energetske učinkovitosti v industriji
- najnovejše rešitve avtomatizacije za industrijo in dom
- rešitve in svetovanje za izkoriščanje obnovljivih virov energije
- robotizacija za tretje tisočletje
- novosti in inovacije več kot 550 razstavljalcev z vseh celin

NAPOVEDUJEMO

Energetski koncept Slovenije (torek, 20.5.)

Izmenjava dobrih praks in razprava o ukrepih v panogi glede na vse večje klimatske spremembe, Srečanje predstavnikov elektro distribucij Slovenije, Hrvaške, Srbije in BiH (torek, 20.5.)

Dan slovenskih instalaterjev – energetikov (torek, 20.5.)

Pametna omrežja z vidika končnih uporabnikov (sreda, 21.5.)

Obnovljivi viri energije - širša javna korist (sreda, 21.5.)

Srečanje Zvez društev energetikov Slovenije, Hrvaške, BiH in Srbije (sreda, 21.5.)

Tekmovanje dijakov srednjih poklicnih šol Slovenije – poklic instalater strojnih instalacij (sreda, 21.5.)

Gibanje cene električne energije v Evropi v prihodnjih petih letih (četrtek, 22.5.)

Plinski forum o dogajanju na trgu zemeljskega plina v Sloveniji in regiji JV Evrope (četrtek, 22.5.)

Energetsko učinkovite rešitve – primeri dobrih praks za projektante (četrtek, 22.5.)

Učinkovita raba energije v industriji (petek, 23.5.)

VSE DNI: sejemska pisarna pristojnega ministrstva z ministrom in strokovnimi sodelavci



in še veliko več ...



Sejma Energetika in Terotech-Vzdrževanje 2014

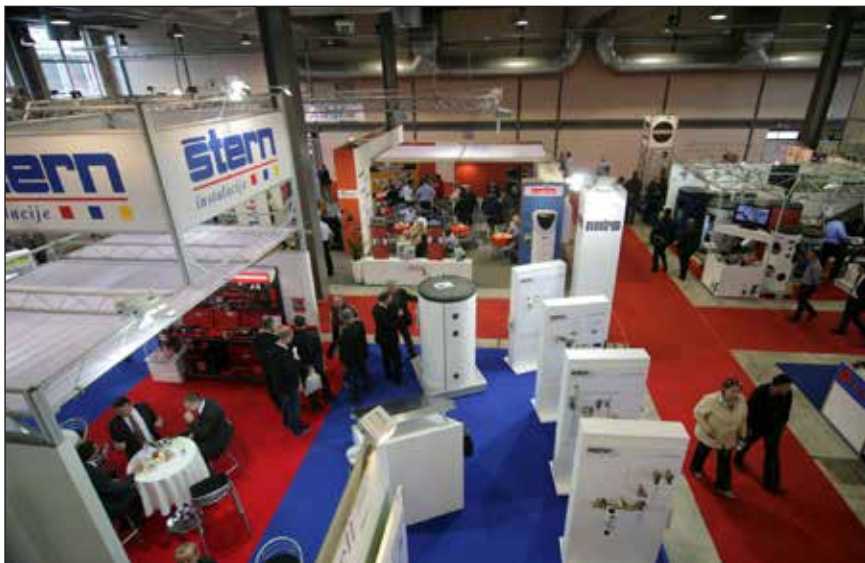
Od 20. do 23. maja bosta v Celju na največjem domačem sejmišču potekala mednarodna strokovna sejma Energetika in Terotech-Vzdrževanje. 17. mednarodni sejem Energetika in 16. mednarodni sejem Terotech-Vzdrževanje bosta na enem mestu združila ključne predstavnike energetike in industrijskega vzdrževanja širše regije.

Sejmski dvojček po zagotovilih organizatorja, družbe Celjski sejem, d. d., prinaša brezplačne nasvete o energetski učinkovitosti v industriji. Na voljo bodo najnovejše rešitve avtomatizacije za industrijo in dom, rešitve in svetovanje za izkoriščanje obnovljivih virov energije, novosti in inovacije več kot 550 razstavljalcev z vseh celin, ki se bodo predstavili v štirih sejmskih dvoranah oz. na skoraj 20.000 m² razstavnih površin.

V Celju se bodo predstavile najpomembnejše blagovne znamke, z vsebinskimi dopolnitvami sejmskega koncepta in aktivno pritegnitvijo stroke iz regije pa si letos na sejmišču obetajo še več strokovnih obiskovalcev iz Slovenije, Hrvaške, Srbije in BiH, pa tudi ostalih držav v sosesčini in najpomembnejših gospodarskih partneric Slovenije. V Celjskem sejmu so za čim bolj učinkovito organizacijo sejmskega nastopa razstavljalcev in obiska obiskovalcev po vzoru svetovnih sejmskih hiš razvili IT-platfomo eCE sestanek. Storitev razstavljalcem omogoča pregledno organizacijo sestankov z obiskovalci. V eCE sestanek vpišejo kontaktne osebe ter možne termine sestankov, da se lahko obiskovalci vnaprej dogovorijo za obisk na njihovem razstavnem prostoru.

17. mednarodni sejem ENERGETIKA – Energetika od proizvodnje do porabe

Sejem prinaša celovito ponudbo ogrevalne tehnike za industrijo, poslovno uporabo in gospodinjstva.



Celje, meseca maja središče regijske energetike in industrijskega vzdrževanja

Na ogled bo bogata ponudba razsvetljave za industrijo, poslovne uporabnike in gospodinjstva ter ponudba s področja oskrbe z vodo in vodovodne ter sanitarne inštalacije. Predstavili se bodo ponudniki hlajenja in prezračevanja, ponudniki električne energije, zemeljskega plina in drugih energentov, proizvodnja toplotne in električne energije iz obnovljivih virov (biomasa, bioplin, sonce ...), avtomatizacija, pa tudi napredni sistemi za pasivne hiše.

16. mednarodni sejem TERO-TECH-VZDRŽEVANJE – Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

Sejem prinaša številne novosti na področju industrijskega vzdrževanja. V ospredju je avtomatizacija objektov, dvig kakovosti bivanja in poslovanja, nadzor in optimizacija vodenja, zmanjševanje porabe energije ter posledično zmanjšano onesnaževanje okolja, uporaba naprednih komunikacijskih tehnologij. Podjetja, ki ponujajo storitve s področja vzdrževanja v industrijskih obratih (tekoča proizvodnja), posebno pozornost namenjajo uporabnikom, ki naj skrbijo za preventivno vzdrževanje strojev in naprav za dolgoročno konkurenčnost poslovanja. Ogledati si bo tako mogoče ponudbo elementov in sistemov za avtomatizacijo industrijskih procesov ter indu-

strijske robote. Predstavili se bodo ponudniki industrijskih olj in maziv, ki so prijazna do človeka in okolja, ponudniki zaščitne opreme za vroča dela, industrijskih pralnih naprav, strojev za obdelavo kovine, strojegradnje in strojev v vzdrževanju, opreme za vzdrževanje.

Sejma prinašata odgovore na najbolj aktualna vprašanja

Kako bodo cene energije v prihodnjih petih letih vplivale na poslovne stroške in kako jih bo mogoče uspešno upravljati? Kakšna je širša javna korist obnovljivih virov energije in kje so ovire, da potencialov ne izkoristimo dovolj? Bodo ovire za izkoriščanje obnovljivih virov manjše z razvojem novih tehnologij, kot so pametna omrežja, ki nam omogočajo trajnostno varno oskrbo pridobivanja alternativne električne energije? Strokovna in zainteresirana splošna javnost si na sejmskem dvojčku lahko obetata odgovore na ta in številna druga aktualna vprašanja energetike in industrijskega vzdrževanja.

Sejmsko dogajanje se ne bo moglo izogniti niti posledicam ledene ujme v začetku februarja letos. Ker se s podobnimi vremenskimi nepravilnostmi soočajo tudi v širši regiji, se bodo vplivom klimatskih sprememb na

panogo, izzivih, ki jih te prinašajo, in izmenjavi dobrih praks na svojem srečanju posvetili tudi predstavniki elektrodistribucij Slovenije, Hrvaške, Srbije in BiH, ki ga pripravlja GIZ Distribucija električne energije. Tej temi pa se verjetno ne bo mogoče izogniti niti v razpravi o novem energetskem konceptu Slovenije, ki ga pripravlja pristojno ministrstvo za infrastrukturo in prostor. Ministrstvo bo tudi sicer vpeto v dogajanje, saj bo sejma izkoristilo za podajanje aktualnih smernic, odgovorov in predstavitev strateških usmeritev energetike. Na sejmišču bo imelo svojo pisarno, kjer bo prvi in zadnji sejmski dan prisoten tudi minister Samo Omerzel, ostale dneve pa njegovi strokovni sodelavci.

V štirih sejmskih dneh bo v Celju potekal še Plinski forum o dogajanju na trgu zemeljskega plina v Sloveniji in regiji JV Evrope (22. 5.), ki ga pripravlja Energetika.NET. V strokovnem obsejmskem programu se bodo pod okriljem revije Varčujem z energijo kritično lotili še predstavitve reševanja ovir za hitrejšo implementacijo obnovljivih virov energije in iskanja hitrejših ukrepov na področju zagotavljanja finančnih podpor temu področju oz. opozorili na širšo javno korist obnovljivih virov energije (21. 5.).

Sekcija instalaterjev energetikov OOO Maribor in OZS na sejmih pripravlja že tradicionalni Dan slovenskih instalaterjev energetikov (20. 5.). Osrednja pozornost bo namenjena varnosti uporabe strojnih instalacijskih sistemov v stavbah in



Več kot 550 razstavljalcev z vseh celin bo predstavilo novosti iz svoje ponudbe

vpripravljenjem, kaj instalaterjem prinašajo predpisi na področju učinkovite rabe energije. Sekcija bo pripravila še okroglo mizo in mednarodno B2B srečanje (22. 5.), na katerih bodo s predstavitvijo problematike energetske izkaznice in primerov dobrih praks iskali možnosti za ustvarjanje boljših pogojev za opravljanje dejavnosti v Sloveniji. Na državnem prvenstvu pa se bodo tradicionalno pomerili njihovi mladi kolegi, dijaki srednjih poklicnih šol, ki se izobražujejo za poklic instalater strojnih instalacij (21. 5.).

Potekalo bo še srečanje Zvez društev energetikov Slovenije, Hrvaške, BiH in Srbije, ki ga pripravlja Zveza društev energetikov Slovenije (21. 5.). Zadnji sejmski dan (23. 5.) pa bo na sejmišču še delavnica Učinkovita raba energije v industriji, ki jo pripravlja Center za energetska učinkovitost

Instituta Jožef Stefan. Na delavnici bodo skušali odgovoriti na vprašanja kako trajnostno povečati proizvodne zmogljivosti ter kako nenehno izboljševati okoljsko, energetsko in gospodarsko učinkovitost oz. zmanjševati rabo neobnovljivih virov energije v vseh segmentih proizvodnega postopka. Vse štiri sejmske dni pa bodo na sejmišču prisotni energetski svetovalci pod okriljem Ekosklada, ki bodo odgovarjali na vprašanja strokovne in splošne javnosti.

Obiskovalcem sejmov je podrobnejši pregled dnevnega dogajanja na sejmišču na voljo na spletni strani www.ce-sejem.si. Sejma bosta odprta vsak dan od 9. do 18. ure, zadnji dan (petek, 23. 5.) do 17. ure. Cena vstopnice za odrasle je 8 EUR, za šolarje in študente pa 5,5 EUR.

*Nataša Vodušek Fras
www.ce-sejem.si*

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2014 - ASM '14

3. decembra 2014

Dnevi industrijske robotike DIR 2014

Dogajanje na Fakulteti za elektrotehniko je bilo v prvem tednu aprila še bolj živo kot običajno. Slovenska podjetja s področja robotike so pripeljala svoje robote, študentje pa so jih sprogramirali za opravljanje različnih nalog. Dogodek je obiskalo mnogo obiskovalcev, ki so se zabavali ob predstavitvi robotskih aplikacij in spremljevalnem programu.



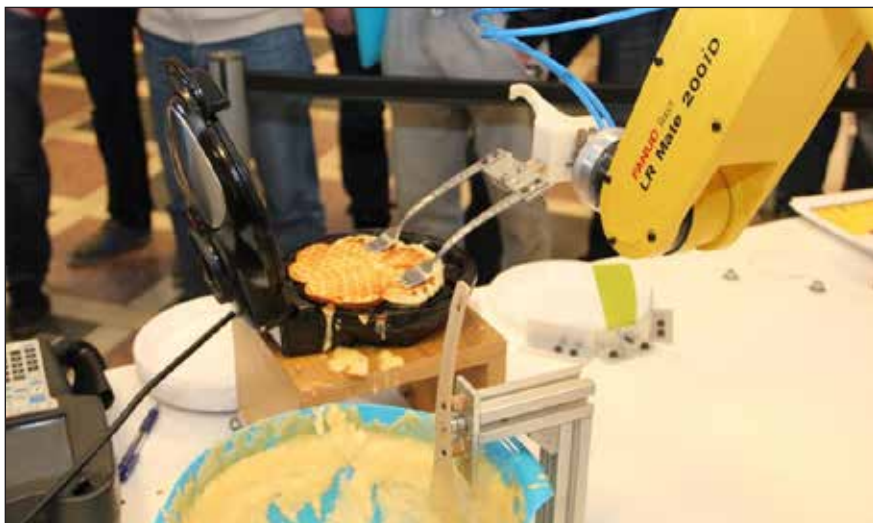
V ponedeljek, 31. 3., se je dogodek slovesno odprl z nagovori. Najprej je spregovoril študentski vodja ekipe DIR Marko Sitar, sledila pa sta mu prodekan izr. prof. dr. Tadej Kotnik in mentor ekipe DIR ter predstojnik Laboratorija za robotiko prof. dr. Marko Munih. Uvodnim svečanostim so sledila predavanja. Najprej je nasto-

Tekmovanje človeka in robota v igri »Wire-loop«. Pravila so preprosta – zmagata tisti, ki hitreje obkroži celoten napis brez dotikov.

je nastopila razglasitev najboljših na tekmovanju v »offline« programiranju robotskih celic. Naloga je bila sestavljena iz več podproblemov, vsebina pa se je nanašala na robotsko pripravo pogrinjka. Prvo me-

sto sta zasedla študenta Fakultete za strojništvo Dejan Knez in Armin Drozg. Ponedeljek se je zaključil ob druženju s sponzorji in pogostitvi.

Sledili so trije dnevi podobnega programa. Dopoldne so prihajali na ekskurzije dijaki srednjih šol (SŠTS Šiška, ŠC Krško Sevnica, Vegova, ŠC Celje, DIZ Jožef Stefan iz Trsta), popoldne pa so si robotske aplikacije lahko ogledali ostali obiskovalci. Vsak dan so bili na sporedu štirje termini za delavnice, katerih namen je bila bolj podrobna predstavitev delovanja celice, obenem pa je bilo udeležencem omogočeno, da sami poskusijo vodenje robota ali preprosto programiranje. Letošnja novost so bili tudi obiski vrtcev. Njihovi ogledi so bili povsem v znamenju zabave, vendar pa so bili najmlajši nad videnim prevzeti in so tako postali novi navdušenci nad roboti.



Robot med pripravo vaflja

pil akademik prof. dr. Tadej Bajd, ki je zbrane navdušil za celotno področje robotike, zraven pa je na poljuden način predstavil še njene osnovne zakonitosti. Občinstvo je zatem lahko prisluhnilo predavateljem iz treh slovenskih podjetij, ki so na kratko predstavila svoja področja delovanja ter podrobno razložila rešitve s področja avtomatizacije. Predavali so: Ana Laura Rednak in Matej Trtnik iz podjetja Plastika Skaza, iz LTH Ulitkov Vinko Drev in iz Helle Saturnus Marjan Brezarič. Po predavanjih



Najmlajši obiskovalci nestrpno čakajo, da bo robot ulovil njihovo žogo

Predstavljenih je bilo devet različnih robotskih aplikacij. Največ zanimanja je požela aplikacija »Vafli à la robot«, pri kateri so bili mimoidoči nagrajeni s slastnimi vafli in skodelico kave. Atraktivno je bilo tudi lovljenje žoge s košarkarskim košem, rezkanje v tablico čokolade in sledenje robota premikajočemu se napisu. Ostale aplikacije so bile zasnovane kot tekmovanje robota proti človeku in če se je slednji iz-

kazal za boljšega, smo ga nagradili s praktičnimi nagradami. Te aplikacije so bile: igranje namiznega hokeja, vodenje žogice po labirintu, podprtim s pnevmatskimi mišicami, ter igra »Wire-loop«.

V petek, 4. 4., se je DIR tradicionalno zaključil z obiskom podjetij z avtomatizirano proizvodnjo. Najprej smo si ogledali velenjsko Plastiko Skaza, ki s svojimi plastičnimi izdelki uspešno zalaga

trgovsko verigo Ikea, poleg tega pa razvijajo tudi lastne linije produktov (koš Organko, kuhinjski pripomočki Cuisine itd.). Sledil je ekskluziven ogled tovarne KLS Ljubno, saj ekskurzije niso v njihovi običajni praksi. Gre za uspešno podjetje z ogromno robo-



Robot ponudi osvežilno pijačo v zameno za nasmeh



Generalna sponzorja DIR 2014, »vklesana« v tablico čokolade

ti, ki proizvaja obroče za vztrajnike motorjev. Vaš avtomobil skoraj zagotovo vsebuje njihov obroč, saj sodelujejo z vsemi vidnejšimi avtomobilskimi znamkami. Na poti domov smo se ustavili še na trojanskih krofih.

Dogodek je bil uspešno izpeljan, obiskovalci pa zadovoljni. Ekipa DIR se zahvaljuje vsem udeležencem, sponzorjem in ostalim, ki so pomagali pri organizaciji. Hkrati obljublja, da bodo Dnevi robotike naslednje leto še boljši.

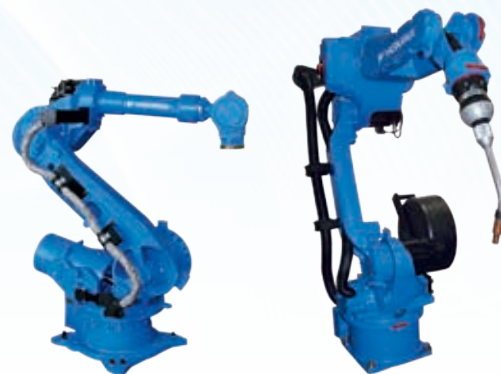
Ekipa DIR 2014



**USTVARJENI,
DA ZABLESTIJO
V VAŠI PROIZVODNJI.**

Industrijski roboti in komponente za avtomatizacijo japonskega podjetja YASKAWA so **natančni, hitri in zanesljivi**. Z njimi bodo vaši delovni procesi potekali tekoče in brez napak.

Povečajte produktivnost.
Zmanjšajte napake.
Prihranite čas.



Dan odprtih vrat na Institutu "Jožef Stefan"

Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT) je s pomočjo ostalih odsekov že osmič organiziral po sistemu obiskov, ki smo ga uvedli jeseni leta 2007.

Gospodarstvenike, raziskovalce, okoljske prebivalce, študente, dijake in šolarje smo povabili, da nas obiščejo ob Dnevu odprtih vrat, ki je potekal v soboto, 29. 3. 2014. Za potrebe obiskovalcev iz osnovnih in srednjih šol ter druge organizirane skupine smo Dan odprtih vrat razširili na Teden odprtih vrat v času Stefanovih dni, od 24. 3. do 29. 3. Kot lani je bil na Dan odprtih vrat organiziran brezplačen avtobusni prevoz, ki je obiskovalce vozil z Jamove na Reaktorski center v Podgorici in nazaj.

Teden odprtih vrat je v prostore instituta privabil več kot 1200 radovednežev, ki so izvedeli več o delu in sestavi Instituta ter dejavnostih posameznih laboratorijev. V enoti na Jamovi so si obiskovalci lahko ogledali tri različne programe predstavitev: 1. program: Snov, robotika (odseki F3, F1, F5, F2, CEM, F4, K9, E5, E1), 2. program: Bio-kemo-fiz (odseki K3, K1, B2, F9, K7,



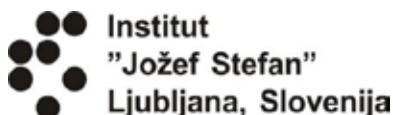
Utrinki iz dogajanja na dnevo odprtih vrat

B1, K6, F7, B3), 3. program: Znanje, sistemi, materiali in okolje (odseki K8, E9, E2, E3, K5, E6, O2, E7, E8). V enoti v Podgorici so bili na voljo za ogled prav tako trije programi: 1. program: Okolje, Hg-laboratorij, geokemika, pospeševalnik, 2. program: Jedrska tehnologija, reaktor Triga in 3. pro-

gram: Okolje – radiološki del.

Vsem obiskovcem bi se radi zahvalili za veliko zanimanje, vsem sredstvom javnega obveščanja pa za učinkovito razširjanje novice o Dnevu odprtih vrat.

Center za prenos tehnologij in inovacij



center za prenos tehnologij in inovacij
na Institutu "Jožef Stefan"



DE-STA-CO predstavlja svoj proizvodni program s showmobilom

Aprila 2014 se je na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani v okviru svoje promocijske poti po Sloveniji ustavil promocijski kombi, ki je preurejen tako, da na zelo nazoren način prikaže proizvodni program podjetja DE-STA-CO (www.destaco.com). Namen obiska je bil, da seznanimo tako zaposlene na fakulteti kot študente strojništva in bodoče inženirje s programom enostavnih in učinkovitih vpenjalnih naprav, ki jih odlikujeta natančnost in dobra ponovljivost gibov ter dolga življenjska doba.

Skozi proizvodni program DE-STA-CO sta nas popeljala Robert Kasalo, vodja projektov tehničnih aplikacij v podjetju DE-STA-CO Europe GmbH iz Nemčije, in Drago Lah, komercialist prodaje v podjetju Halder, d. o. o., ki na slovenskem tržišču zastopa izdelke blagovne znamke DE-STA-CO. Predstavnika obeh podjetij sta nam najprej pokazala in predstavila skupine izdelkov, med katere štejejo ročna in pnevmatska vpenjala, komponente za avtomatizacijo, prijemala, prijemalne prste in priseske. Za posamezne razstavljene komponente sta nam prikazala njihovo delovanje in varnost naprav.



Primeri pnevmatskih vpenjal serije 82M-3E



DE-STA-CO showmobil na dvorišču Fakultete za strojništvo

Posebnost in novost proizvodnega programa DE-STA-CO so pnevmatska vpenjala serije 82M-3E, ki imajo pnevmatično gnane gibe in je njihov kot gibanja mogoče enostavno nastavljati preko nastavitvenega vi-

jaka, kar predstavlja na tržišču zelo uporabno novost. Za ta vpenjala sta nam predstavnika v showmobilu prikazala njihovo dejansko delovanje in način nastavitve gibov.

*Dr. Mihael Debevec,
UL, Fakulteta za strojništvo*

Komponente za natančno, učinkovito in prilagodljivo AVTOMATIZACIJO.



Kako z minimalnim stroški povečati kapaciteto hidravličnega avtomata

Posodobitev hidravličnega avtomata za izdelavo snegolovov z elektronskim krmiljem je omogočila spreminjanje posamičnih delovnih ciklov naprave. Vendar je bila kapaciteta stroja še vedno premajhna, saj je stroj omogočal izdelavo samo 7 kosov snegolovov na minuto. Večjo kapaciteto je oviral hidravlični sistem, ki pri določeni frekvenci gibov ni zagotavljal ustreznega tlaka in toka olja.

Naprava oziroma linija je bila namensko izdelana za proizvodnjo snegolovov lastne konstrukcije podjetja. Na vходу v proces je odvijalnik traku z elektromotornim pogonom za odvijanje in tipalom nivoja odvitega traku oziroma zanke. Pnevmatični podajalnik traku je standardne izvedbe za dolžine od 500 do 800 mm podajanja. Prvo operacijo izvaja hidravlična stiskalnica s silo 200 kN, ki s pomočjo orodja izdela nekaj ojačitvenih reber in prebije odprtine za kasnejšo operacijo zakovanja. Na izhodu iz orodja naslednja enota odreže trak na obliko, ki je potrebna, da se lahko izvede zakovani spoj. Prijemalni cilindri ta del traku še pred odrezom vpne. Skupina hidravličnih cilindrov, ki nosijo orodja in so nameščeni okrog jedra trikotne oblike, trak skrivi v obliko trikotnika. Prosti konec traku s svojim nastavkom sede v odprtino, kjer se zakuje in tako nastane zahtevana oblika snegolova. Sistem se prilagaja glede na prosto dolžino vpenjalnega dela snegolova in z menjavo orodij tudi na končno obliko prostega dela, ki je seveda prilagojena obliki strešnikov.

Pri določenem številu gibov hidravličnih valjev je lahko vpenjalni valj zaradi padca tlaka v sistemu popustil oziroma se je profilirani trak premaknil. Zaradi tega je prihajalo do izmeta ali celo zastoja. Vsako napako delovanje avtomatiziranega stroja je pomenilo intervencijo de-

lavca, ki je bil zaposlen na drugem delovnem mestu. Kar je pomenilo istočasno izpad, ne samo delovna naprava za izdelavo snegolovov, ampak tudi delovne operacije na drugem delovnem mestu. Takšne prekinitve in pa izmetni kosji, ki pomenijo velik delež materialnih stroškov, so v velikem meri zniževali ekonomičnost celotnega podjetja.

Za rešitev nastalih problemov je bilo mogoče zamenjati obstoječi hidravlični agregat z novim oziroma obstoječemu vgraditi hidravlični akumulator.



Avtomat za izdelavo snegolovov s hidravličnim agregatom

Prva rešitev je pomenila dokaj velik finančni vložek in bistveno večjo porabo električne energije v času delovanja, kar bi povečalo strošek izdelave snegolova.

Druga rešitev je bila bolj prijazna. Pri analizi delovnega cikla je bilo ugotovljeno, da je premor pri porabi hidravličnega olja v času pomika traku s pnevmatičnim podajalnikom traku dokaj dolg in traja 4–5 s. V tem času bi lahko hidravlični agregat s hidravličnim akumulatorjem shranil do-

volj olja, ki bi se porabilo za gib valja pri vpenjanju traku.

Na osnovi izračunov o potrebni velikosti hidravličnega akumulatorja in dodatnih vgrajenih elementih se je izkazalo, da je finančni vložek v sistem hidravličnega akumulatorja in spremljajočih elementov samo 33 % vložka vrednosti novega agregata, stroški za električno energijo pa se ne bi povečali.

Ker je vpenjalni cilindri povzročal največ težav, je bilo potrebno s prigradnjo krmiljenih protipovratnih

ventilov zanesljivo onemogočiti popušcanje, četudi bi tlak padel pod dovoljeno vrednost.

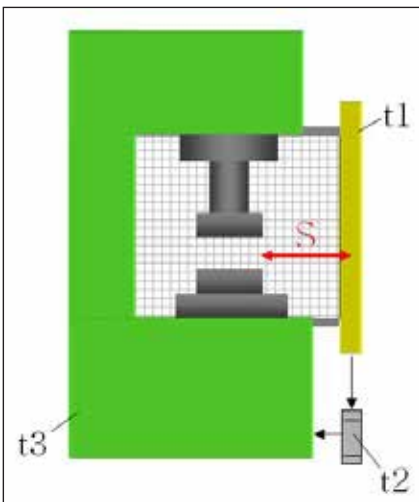
Rezultat tako rekonstruiranega hidravličnega sistema je ob skoraj 100-odstotni kakovosti procesa takoj prinesel 30-odstotno povečanje produktivnosti. Z optimizacijo posameznih ciklusov in minimalnim dvigom delovnega tlaka v sistemu pa še dodatnih 5 %.

*Vinko Faladore, dipl. inž.
zunanji sodelavec Mapro, d. o. o.*

Meritev časov zaustavitve strojev po ISO 13855 (EN 999)

Podjetje *FBS elektronik, d. o. o.*, je s svojo industrijsko senzoriko prisotno na slovenskem trgu že od leta 1988. Poleg izdelkov lastnega razvoja in proizvodnje pa trži tudi proizvode drugih uveljavljenih svetovnih proizvajalcev industrijske senzorike, komponent za avtomatizacijo in komponent za varnost v avtomatiziranih sistemih. Svojo ponudbo je podjetje dopolnilo z izvajanjem meritev časov zaustavitve strojev. Pridobljeni podatki meritev so osnova za izračun minimalne varnostne razdalje kjer morajo biti pozicionirani varnostni elementi, da preprečijo poseganje delavcev in operaterjev v nevarno delovno območje strojev. Načrtovalcem strojne opreme in vzdrževalcem pa pomagajo pri zagotavljanju varnosti v avtomatiziranih procesih, kjer je potrebno načrtovati ali preveriti ustrezno namestitev/pozicijo varnostnih komponent, kot so npr. dvoročni vklop, varnostne svetlobne zavesе, varnostni senzori.

Čas ustavljanja nevarnega giba stroja je ključen za stroje z nevarnimi gibi in za ustrezno izbiro ter pozicioniranje zaščitnih naprav, ki so namenjene varovanju operaterjev pri delu s strojem. Zaščitne naprave so lahko varnostni optični sistemi za zaznavanje prisotnosti (varnostne



Slika 1. Prikaz osnovnih parametrov za izračun varnostne razdalje – S



Slika 2. Mobilni sistem za merjenje

svetlobne zavesе, varnostni skenerji, varnostni senzori ...), varnostna kontaktna in brezkontaktna stikala ter sistem dvoročnega vklopa.

Minimalna varnostna razdalja se izračuna z upoštevanjem časa zaustavitve stroja, odzivnega časa zaščitne naprave in relejskih sklopov, dodatne razdalje (faktor globine penetracije) in privzete hitrosti pristopa.

Osnova za izračun varnostne razdalje (S) je standard ISO 13855 (EN 999). Za stiskalnico se npr. izračuna po enačbi (slika 1):

$$S = K \times T + C$$

kjer so:

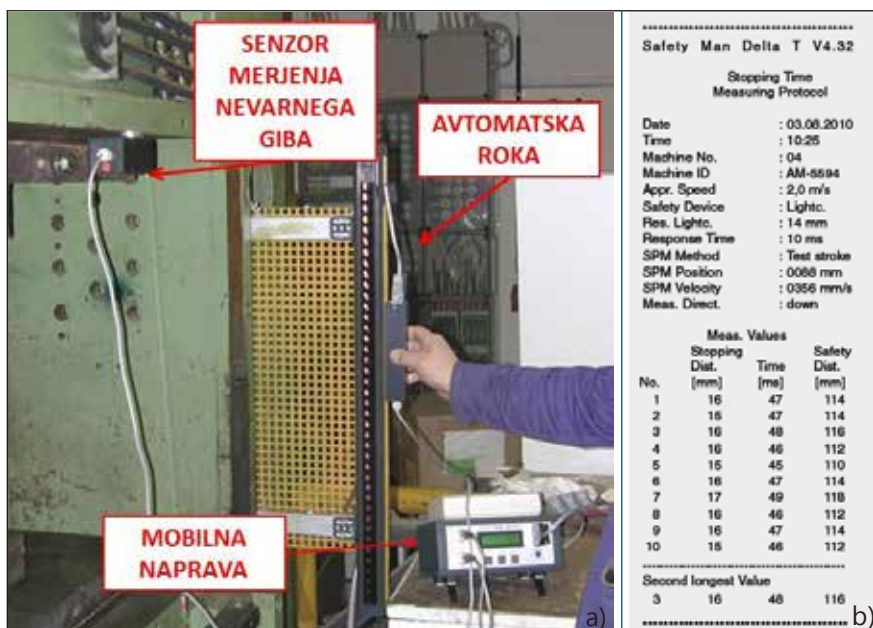
- S ... minimalna varnostna razdalja v mm,
- K ... konstanta približevanja nevarnemu delu 2 mm/ms,
- T ... skupni čas ($t_1 + t_2 + t_3$),
- t_1 ... odzivni čas svetlobne zavesе,
- t_2 ... odzivni čas varnostne komponente (varnostni rele),
- t_3 ... čas zaustavitve stiskalnice,
- C ... $8 \times (d - 14)$ mm,
- d ... resolucija varnostne svetlobne zavesе v območju od 4 mm do 40 mm.

Minimalna varnostna razdalja S ne sme biti manjša kot 100 mm. Če je rezultat pri izračunu minimalne varnostne razdalje večji kot 500 mm, se uporabi konstanta približevanja 1,6 mm/ms.

Minimalna varnostna razdalja mora biti takšna, da operater, preden se nevarni gib stroja ne ustavi, ne more seči v nevarno delovno območje stroja. Čas zaustavitve stroja (t_3) je odvisen vrste avtomatiziranega stroja, obrabe, spremenjene odzivnosti elektronskih komponent, spremembe orodij, modernizacije nekaterih delov in podobno. Zato je potrebno izvajati redne periodične meritve zaustavitvenih časov, s katerimi se ugotavljata ustreznost in pozicija nameščene varovalne opreme, saj se le tako zagotovi ustrezna varnost operaterjev pri delu s strojem.

Merjenje zaustavitvenih časov strojev in hitrosti nevarnega giba se izvajata z mobilno napravo Safety Man Delta – T (slika 2).

Z merjenji se izvede preizkus ustreznega delovanja varnostne opreme na strojih po direktivi 89/655/EWG o minimalnih varnostnih in zdravstvenih zahtevah za uporabo



Slika 3. Primer meritev na stiskalnici (a) in zapis rezultatov meritev (b)

delovne opreme delavcev. Rezultat opravljene meritve naprava poda skladno s standardom za izračun varnostne razdalje po EN/ISO 13855 (EN 999) (slika 3b). Mobilni sistem za merjenje je primeren za meritve na mehanskih stiskalnicah, hidravličnih stiskalnicah, robotih in podobno.

Pri merjenju posebna elektromehanska naprava aktivira varnostno svetlobno zaveso in sproži ustavitve nevarnega dela stiskalnice. Meritev se po DIN EN ISO 13855 ponovi 10-krat. Merilna naprava izmeri razdaljo, ki jo opravi nevaren gib dela stroja od sprožitve procesa ustavitve do

popolne ustavitve nevarnega giba stroja v mm in čas v ms ter izračuna minimalna varnostna razdalja v mm (slika 3b).

Slika 3 kaže uporabo avtomatske roke z zastavico za proženje zaustavitvenega procesa pri stiskalnici, ki je varovan z varnostno svetlobno zaveso. Na podlagi opravljene meritve se ugotovi pravilnost namestitve varnostne svetlobne zaveso oziroma ali je upoštevana zadostna varnostna razdalja njene namestitve od nevarnega dela giba stiskalnice.

Da pa bi se zagotovila največja možna varnost operaterjev in delavcev, je nujno spremljanje učinkovitosti zaustavitve strojev. Izvajanje meritev časov zaustavljanja se priporoča vsakih 6 mesecev.

Vir: FBS elektronik, d. o. o., Prešernova cesta 8, 3320 Velenje, tel.: +386 3 8983 700, fax.: +386 3 8983 718

www.fbselektronik.com, info@fbselektronik.com g. Damijan Smonkar, dipl. inž.

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

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

VRHUNSKA TEHNOLOGIJA,
 ZAGOTOVILO UČINKOVITOSTI



STÄUBLI

www.staubli.com

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Rexrothova pnevmatika na kataloški aplikaciji

Rexroth Pneumatics prenaša svoj osnovni program pnevmatičnih sestavin na tablico. Z do sedaj edinstveno aplikacijo bodo konstruktorji in projektanti pnevmatične valje, ventile in ustrezno opremo priklicali tudi na njihovem mobilnem iPadu. Na poslovnem potovanju, pogovoru s stranko ali v delavnici nova aplikacija pomaga konstruktorju ali vzdrževalcu, čeprav ne sedi za svojo delovno mizo. V vsakem trenutku lahko s svojega iPada dobi potrebne informacije o pnevmatičnih pogonih, ventilih in sestavinah za pri-

pravo stisnjenega zraka. S pomočjo navodil za oblikovanje vezij in programov za izračune lahko zasnuje ustrezno vezje. Kataloški listi, navodila za uporabo in ustrezni načrti zagotavljajo potrebne dodatne informacije. Ob pomanjkanju dodatnih informacij za odločitev o nakupu se lahko uporabnik neposredno, preko e-pošte, posvetuje s ponudnikom.

Kataloška aplikacija za pnevmatične "sestavine je do sedaj edinstvena ponudba na trgu", poudarja Christoph Becker, vodja prodaje Rexroth Pneu-

matics za Nemčijo. Stranke lahko sedaj udobno delajo tudi na potovanju in imajo vedno na razpolago ustrezne informacije. »Med poslovnimi pogovori lahko še bolje odgovorjamo na vprašanja naših uporabnikov,« pravi Becker. Aplikacijski katalog pnevmatike (PN Katalog) je od konca leta 2013 brezplačno na voljo v *Apple iTunes Store* v nemščini ali angleščini in uporaben pri tabličnih računalnikih s pogonskim sistemom *Apple iOS*. Androidna verzija je tudi že v načrtih.

Po O + P 58(2014)1–2, str. 8

Podatkovna omrežja na gospodarskih vozilih

Podjetje *Sensor-Technik Wiedemann (STW)* je na Agritechniki 2013 prikazalo, kako se lahko podatkovna omrežja realizirajo na gospodarskih vozilih. Pnevmatično gnan model je nazorno pokazal, kako se podatki zbirajo in na osrednjem mestu izkoriščajo. Različni viri podatkov iz merilnikov položaja, pospeška, tlaka, temperature itd., pa tudi tipkovnice, krmilne palice in zaslona tvorijo sistem. Sestavine so tako medsebojno usklajene, da se lahko vodijo na

osrednje krmilje. V njem obdelani podatki so izkoriščeni za krmiljenje 24 pnevmatičnih valjev za premikanje krakov hobotnice. Izdelovalci gospodarskih vozil so s tem dobili vzorec kako oblikovati gospodarne, transparentne, prilagodljive in zmogljive podatkovne sisteme. Podatki se zbirajo in vrednotijo. Za končnega uporabnika to pomeni, da lahko z enim sistemom doma na svoji pisalni mizi npr. optimira in dokumentira uporabo svojega gospodarske-

ga vozila, npr. stroja za ravnanje z odpadki, kombajnav ali podobnega stroja. Stroju se lahko posredujejo kakršne koli informacije ali se z njega prikličejo realni podatki. Vsi relevantni podatki so iz poenotениh virov na voljo na vsem svetu. Zahtevnost dokumentiranja, arhiviranja ali izguba podatkov tako postanejo preteklost.

Po O + P 58(2014)1–2 str. 7

HYDAC

Komponente in
hidravlični sistemi,
že 50 let!

Hydac d.o.o.,
Zagrebska c. 20,
SI-2000 Maribor
telefon: +386 [2] 460 15 20
email: info@hydac.si



Uspešno podjetje, ki skrbi za razvoj in tekoče izobraževanje vseh novosti na področju varilske stroke

Janez TUŠEK

Podjetje IPRO ING d.o.o., je primer uspešnega slovenskega podjetja, ki s svojo dejavnostjo zastopa tuje firme, prenaša njihovo znanje, novosti in razvoj v slovenska podjetja. Poleg tega podjetje IPRO ING d.o.o. omogoča izobraževanje zaposlenih v slovenskih podjetjih pri tujih predstavnikih v tujih podjetjih. To je prav gotovo eden od najcenejših in zelo uspešnih načinov prenosa tujega znanja v slovensko industrijo. Lastnika podjetja g. Janeza Hočevarja smo prosili za kratek intervju. Prijazno se je odzval in je skupaj s svojim sodelavcem Tomažem Čukom, prodajnim inženirjem, odgovoril na spodnja vprašanja, za kar se jima v imenu bralcev revije Ventil iskreno zahvaljujem.

Ventil: Prosim, da na kratko predstavite vaše podjetje, njegovo zgodovino, ustanovitelje, dejavnost, število zaposlenih, vaše trge, kupce in podobno.

J. Hočevar, T. Čuk: IPRO ING je specializirano slovensko podjetje za distribucijo industrijske opreme, strojev, naprav za celotno področje varilne tehnologije in spajanja ma-

ter dodatnih materialov (varilna žica, varilne elektrode, varilni prašek). Prav tako pokrivamo fleksibilno avtomatizacijo in robotizacijo varjenja in rezanja, opremo za zaščito delovnega okolja s sistemi za odsesavanje in odpraševanje, hitrozaporne spojke, projektiranje, montažo, servis, svetovanje, vzdrževanje in izobraževanje.

Začetki poslovanja segajo v leto 1980, ko je takratni vodilni distributer opreme za celotno področje bivše Jugoslavije – podjetje Metalka – ustanovilo več specializiranih družb za pokrivanje zastopstev. Podjetje Metalka Zastopstva Ipro d. o.

o., je bilo ustanovljeno v letu 1991. V letu 2006 smo našo dejavnost razširili z ustanovitvijo lastnega servisa varilne opreme, dve leti kasneje smo soustanovili šolo varjenja NU-WELD LINCOLN. Danes se s ponosom pohvalimo, da je podjetje IPRO ING d. o. o., kljub precejšnjim političnim, gospodarskim spremembam in lastniškemu preoblikovanju v več kot 30-letni zgodovini ohranilo vsa zastopstva ter s kakovostnimi industrijskimi programi priznanih svetovnih proizvajalcev postalo eden od pomembnih partnerjev slovenski industriji, hkrati pa razširjamo zastopstva tudi na Hrvaškem, v Bosni, Srbiji in na drugi tržiščih. Podjetje trenutno šteje 8 redno zaposlenih strokovnjakov z različnih področij, ki jih dopolnjujemo s številnimi zunanjimi sodelavci.

Z zastopanjem izključno priznanih blagovnih znamk proizvajalcev, kot so: Lincoln Electric, Merkle, Nederman, Walther Präzision, Nelson, Bug-O, Gce, Hypertherm idr., ohranjamo zanesljivo raven ponudbe kakovostnih izdelkov. Podjetje Lincoln Electric je eden od vodilnih svetovno priznanih proizvajalcev rešitev s področja varjenja s kar 119-letno tradicijo. Izpostavljam še švedsko



g. Tomaž Čuk

podjetje Nederman, ki je prvo v svetovnem merilu pričelo z izdelavo proizvodov za zaščito delovnega okolja. Z več kot 80-letnico obstoja se ponaša tudi podjetje Walther Präzision, ki izdeluje hitrozaporne spojke za vse medije.

Ventil: Dejavnost vašega podjetja bi lahko v grobem uvrstili na področje predstavništva in zastopstva tujih firm v Sloveniji. Prosim vas, pojasnite, kaj vi razumete z besedo predstavnik ali zastopnik tuje firme.

J. Hočevar, T. Čuk: Z več kot 30-letnimi izkušnjami z zastopanjem tujih podjetij smo s proizvajalci nadgradili pojem zastopstva in razvili zupanja vredne poslovne in osebne odnose. Prizadevamo si, da proizvajalce ne le predstavljamo, pač pa da dobre poslovne in tehnološke prakse iz tujih podjetij v čim večji meri implementiramo tudi v slovenska proizvodna podjetja. Industrijske probleme rešujemo projektno, po potrebi vključujemo pri uvajanju novih tehnologij tudi zunanje strokovnjake z različnih področij z jasno ciljno usmerjenostjo zadovoljnega in uspešnega kupca naših storitev in izdelkov. Vsakega kupca oz. naročnika obravnavamo individualno, strokovno in profesionalno. Če njegove želje sami ne moremo uresničiti, se posvetujemo s tujimi strokovnjaki.



Centralni odsesovalno odpraševalni sistem Niederman (varjenje, brušenje, poliranje, rezanje)

Ventil: Živimo v kriznih časih, v gospodarski krizi in recesiji. Ste predvsem trgovska organizacija, kar je v kriznih časih še težje. Kako vaše podjetje preživlja ta čas, kako se otepite recesije in kaj je vaš nasvet za izhod iz gospodarske krize?

J. Hočevar, T. Čuk: Drži, da se v kriznih časih soočamo s še večjimi izzivi kot v drugih panogah, saj so z gospodarskim krčem upadla investicijska naročila, številčnejša so konkurenčna podjetja, ki niso nujno strokovna in kakovostno ustrezna,

da kreditiranje podjetij ali plačilne nediscipline sploh ne omenjamo. Čudežnega nasveta za izhod iz gospodarske krize žal nimamo, želeli pa bi si, da politika prične končno ustvarjati pogoje, ki bodo našemu gospodarstvu omogočali doseganje večje mednarodne konkurenčnosti. IPRO ING d. o. o., vidi priložnost v optimizaciji in preoblikovanju poslovnih procesov, širitvi prodajnega programa ter osvajanju novih tržišč.

Ventil: Vse razvite države v svetu, Evropska skupnost in tudi Slovenija namenjajo kar nekaj denarja za raziskave in razvoj oziroma za sofinanciranje raziskovalnih projektov. Ali se vaše podjetje prijavlja na javne razpise za raziskovalne projekte, kako je na tem področju uspešno in kaj vi menite o takšnem načinu sofinanciranja raziskovalno-razvojnega dela, o državnih subvencijah podjetjem?

J. Hočevar, T. Čuk: IPRO ING d. o. o., se lahko v svoji poslovni tradiciji pohvali z veliko uspešno izpeljanimi projekti na področju avtomatizacije varjenja, robotizacije in odpraševanja v industriji. Naše delo temelji na visokih strokovnih merilih in standardih, ki se uporabljajo v industriji, in se tesno navezuje na raziskovalno-razvojno delo. Javne razpise za raziskovalne projekte spremljamo, žal pa pri neposredni pridobitvi sredstev doslej nismo bili najbolj uspešni. Partnersko sodelujemo in



Lincoln varilna konzola za varjenje po EPP postopku z inverterskima varilnima izvoroma AC/DC



Ročno obločno varjenje in obločno rezanje v različnih legah

spodbujamo naše kupce za črpanje tovrstnih sredstev in smo jim tako v pomoč pri pridobivanju novih tehnologij in opreme. Glede državnih subvencij podjetjem sem mnenja, da bi pomoč morala biti dodeljena bolj transparentno in po jasnih, vnaprej strokovno opredeljenih kriterijih.

Ventil: *V Sloveniji je poznano, da je sodelovanje med univerzitetno sfero in industrijo zelo skromno. Kakšno je vaše sodelovanje z univerzitetnimi in raziskovalnimi institucijami?*

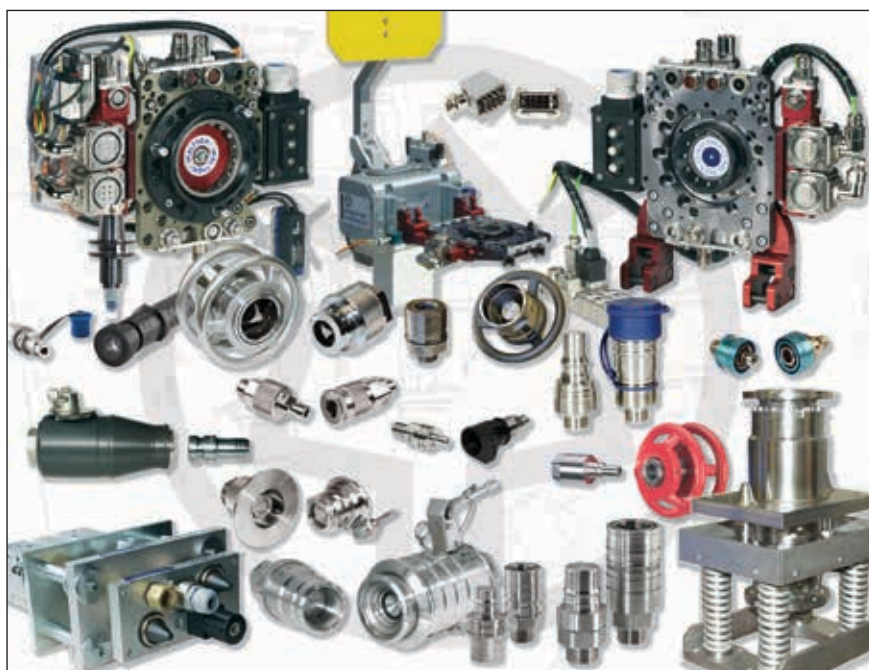
J. Hočevar, T. Čuk: Čeprav sodelujemo s kar precej institucijami in smo za različne oblike sodelovanja zelo odprti, bi si želeli in bi pričakovali boljše ter intenzivnejše prenose znanja na nove projekte. Ponosni smo, da smo uspeli univerzitetnim in raziskovalnim institucijam skozi leta uspešnega poslovanja podjetja IPRO ING donirati precej kakovostne opreme, sponzorirati različna strokovna srečanja in posvete in nenazadnje omogočiti opravljanje obvezne prakse dijakom in študentom. Sodelujemo s Fakulteto za strojništvo v Ljubljani in v Mariboru, z Inštitutom za kovinske materiale in tehnologije, Inštitutom za varilstvo, Qteho, Numipom, EADS Innovation Works Metallic Technologies & Surface Engineering, Kuko in številnimi drugimi uglednimi institucijami.

Ventil: *Koliko inženirjev s tehničnega področja je zaposlenih v vašem podjetju in koliko ste jih zaposlili v zadnjem letu? Kakšen profil inženirja v vašem podjetju potrebujete, kakšnega si želite in kakšnega pravzaprav dobite na trgu?*

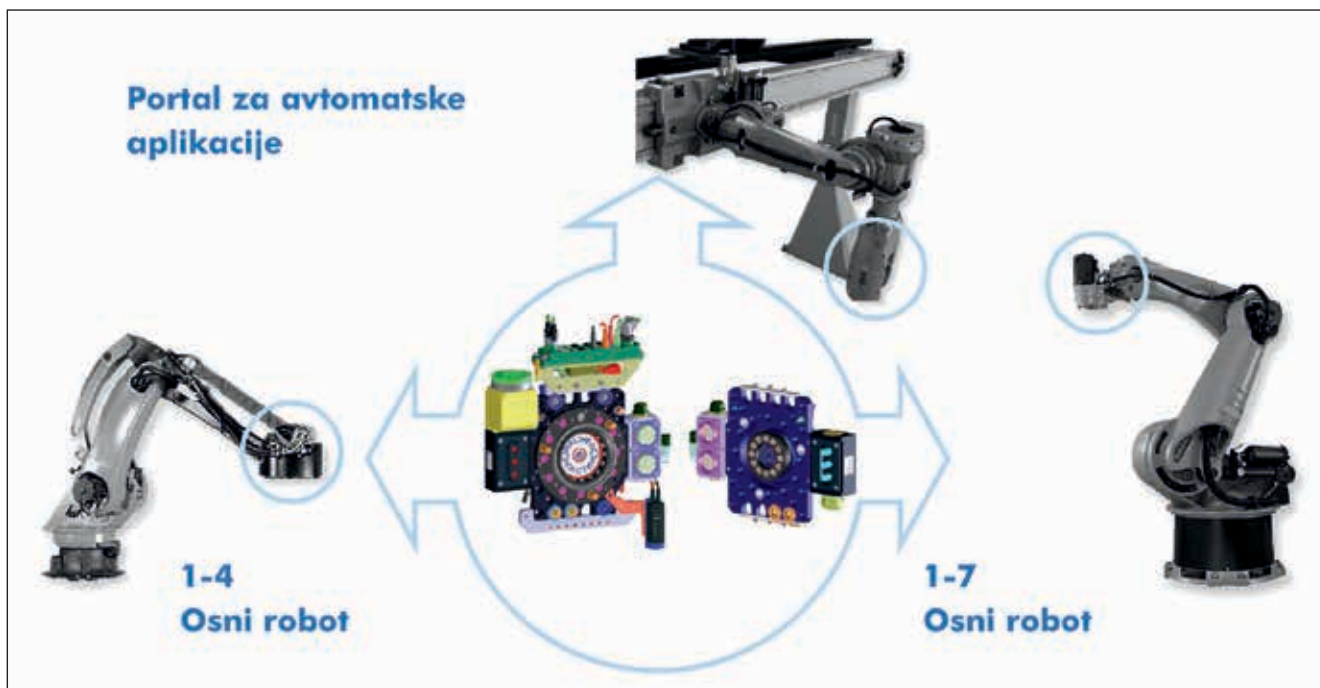
J. Hočevar, T. Čuk: Trenutno redno zaposlujeemo 2 inženirja s tehničnega področja, v zadnjem letu nismo uspeli zaposliti nobenega, bi pa potrebovali profil inženirja strojne, elektro ali metalurške smeri. Želeli bi izkušenega, prodajno usmerjenega tehničnega strokovnjaka z znanjem tujega jezika, vendar se v praksi te

zahteve običajno izključujejo. Prav zato namenjamo precejšen poudarek permanentnemu internemu izobraževanju kadra in na takšen način vzpostavljamo dolgoročno usposobljenost različnih profilov zaposlenih s pridobitvijo ustreznih strokovnih znanj.

Ventil: *Samo slovenski trg je za vsako uspešno podjetje premajhen. To še posebno velja za podjetja, ki proizvajajo tehnični proizvod, in v kriznih časih tudi za storitvene dejavnosti. Kje so vaši trgi in kupci. Ali ste prisotni tudi na tujih trgih?*



Hitrozaporne spojke za različne medije



Izmenjevalec orodij omogoča hitro menjavo orodij in večopravilnost robotov na proizvodnih linijah

J. Hočevar, T. Čuk: Kljub majhnosti ostaja slovenski trg za IPRO ING primaren. S svojimi kupci ohranjamo dolgoročna sodelovanja skozi desetletja. Uspešni smo pri pridobivanju novih kupcev, ki sta jim pomembna strokovnost in znanje, cenijo zanesljivost, kakovost opreme, materialov ter storitev, ki jih nudimo. Kot zaupanja vreden partner smo se izkazali tudi na tržiščih bivših jugoslovanskih republik, v zadnjem času pa smo uspešno izpeljali nekaj pilotskih projektov na avstrijskem tržišču.

Ventil: V današnjem času brez inovacij, patentov in izboljšav dolgoročno ne more preživeti nobeno podjetje. Kako vi vodite to področje in kako motivirate zaposlene?

J. Hočevar, T. Čuk: Naše kupce in poslovne partnerje poskušamo motivirati, da razmišljajo inovativno z uvajanjem novih tehnologij in opreme. Zaposlene pa za izredno pomemben proces inovativnosti skušamo spodbuditi s šolanjem pri dobaviteljih ali drugih inštitucijah.

Ventil: Izobraževanje je za vsako podjetje izjemno pomembno. Kako imate pri vas to urejeno? Ali se izobražujete tudi v tujini? Kako izobražujete kupce vaših proizvodov?

J. Hočevar, T. Čuk: Omogočamo šolanje kadra z različnih strokovnih področij doma in v tujini, običajno pri naših dobaviteljih. S stalnim vlaganjem v izobraževanje spremljamo najnovejše zahteve proizvodnih procesov, kar se izraža v sodelovanju z našimi partnerji. Naše osnovno vodilo je postati in ostati strateški in sistemski partner v celovitem proizvodnem procesu, v trženju in

svetovanju pri tehnološko-tehničnih zahtevah. S kompleksnim pristopom in obsežnim programom zagotavljamo celovite rešitve našim partnerjem, ki vključujejo tudi izobraževanje naših kupcev. IPRO ING večkrat letno tradicionalno prireja in sodeluje pri različnih strokovnih dogodkih z izobraževalno vsebino v sodelovanju s svojimi dobavitelji opreme ali samostojno. Izvajamo tudi individualna ali



Potrošni materiali za varjenje

skupinska izobraževanja in demonstracije delovanja ter optimalnega upravljanja opreme pri kupcih.

Ventil: Zagotavljanje kakovosti je v vseh dejavnostih močno povezano z različnimi certifikati, atesti, dovoljenji in podobnim. Vrednost vseh teh »papirjev« je v največji meri odvisna od ugleda institucije, ki jih izda. Kako je to rešeno v vašem podjetju? Od katerih institucij ste pridobili določene »papirje«, povezane z zagotavljanjem kakovosti?

J. Hočevar, T. Čuk: Podjetje želimo dvigniti še na višjo kakovostno raven, zato smo trenutno v procesu pridobitve ISO standarda. V našem prodajnem programu tržimo izključno priznane dobavitelje, ki kakovost svojih izdelkov zagotavljajo z vsemi potrebnimi certifikati za prodajo na evropskem tržišču in poslujejo skladno z ISO standardi. Še več: kupcem omogočamo tudi pridobitev specializiranih certifikatov na osnovi njihovih zahtev.

Ventil: Mnogim podjetjem in tudi posameznikom je zelo pogosto odveč uvaja-

nje sistemov za zagotavljanje kakovosti po raznih standardih. Ko so ti uvedeni, se je pogosto zelo težko ravnati po njihovih pravilih. Kako vam to uspeva in kako vam je zaposlene uspelo prepričati, da delujejo v skladu s standardi?

J. Hočevar, T. Čuk: Drži, da je že uvažanje kakovosti po standardih dolgotrajen proces, ki zahteva od vseh sodelujočih precej discipline in napora. Dolgoročno zagotavljanje delovanja visoko zastavljenega sistema kakovosti pa je trajna naloga vodstva podjetja. Izkušnje so pokazale, da je uspeh podjetja bistveno večji, če poslušamo skladno s standardi. Seveda pa morajo pri uvajanju in tudi pri izvajanju standardov kakovosti zavestno in zavzeto sodelovati vsi zaposleni. V celotni vertikalni in horizontalni verigi podjetja ne sme biti šibkega člena.

Ventil: Kako spremljate razvoj na področjih, ki jih zastopate? Ali vas podjetja, ki jih zastopate, vključujejo v razvoj proizvodov ali celo v kakšne razvojne aktivnosti?

J. Hočevar, T. Čuk: Poleg rednega izobraževanja in spremljanja strokovne literature spremljamo razvoj na področjih, ki jih zastopamo tudi direktno pri dobaviteljih, ki nam nudijo ekspertno znanje razvojnih oddelkov predvsem pri svetovanju in pripravi rešitev na ključ, ki jih nudimo svojim kupcem. Sodelovanje z dobavitelji poteka tudi z vključevanjem naših strokovnjakov v razvojne aktivnosti podjetij, predvsem pri projektih avtomatizacije poslovnih procesov, uporabe novih materialov, visoko produktivnih procesov varjenja in spajanja materialov in podobnem.

Ventil: Spoštovani g. Janez Hočevar in spoštovani g. Tomaž Čuk, prav lepa hvala za vaš pristonek za sodelovanje z revijo Ventil. Želimo vam še naprej uspešen razvoj podjetja, uspešno vodenje v osebno zadovoljstvo in v zadovoljstvo vseh vaših zaposlenih.

Prof. dr. Janez Tušek,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

IPRO ING d.o.o.

- Varilna oprema in varilni materiali vodilnega svetovnega proizvajalca **LINCOLN ELECTRIC**
- Varilna oprema proizvajalca **MERKLE** - Nemčija
- Širok izbor dodatnih materialov za varjenje
- Industrijsko odsesovanje in odpraševanje - **NEDERMAN**
- Hitro zaporne spojke za vse aplikacije in različne medije
- Avtomatizacija varjenja
- Implementacija in integracija varilnih sistemov in tehnologij na robotskih aplikacijah

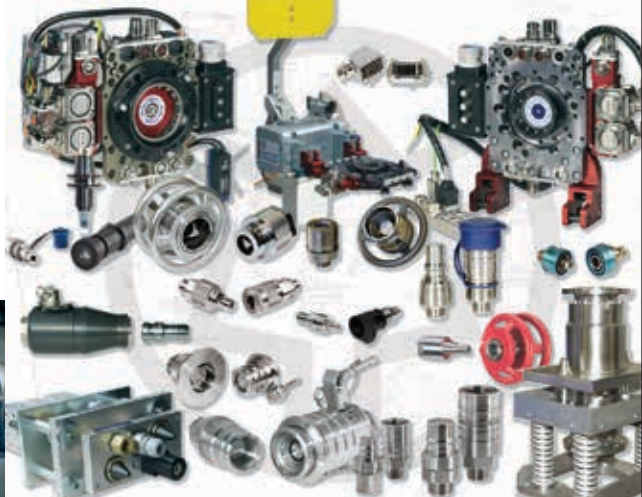
**LINCOLN
ELECTRIC**

Nederman

MERKLE

**walther
präzision**
Quick Coupling Systems

V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI



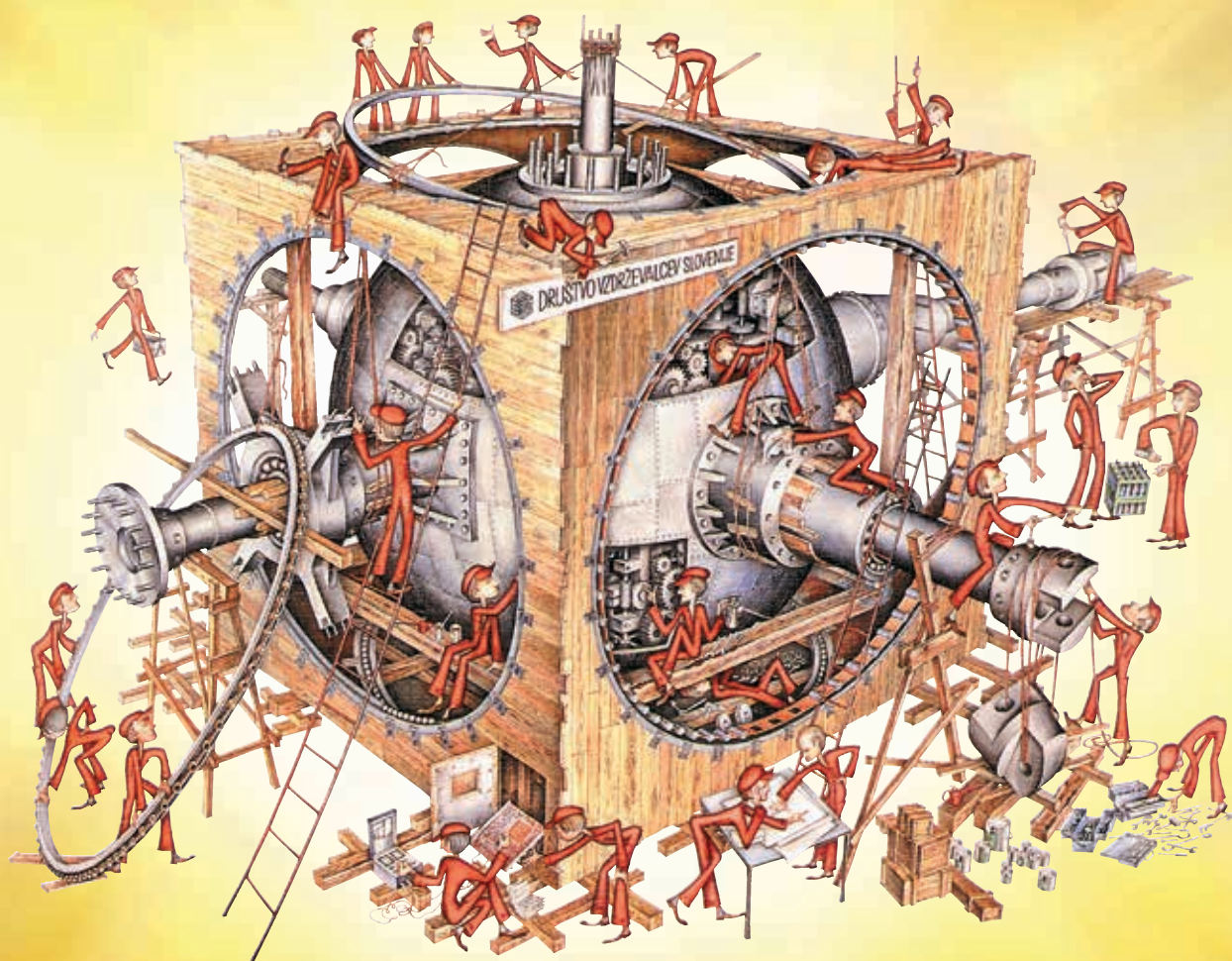
Servis varilne opreme

Pooblaščen zastopnik za Slovenijo:
IPRO ING d.o.o., Tel.: 01/56-11-045, info@ipro.si, www.ipro.si



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

DVS



NASVIDENJE na

**24. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU
VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**

ki bo 16. in 17. oktobra 2014 | www.tpvsi.si

Raziskave izkoristka plinskega batnega akumulatorja v vodnohidravličnem sistemu

Franc MAJDIČ, Andrej BOMBAČ

Izveček: Prispevek prikazuje razvoj novega plinskega batnega akumulatorja, primerneza za vodno in oljno pogonsko-krmilno hidravliko. Maksimalen delovni volumen akumulatorja je 4 litre, najvišji dopustni tlak je 390 bar. Prototip akumulatorja je bil zasnovan in izdelan v Laboratoriju za fluidno tehniko ter certificiran v skladu z evropsko direktivo PED 97/23/EC. Z eksperimentalno raziskavo izkoristka dela batnega plinskega akumulatorja smo analizirali sledeče vplive: (i) trajanje posameznih termodinamskih preobrazb dušika (hitre in počasne), (ii) vrsta hidravlične kapljevine (destilirana voda in mineralno hidravlično olje), (iii) tlak predpolnitve dušika (30, 60 in 90 bar) in (iv) lega akumulatorja (horizontalno in vertikalno). Pri tem so bile ugotovljene velike razlike med izkoristki akumulatorja v odvisnosti od trajanja posamezne preobrazbe in tlaka predpolnitve plina (najvišji izkoristek (95 %) je bil izmerjen v primeru počasne preobrazbe plina pri najvišjem tlaku predpolnitve dušika (90 bar)), medtem ko imata hidravlična kapljevinna in lega akumulatorja zanemarljiv vpliv.

Ključne besede: pogonsko-krmilna hidravlika, voda, mineralno hidravlično olje, batni hidravlični akumulator, termodinamski proces, politropna preobrazba, izkoristek

■ 1 Uvod

Pogonsko-krmilna hidravlika predstavlja pomembno področje strojništva [1–3], kjer lahko večje količine škodljive hidravlične kapljevine v primeru nesreč ali razlitij povzročijo ekološko katastrofo [4]. Dobro je poznano dejstvo, da kljub ustreznemu vzdrževanju dnevno prihaja do izlitiš škodljivih hidravličnih kapljev in v okolico [5]. Uporaba vode kot hidravlične kapljevine pa pomeni velik napredek v smeri varovanja naravnega okolja in pitnih voda. Pri uporabi vode kot hidravlične kapljevine so drugačne predvsem dinamične in mazalne lastnosti, to pa zahteva izbiro novih materialnih parov glede triboloških lastnosti in drugačno

konstrukcijsko zasnovano vodnohidravličnih sestavin in sistemov [6].

Prva industrijska hidravlična naprava, hidravlična stiskalnica, patentirana leta 1795, je za svoje delovanje potrebovala vodo brez dodatkov [7]. Leta 1851 je Armstrong [8] na osnovi Bramahove ideje o visokotlačni batni črpalki (iz leta 1812) izumil hidravlični akumulator. Po tej iznajdbi se je hidravlični akumulator začel množično uporabljati za dušenje nihanja tlakov [9] in za shranjevanje [10, 11] hidravlične energije. Po pojavu mineralnega hidravličnega olja na trgu leta 1906 se voda kot hidravlična kapljevinna skoraj sedemdeset let ni več uporabljala [6]. Danes je že najti na trgu nekaj preprostejših vodnohidravličnih sestavin in sistemov. V primerjavi z oljnohidravličnimi sistemi pa primanjkuje veliko kompleksnejših sestavin za gradnjo zahtevnejših industrijskih vodnohidravličnih sistemov [12]. Glede na zapisano je jasno, da je nujno raz-

viti nove vodnohidravlične sestavine. Vodnohidravlični plinski batni akumulator je ena od sestavin, ki se uporablja v večini hidravličnih sistemov, a še vedno primanjkuje znanja o razvoju in obnašanju teh akumulatorjev [12]. Poleg omenjenega je v literaturi [13] najti izboljšave izkoristka hidravličnih akumulatorjev z uporabo toplotne regeneracije znotraj akumulatorja z različnimi polnili.

Omenjeni razlogi so nas motivirali za razvoj novega batnega plinskega akumulatorja za uporabo v vodni hidravliki, kar pogojuje nekaj posebnih zahtev. Relativno »slaba« hidravlična kapljevinna, kot npr. voda, predstavlja nevarnost pojava večjega trenja in obrabe drsnih površin, kar pri zasnovi novega batnega akumulatorja narekuje poznavanje triboloških razmer, možnost obdelave in ceno.

Prispevek prikazuje rezultate eksperimentalne raziskave novega batne-

Doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., doc. dr. Andrej Bombač, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

ga plinskega akumulatorja, ki je bil zasnovan in izdelan v Laboratoriju za fluidno tehniko. Meritve na novem hidravličnem akumulatorju so bile izvedene pri uporabi dveh kapljev (destilirana voda in mineralno hidravlično olje), pri treh različnih tlakih predpolnitve dušika (30, 60 in 90 bar), s štirimi različnimi termodinamskimi procesi (cikel 1, cikel 2, cikel 3 in cikel 4) in dvema različnima legama akumulatorja (horizontalno in vertikalno). Rezultati meritev kažejo izrazite razlike med izkoristki naprave in razvrščajo posamezne vplive glede na izkoristek. Najvišji izkoristki so tako bili izmerjeni pri počasnih termodinamskih preobrazbah in visokih tlakih predpolnitve plina, medtem ko lega akumulatorja in vrsta hidravlične kapljevine nimata pomembnejšega vpliva.

■ 2 Eksperimentalni del

2.1 Prototip – hidravlični akumulator

Novi vodnohidravlični batni plinski akumulator (slika 1) je bil zasnovan tako [17], da je lahko preprosto zamenjati tesnila ter testirati tribološko in hidravlično obnašanje drsnega kontakta znotraj batnega hidravličnega akumulatorja pri uporabi vode



Slika 1. Prototip vodnohidravličnega batnega plinskega akumulatorja

oziroma hidravličnega olja. Testirani akumulator ima maksimalen delovni volumen 4 litre in najvišji dopustni tlak 390 bar. Prototip akumulatorja je bil izdelan in certificiran v skladu z evropsko direktivo PED 97/23/EC. Hidravlični batni akumulator sestavljajo: bat s posebnimi tesnili in vodilnima obročema za dušik in vodo, cev, batnica, dva končna pokrova, dve temperaturni in dve tlačni zaznavali ter merilnik pomika bata. Nujna dodatna oprema so še prednastavljeni tlačni reducirni ventil in dva zaporna ventila.

2.2 Preizkuševališče

Slika 2 prikazuje vodno preizkuševališče (a) s plinskim akumulatorjem v vertikalni legi (b), na sliki 3 pa je prikazana hidravlična funkcijska

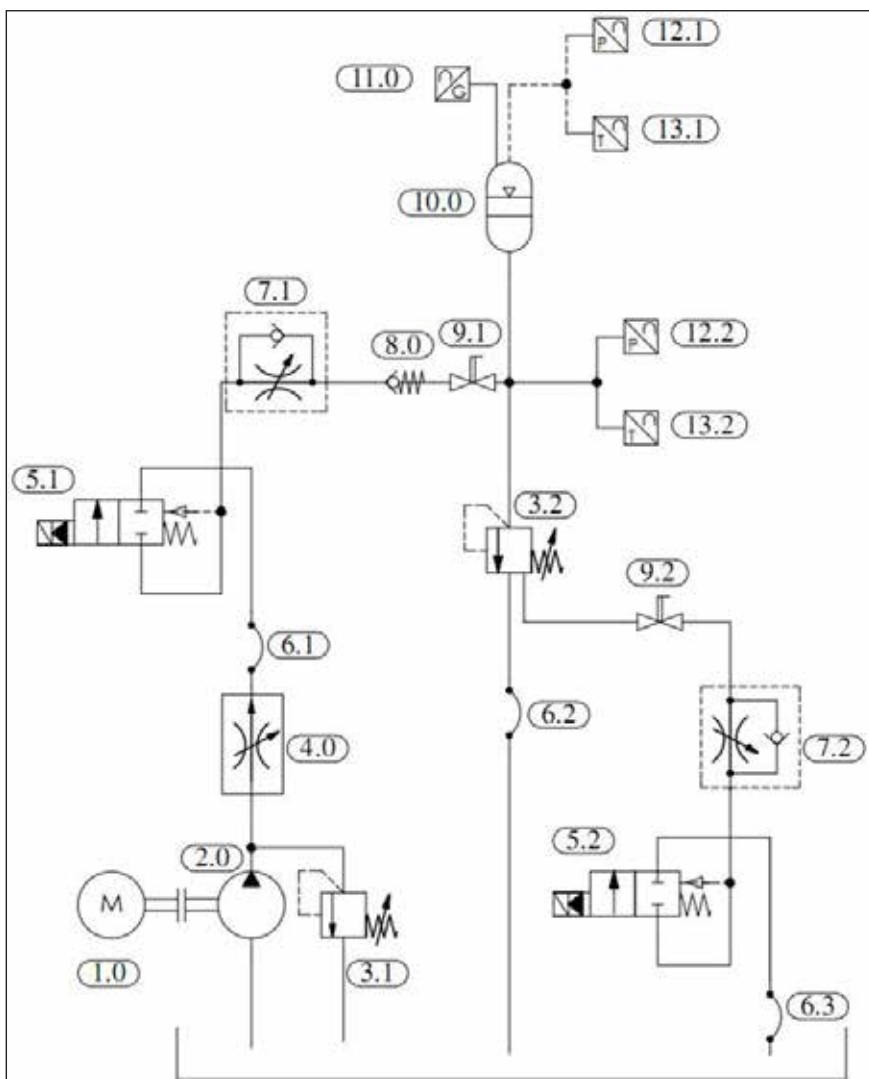
shema vodnohidravličnega preizkuševališča, ki je bilo uporabljeno za raziskave novega akumulatorja. Batni plinski akumulator je bil testiran z vodo na vodnem preizkuševališču in z mineralnim hidravličnim oljem na oljnem hidravličnem preizkuševališču, ki je bilo funkcionalno enako vodnemu (slika 3). Vodnohidravlično preizkuševališče sestavljajo: rezervoar, vrstna batna črpalka (poz. 2.0) s pogonskim elektromotorjem (poz. 1), glavni tlačni omejitni ventil (poz. 3.1), tokovni ventili (poz. 4.0, 7.1 in 7.2), 2/2-potna ventila (poz. 5.1 in 5.2), protipovratni ventil (poz. 8.0), prototip hidravličnega batnega akumulatorja (poz. 10.0), dve tlačni zaznavali (poz. 12.1 in 12.2), dve temperaturni zaznavali (poz. 13.1 in 13.2) in merilnik pomika bata plinskega akumulatorja (poz. 11.0). Najvišji tlak, ki je bil nastavljen na tlačnem omejitnem ventilu (poz. 3.1), je bil 150 bar. Tlaki in temperature plina in kapljevine ter pomik bata akumulatorja so bili merjeni in nadzirani z lastnim programom, razvitim v Laboratoriju za fluidno tehniko. Vodno- in oljno-hidravlično preizkuševališče sta bili v celoti sestavljeni iz sestavin, dostopnih na tržišču. Meritve so bile izvedene z destilirano vodo in mineralnim hidravličnim oljem ISO VG 46 [18].

2.3 Testirani parametri

Nov vodnohidravlični batni akumulator je bil testiran v različnih kombinacijah uporabljenih hidravličnih kapljev, različnih tlakov predpolnitve plina, položajev akumulatorja in različnih termodinamskih procesov. Kombinacije so povzete shematično na sliki 4. Aplikacijo osnovnih zako-



Slika 2. a) Vodno preizkuševališče, ki je preko gibke cevi povezano z batnim plinskim akumulatorjem v vertikalni legi.



Slika 3. Hidravlična funkcijska shema preizkuševališča

nitosti termodinamike, kot je prenos toplote, je najti na številnih področjih [19] industrijske dejavnosti, kjer se intenzivnost procesa posredno lahko opiše kot časovna odvisnost. Termodinamski proces je v osnovi zaporedje posamičnih termodinamskih preobrazb, ki si sledijo. Termodinamske preobrazbe plina lahko obravnavamo glede na trajanje same preobrazbe (kompresija, ekspanzija) po viru [15] z modelom za idealni plin:

$$p V^n = m R T \quad (1)$$

kjer pomenijo: p – tlak plina [N/m^2], V – volumen plina [m^3], T – absolutna temperatura [K] in R – plinska konstanta plina (N_2) [J/kgK]. V literaturi [5,15] je najti priporočila glede načrtovanja in snovanja plinskega batnega akumulatorja, obravnava kompresije oziroma ekspanzije plina pa je vezana na izmenjavo toplo-

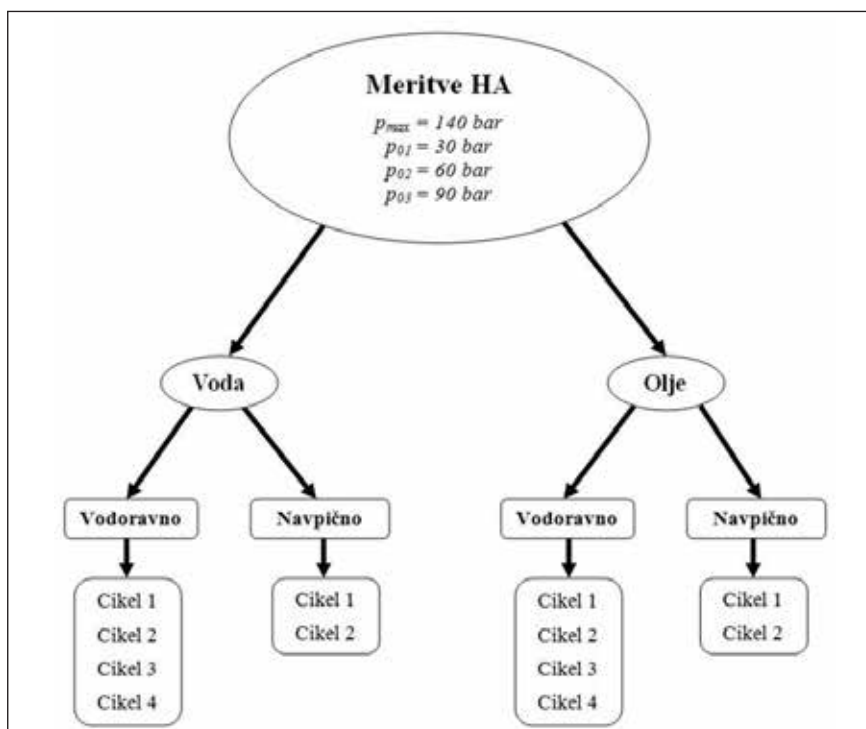
te z okolico. Tako je počasnejša preobrazba ($t \geq 180$ s) obravnavana kot izotermna preobrazba (eksponent politrope je v tem primeru $n = 1$).

Pri hitri kompresiji/ekspanziji plina, kjer je trajanje preobrazbe krajše ($t < 60$ s), pa je preobrazba obravnavana kot adiabatna (eksponent politrope je za dvoatomni plin (dušik v našem primeru) $n = 1,4$). Pri trajanju kompresije/ekspanzije med ($60 \leq t \leq 180$ s) velja preobrazba kot politropna z eksponentom politrope ($1 \leq n \leq 1,4$), pri čemer je eksponent odvisen od trajanja preobrazbe $n = -\frac{1}{300}t + 1,6$. V nadaljevanju so bili izvedeni naslednji termodinamični cikli (slika 5):

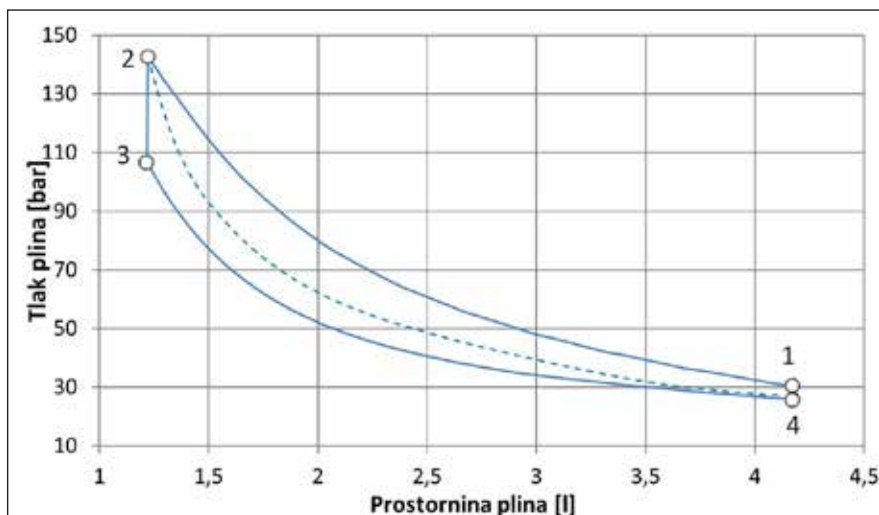
cikel 1: hitra kompresija 1–2, izohorno ohlajanje plina 2–3 (3 min), hitra ekspanzija plina 3–4 in ponovno izohorno segrevanje plina 4–1 (3 min);

cikel 2: srednje hitra kompresija 1–2, izohorno ohlajanje plina 2–3 (3 min), srednje hitra ekspanzija 3–4 in ponovno izohorno segrevanje plina 4–1 (3 min);

cikel 3: počasna kompresija 1–2, izohorno ohlajanje plina 2–3 (3 min), počasna ekspanzija 3–4 in ponovno izohorno segrevanje plina 4–1 (3 min).



Slika 4. Testirani parametri vodnohidravličnega batnega plinskega akumulatorja



Slika 5. Termodinamski proces batnega plinskega akumulatorja

Vsem trem ciklom je skupno izohorno ohlajanje 2–3 po kompresiji 1–2 in po ekspanziji plina 3–4 izohorno segrevanje plina 4–1 do začetne temperature, kot je razvidno iz primera krožnega procesa na sliki 5.

cikel 4: hitra kompresija plina 1–2, ki ji sledi takojšnja hitra ekspanzija plina 2–4 in izohorno segrevanje plina 4–1 do začetne temperature.

Izkoristek pri vseh omenjenih procesih je definiran kot razmerje med pridobljenim delom pri ekspanziji plina (W_{eks}) v batnem akumulatorju in vložnim delom pri kompresiji plina (W_{kom}).

■ 3 Rezultati meritev in analiza

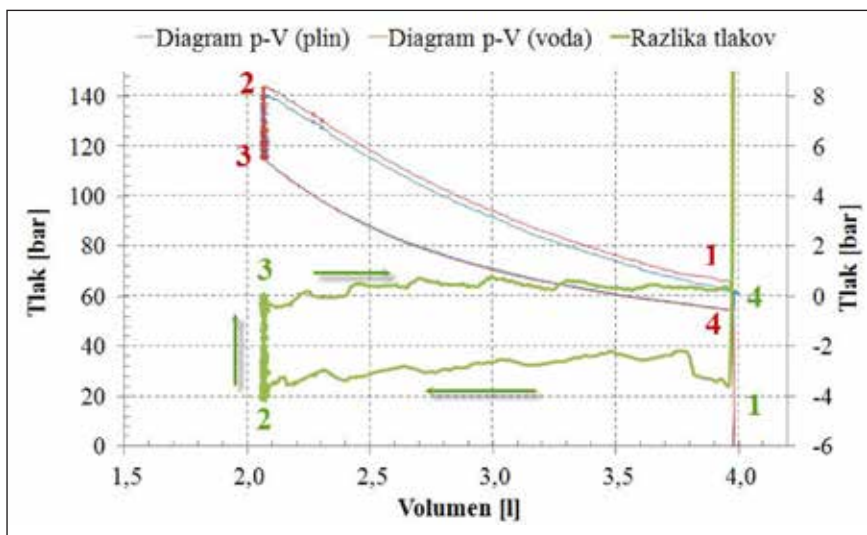
3.1 Trenje tesnil

Že pri montaži bata in batnice v ohišje akumulatorja smo zaznali trenje tesnil. Na to opozarjajo tudi v literaturi [9, 15], kjer je predstavljena primerjava poteka tlaka plina in kapljevine pri različnih tesnilih.

Slika 6 prikazuje izmerjeno razliko tlakov pri termodinamičnem ciklu 1 in predpolnitvi dušika 60 bar na vodnohidravličnem sistemu v horizontalni legi hidravličnega akumulatorja. Na podlagi izmerjene razlike tlakov med plinsko in vodno stranjo lahko v diagramu p - V s trapezno metodo izračunamo izgubljeno delo zaradi trenja tesnil. Tako znašajo izgube dela zaradi trenja pri kom-

presiji za omenjeni primer 291 J, pri ekspanziji pa zgolj 98 J; glej *tabela 1*, kjer so prikazane vrednosti in spremljajoči parametri še za tlaka predpolnitve 30 bar in 90 bar za cikel 1 za vodnohidravlični sistem in sistem z mineralnim hidravličnim oljem.

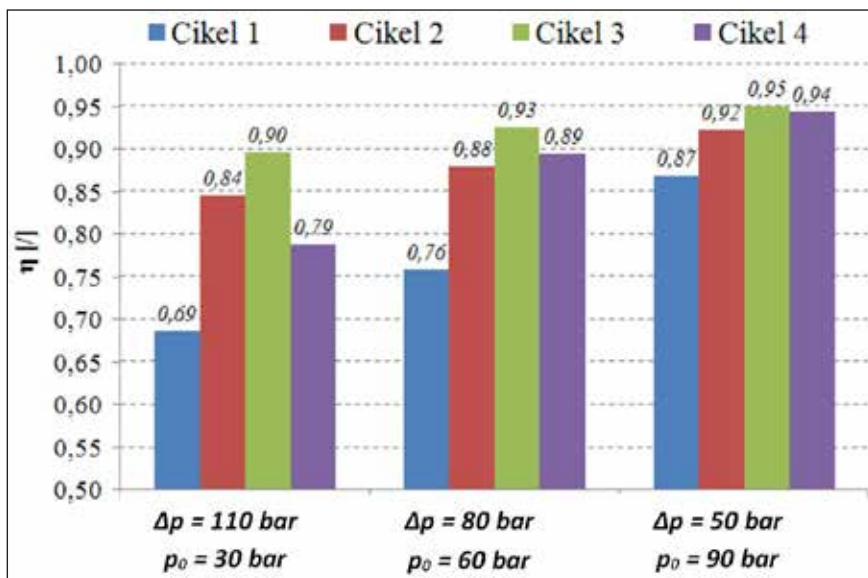
Ob predpolnitvi dušika s tlakom 60 bar je zelo velika razlika med izgubljenim delom v fazi kompresije v primerjavi s fazo ekspanzije. Razlog za približno do 3-krat nižjo vrednost pri ekspanziji plina v vodnohidravličnem sistemu je lahko v različnih triboloških lastnostih kontaktne para (tesnila/površina valja). Pri ekspanziji plina se bat pomika po »mokri« površini, ki je bila pred tem v kontaktu z vodo, medtem ko pri kompresiji tesnila nalegajo na »suho« površino. Izgube dela zaradi trenja tesnil pa predstavljajo, glede na celotno vloženo delo pri kompresiji plina, 1,6 %, medtem ko znašajo pri ekspanziji plina približno 0,7 %. Prikaz izgube zaradi trenja tesnil v diagramu p - V podaja slika 5, posamične vrednosti so prikazane v



Slika 6. Izmerjena razlika tlakov pri ciklu 1 in predpolnitvi 60 bar na vodnohidravličnem sistemu v horizontalni legi

Tabela 1. Izgube dela zaradi trenja pri kompresiji in ekspanziji plina v batnem akumulatorju

P_0	Cikel 1, voda – N_2					Cikel 1, hidravlično olje – N_2				
	trajanje preob. t_k [s]	$W_{izg,kom}$ [J]	trajanje preob. t_e [s]	$W_{izg,eks}$ [J]	$W_{izg,kom} / W_{izg,eks}$	trajanje preob. t_k [s]	$W_{izg,kom}$ [J]	trajanje preob. t_e [s]	$W_{izg,eks}$ [J]	$W_{izg,kom} / W_{izg,eks}$
30	25,6	209	24,5	35	5,97	16,3	175	20	519	0,337
60	15,5	291	33,4	98	2,96	15,8	553	5,3	447	1,23
90	20,5	208	20,2	89	2,34	15,3	511	7,7	153	3,34



Slika 7. Vpliv tlaka predpolnitve in procesa na izkoristek hidravličnega batnega plinskega akumulatorja na vodnohidravličnem sistemu; horizontalna lega

tabeli 1. Pri tlaku predpolnitve dušika 30 bar je opisano razmerje celo 6-kratno v vodnohidravličnem sistemu. Podobno je pri uporabi batnega akumulatorja v oljnohidravličnem sistemu pri višjih tlakih, medtem ko je najti izrazito nasprotje pri najnižjem tlaku predpolnitve, skoraj trikrat manjše izgube dela zaradi trenja.

3.2 Vpliv tlaka predpolnitve dušika in vrste termodinamičnega procesa na delovanje batnega plinskega akumulatorja

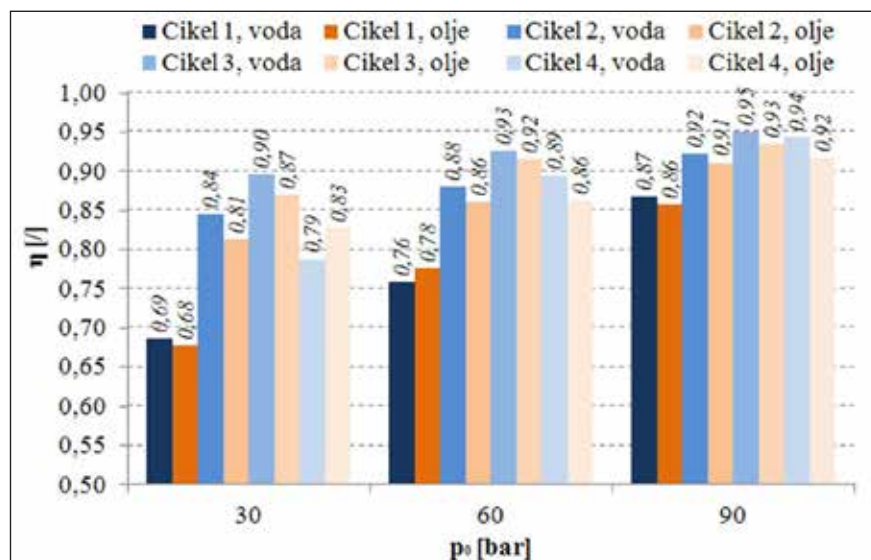
Na sliki 6 je razviden vpliv tlaka predpolnitve in vrste termodinamičnega procesa (pogl. 2.3) na izkoristek akumulatorja, merjen na vodnohidravličnem sistemu. Pri vseh štirih ciklih se je izkazalo, da se izkoristek z dviganjem tlaka predpolnitve izboljša. Z dvigom tlaka predpolnitve dušika s 30 na 90 bar se izkoristek pri prvem ciklu izboljša za 18 %, pri ciklu 2 za 8 %, pri ciklu 3 za 5 % in pri ciklu 4 za 15 %. Večji kot je tlak predpolnitve, manjše so razlike med izkoristki med posameznimi cikli. Manjša kot je razlika med največjim delovnim tlakom in tlakom predpolnitve, boljši je izkoristek. Najslabši izkoristek akumulatorja (69 %) smo izmerili pri »hitrem« procesu (cikel 1). Najboljši izkoristek akumulatorja (95 %) pa smo izmerili pri počasnem

procesu, cikel 3.

3.3 Vpliv kapljevine na delovanje hidravličnega akumulatorja

Primerjavo dejanskih izkoristkov na podlagi 12 meritev, opravljenih na vodnohidravličnem sistemu, in 12 meritev, opravljenih na oljnohidravličnem sistemu, prikazuje slika 8. Rezultati kažejo, da je le v dveh primerih (cikel 4, p₀ = 30 bar, in cikel 1, p₀ = 60 bar) izkoristek batnega hidravličnega akumulatorja pri uporabi olja kot hidravlične kapljevine večji kot pri vodi. V vseh ostalih

primerih je dejanski izkoristek boljši pri uporabi vode kot hidravlične kapljevine. Razlike so najvišje pri nižjih tlakih predpolnitve dušika in so v velikostnem razredu od 1 % do 4 % v prid uporabe vode. Manjše razlike se pojavijo pri višjih tlakih predpolnitve akumulatorja z dušikom in so v velikostnem razredu od 1 % do 2 %. Vzrok za slabše izkoristke pri olju je verjetno njegova visoka kinematična viskoznost, ki znaša 30 mm²/s pri optimalni delovni temperaturi 50 °C. Pri vodi pa je kinematična viskoznost pri optimalni delovni temperaturi 40 °C 0,67 mm²/s, kar je približno 48-krat manj kot pri olju [16]. Razlog bi lahko bil tudi v zamenjavi hidravličnega sistema, kjer smo batni akumulator polnili z oljno črpalko, ki ima drugačno iztisnilno kot vodna črpalka. Upoštevati je treba tudi, da so se časi posameznih termodinamskih preobrazb delno razlikovali pri meritvah na oljnohidravličnem in vodnohidravličnem sistemu. Pri meritvah smo namreč pretok hidravlične kapljevine, ki definira trajanje termodinamične preobrazbe plina, uravnavali s tokovnim ventilom, dušilkami in ventili. Z razpoložljivimi sestavinami za uravnavanje pretoka hidravlične kapljevine žal ni bilo mogoče nastaviti enakega časa npr. kompresije plina od p₀ do p_max za posamezno preobrazbo pri merjenju različnih parametrov. Kljub naštetim možnim vzrokom pa rezultati izkoristkov ka-



Slika 8. Vpliv kapljevine na izkoristek batnega hidravličnega plinskega akumulatorja, prikazan pri treh predpolnitvah in štirih različnih termodinamskih ciklih v preobrazbah; horizontalna lega

žejo v prid vodni hidravliki. Najslabši izkoristek batnega plinskega akumulatorja pri uporabi vode (69 %) smo izmerili pri kratkotrajni kompresiji/ekspanziji plina (cikel 1, cikel 4). Prav tako smo izmerili najslabši izkoristek pri uporabi olja (68 %) pri ciklu 1 in tlaku predpolnitve dušika 30 bar. Najboljši izkoristek akumulatorja pri uporabi vode (95 %, olja 93 %) pa smo izmerili pri počasnem termodinamičnem procesu (cikel 3).

3.4 Vpliv lege hidravličnega akumulatorja

Izkoristki na *sliki 9* izhajajo iz meritev hidravličnega akumulatorja v vertikalni in horizontalni legi pri različnih tlakih predpolnitve, pri dveh različnih termodinamskih ciklih in uporabi dveh hidravličnih kapljev. V

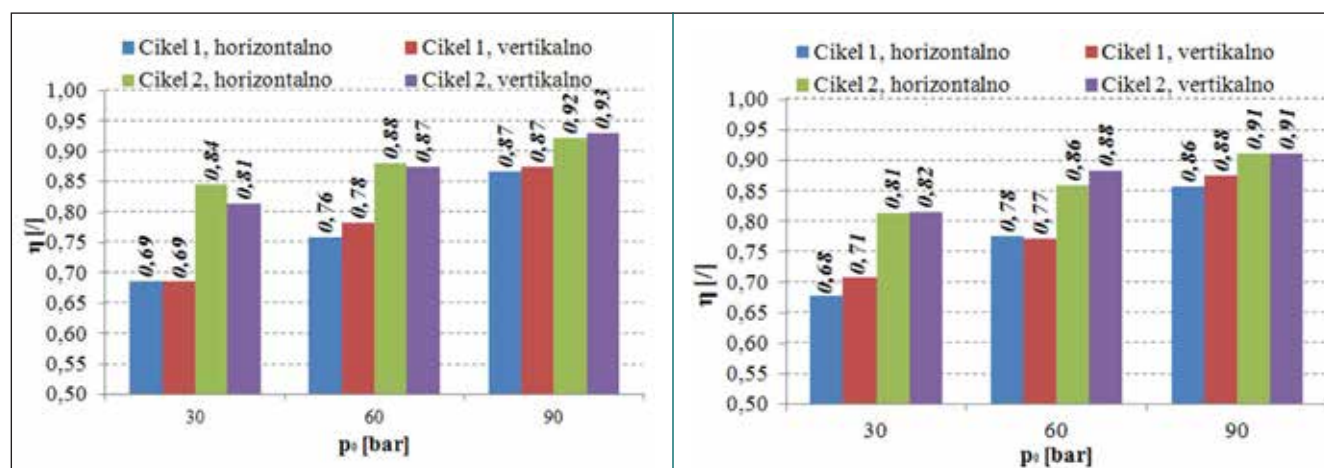
brazbe, lega akumulatorja ter vrsta hidravlične kapljevine. Analizirana je bila ponovljivost meritev. Srednja vrednost relativne napake je bila $\pm 0,3$ %. Na podlagi dobljenih rezultatov je mogoče sklepati, da so pri enakih obratovalnih pogojih nadaljnje meritve enake ponovljivosti.

Rezultati analize kažejo, da različni tlaki predpolnitve akumulatorja vplivajo na izkoristek, saj se je izkoristek pri povečanju tlaka predpolnitve s 30 na 90 bar pri ciklu 1 izboljšal za 18 %, pri ciklu 2 za 8 %, pri ciklu 3 za 5 % in pri ciklu 4 za 15 %. Večji kot je tlak predpolnitve, manjše so razlike med izkoristki posameznih ciklov. Eksperimentalno je bilo ugotovljeno, da se je pri vseh izmerjenih ciklih z večanjem tlaka predpolnitve

V vseh ostalih primerih je dejanski izkoristek boljši pri uporabi vode kot hidravlične kapljevine. Razlike so najvišje pri nižjih tlakih predpolnitve in znašajo do 4 % in se manjšajo z večanjem tlaka predpolnitve akumulatorja.

Kot izhaja iz analize rezultatov meritev izkoristkov tako pri vodno- kot oljnih hidravličnem sistemu, vpliv lege hidravličnega akumulatorja nima bistvenega pomena za njegovo delovanje.

Predstavljeni rezultati meritev novega hidravličnega batnega plinskega akumulatorja kažejo v splošnem boljši izkoristek pri uporabi vode kot pri uporabi mineralnega hidravličnega olja. To nas navdaja z optimizmom za nadaljnji razvoj vodne pogonsko-krmilne hidravlike.



Slika 9. Dejanski izkoristki pri različnih legah akumulatorja, izmerjeni na ciklu 1 in ciklu 2, treh tlakih predpolnitve plina, izmerjeni na a) vodnohidravličnem in b) oljnihidravličnem sistemu

Izkoristki, določeni tako na vodnohidravličnem kot oljnihidravličnem sistemu, kažejo, da vpliv lege hidravličnega akumulatorja nima bistvenega pomena. Razlike pri obravnavanih legah so med 0 in 3 %.

4 Zaključek

Po postavitvi in zagonu vodnohidravličnega preizkuševališča so bili najprej kalibrirani vsi merilni elementi. Na hidravličnem batnem plinskem akumulatorju, polnjenem z dušikom, so bili izvedeni nizi meritev vpliva različnih dejavnikov na delovni izkoristek akumulatorja. Ti dejavniki so: tlak predpolnitve plina, trajanje termodinamične preo-

batnega plinskega akumulatorja izkoristek izboljšal.

Trajanje termodinamskih preobrazb vpliva na izkoristek akumulatorja. Pri počasnih termodinamskih preobrazbah (cikel 2 in cikel 3) je bil izkoristek boljši do 21 % v primerjavi s hitrimi preobrazbami. Do 10 % pa se izboljša izkoristek, če po kompresiji plina takoj izvedemo ekspanzijo.

Analiza rezultatov vpliva (vrste) hidravlične kapljevine je pokazala, da je le v dveh primerih od osmih (cikel 4, $p_0 = 30$ bar, in cikel 1, $p_0 = 60$ bar) izkoristek batnega plinskega akumulatorja pri uporabi olja kot hidravlične kapljevine večji kot pri vodi.

Literatura

- [1] Murrenhoff, H., Grundlagen der Fluidtechnik Teil 1: Hydraulik, 5th ed., IFAS, RWTH Aachen University, Shaker, Aachen, Germany, 2007.
- [2] Findeisen, D., Ölhydraulik, 5th ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
- [3] Murrenhoff, H., Servohydraulik, first ed., RWTH Aachen University, Shaker, Aachen, Germany, 1998.
- [4] Kržan, B., Vižintin, J., Environmentally adapted lubricants, Ventil 15 (3) 280–286, 2009.
- [5] Bartz, W. J., Lubricants and the environment, Tribology

- Intern. 31, p. 35–47, 1998.
- [6] Trostmann, E., Water hydraulics control technology, Technical University of Denmark, Lyngby, 1996.
- [7] Bramah, J., The Hydraulic Press, UK Patent No. 2045, 1795.
- [8] Gibson, J. W., Pierce, M., C., Remnants of Early Hydraulic Power Systems, 3rd Australasian Engineering Heritage Conference 2009.
- [9] Drexler, P., Faatz, H., Planning and Design of Hydraulic Power System, in The Hydraulic Trainer Volume 3, Mannesmann Rexroth AG, Würzburg, 1988.
- [10] James, D., Constant pressure hydraulic energy storage through a variable area piston hydraulic accumulator, Department of Mechanical Engineering, Vol. 105, str. 262–270, University of Minnesota, 111 Church St. SE, Minneapolis, United States, 2013.
- [11] Pourmovahed, A., Sizing energy storage units for hydraulic hybrid vehicle applications, Am Soc Mech Eng, Dyn Syst Control Div, str. 231–246, New Orleans, LA, 52, 1993.
- [12] Koskinen, K., Leino, T., Rii-pinen, H., Sustainable development with water hydraulics – possibilities and challenges, Proceedings of the 7th JFPS International Symposium in Fluid Power, 2008, Toyama, Japan, Vol. 1, pp. 11–18.
- [13] Stroganov, A., Sheshin, L., Improvement of Heat-Regenerative Hydraulic accumulators, Ventil 17 (4) 322–334, 2011.
- [14] Majdic, F., Pezdinik, J., Advances in Water Power-Control Hydraulics Experimental Research, J. Mech. Eng. 54 (12) (2008) 841–849.
- [15] Korkmaz, F., Hydrospeicher als energiespeicher, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982.
- [16] Majdič, F.: Voda kot kapljevina v pogonsko-krmilni hidravliki. Doktorsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2010.
- [17] Konda, S., Batni hidravlični akumulator za vodno pogonsko-krmilno hidravliko. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2012.
- [18] Demšar, J., Raziskave karakteristik vodnega batnega hidravličnega akumulatorja. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2013.
- [19] Bombač, A., Beader, D., Žun, I., Mixing times in a stirred vessel with a modified turbine. *Acta chimica slovenica*, 59 /4, 707–721, 2012.

Work efficiency of the new water hydraulic piston-type gas accumulator

Abstract: Environmental protection regulations are becoming increasingly stricter, so the storage and regeneration of energy are of great importance. In this paper, a newly-developed 4-litre water-hydraulic accumulator of working pressure up to 390 bars is presented. A prototype was manufactured and certificated by the European pressure directive PED 97/23/EC. The results, based on the measurements of the characteristic properties of the hydraulic dynamics and thermodynamic changes of the gas (nitrogen) in the hydraulic accumulator using two different liquids (hydraulic oil and water), are presented and compared for three different preset pressures of nitrogen (30, 60 and 90 bars) and four different thermodynamic processes. A significant difference in the efficiency of the tested hydraulic accumulator was found, depending on the duration of the thermodynamic transformation, the preset filling pressure of the nitrogen, and the type of working fluid.

Keywords: power-control hydraulics, water, mineral hydraulic oil, piston-type hydraulic accumulator, thermodynamic process, efficiency



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

t: 01 620 34 03
f: 01 620 34 09
e: info@tp-lj.si
www.tp-lj.si

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
Tehnološki park 19
SI-1000 Ljubljana

6. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2014

NAJPOMEMBNEJŠI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

Predstavitve strokovnih prispevkov • Strokovna razstava • Aktualna okrogla miza • Podelitev priznanja TARAS

Tudi na 6. forumu znanja in izkušenj pripravljamo tridnevni dogodek, ki smo ga uvedli leta 2013 – tretji dan (11. junij) bo v znamenju **orodjarstva in strojegradnje**.

Forum znanja in izkušenj

Dogodek je namenjen predstavitvi dosežkov in novosti iz industrije, inovacij in inovativnih rešitev iz industrije in za industrijo, primerov prenosa znanja in izkušenj iz industrije v industrijo, uporabe novih zamisli, zasnov, metod tehnologij in orodij v industrijskem okolju, resničnega stanja v industriji ter njenih zahtev in potreb, uspešnih aplikativnih projektov raziskovalnih organizacij, inštitutov in univerz, izvedenih v industrijskem okolju, ter primerov prenosa uporabnega znanja iz znanstveno-raziskovalnega okolja v industrijo.

Osrednje teme IFIRT

- inoviranje
- razvoj
- izdelovalne tehnologije
- orodjarstvo in strojegradnja
- meroslovje in kakovost
- toplotna obdelava in spajanje
- napredni materiali
- umetne mase in njihova predelava
- organiziranje in vodenje proizvodnje
- menedžment kakovosti
- avtomatizacija
- robotizacija
- informatizacija
- mehatronika
- proizvodna logistika
- informacijske tehnologije
- napredne tehnologije
- ponudba znanja

Portorož, 9.–11. junij 2014

Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si
Organizator dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče VI 4, 1291 Škofjica | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si

www.forum-irt.si

Glavni pokrovitelj dogodka:

Power and productivity
for a better world™



Pokrovitelji dogodka:

actinia



Priznanje TARAS



Priznanje za najuspešnejše sodelovanje znanstvenoraziskovalnega okolja in gospodarstva na področju inoviranja, razvoja in tehnologij.

Eksperimentalno modeliranje parametrov pri sušenju biomase

Tom BAJCAR, Lovrenc NOVAK, Brane ŠIROK, Aleš MALNERŠIČ

Izveček: Za uporabo biomase kot obnovljivega vira energije je bil izveden niz meritev sušenja biomase. Biomasa je predstavljala blato živalskega izvora, ki bi lahko bilo v dovolj suhi obliki namenjeno sežigu. Blatu, ki ima v osnovni obliki prevladujoč masni delež vode, je treba s sušenjem odstraniti večji del vode oz. vlage, da je mogoč sežig z dovolj velikim izkoristkom. Namen izvedenih meritev je bil ugotoviti vpliv parametrov sušilnega zraka na masni tok odvedene vlage oz. na čas sušenja. Opravljene so bile v posebni modelni peči, ki je simulirala pogoje v dejanski sušilnici blata. Dobljeni rezultati so preko multiregresijske analize omogočili določitev fenomenološkega zakona oz. razmerja, ki popisuje relacije med posameznimi spremenljivkami oz. veličinami v procesu sušenja. Končni model omogoča napoved časa sušenja ali določitev količine izločene vode iz blata.

Ključne besede: biomasa, sušenje, eksperimentalno modeliranje

1 Uvod

Izkušnje zadnjih let kažejo, da sta razvoj uporabe obnovljivih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe toplotne energije za družbo izjemno pomembna. Okoljski vplivi in stalno upadanje zalog fosilnih goriv sta le dva od številnih razlogov za uporabo biomase [1]. Izraz biomasa se lahko nanaša na različne rastlinske in živalske produkte oz. odpadke. Zaradi velikega števila živalskih farm predstavljajo gojene živali s svojimi odpadki (blato) pomemben vir biomase.

Biomasa v obliki živalskega blata se lahko uporablja kot vir obnovljive energije za pridobivanje toplote preko termičnih in kemičnih pretvorb. Eden osnovnih načinov pridobivanja energije iz biomase je zgorevanje kot pri fosilnih gorivih (npr. premogu). Za zgorevanje samo in za zagotovitev visokega energetskega izkoristka pri tem mora biti biomasa primerno suha. Blato se

Dr. Tom Bajcar, univ. dipl. inž.,
dr. Lovrenc Novak, univ. dipl.
inž., prof. dr. Brane Širok, univ.
dipl. inž., Aleš Malneršič, univ.
dipl. inž. Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo

običajno suši v sušilnih pečeh, kjer vlaga prehaja iz blata v sušilni zrak. Pri prenosu toplote in snovi med sušilnim zrakom in biomaso (blatom) imajo pomembno vlogo ne le temperatura sušilnega zraka, pač pa tudi njegova vstopna vlažnost in hitrost preprihovanja plasti biomase v sušilniku [2]. Za optimiranje procesa sušenja biomase ali fosilnih goriv (premoga) so bile izdelane številne študije [3, 4], vendar te navadno dajejo presplošne rezultate za učinkovito uporabo v konkretnih sušilnikih.

Namen študije je bil eksperimentalno poiskati zvezo med poglavitnimi parametri, ki se pojavijo pri procesu sušenja živalskega blata. Pri tem je bila upoštevana konstantna debelina plasti blata na vstopu v sušilnik, vsi ostali parametri pa so se spreminjali glede na obratovne razmere sušilnika.

2 Eksperimentalni del

V postopku sušenja prehaja voda iz blata v sušilni zrak, ki preprihuje plast blata v sušilni peči. Vodo iz plasti blata tako prevzema sušilni zrak na osnovi zakonov prenosa toplote in snovi. Pri tem mora voda iz blata preiti iz tekoče v plinasto stanje, za kar je potrebna energija, ki jo dovaja zrak preko prenosa toplote.

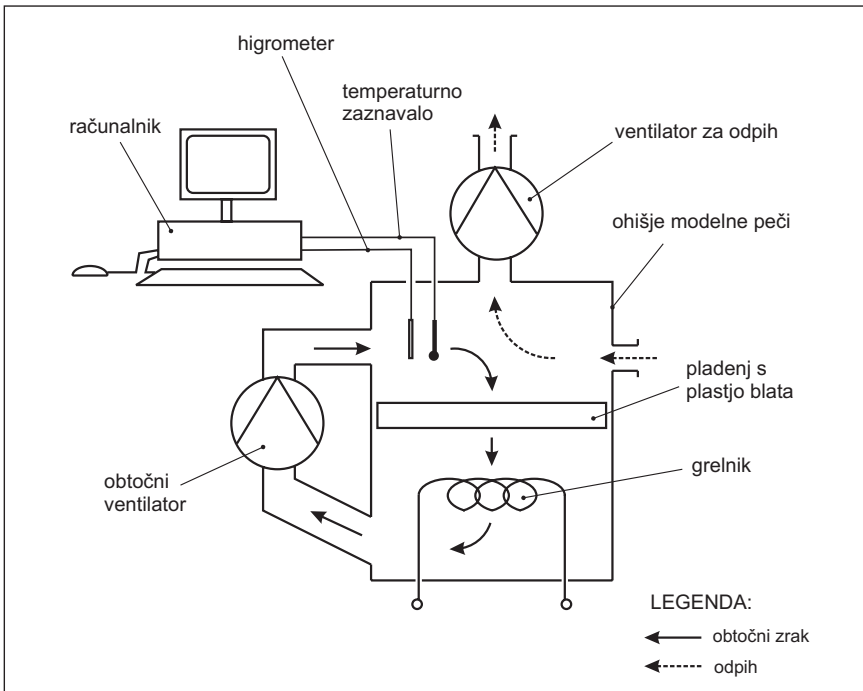
Izločeno vodo pa mora nato prevzeti sušilni zrak, in sicer le do stanja nasičenosti. Bistveni parametri sušilnega zraka pri procesu sušenja so zato njegova temperatura, vlažnost in hitrost preprihovanja [5, 6].

Vsi trije parametri so bili med procesom merjeni v modelni peči, katere shema je prikazana na *sliki 1*.

Blato za sušenje je bilo v obliki granulata z nasipno gostoto pribl. 590 kg/m³ in je na začetku vseh eksperimentov vsebovalo 70 % vode in 30 % suhe snovi. Pri eni meritvi je bilo blato v obliki valjastih briketov premera 5 mm in dolžine 20 mm.

Blato je bilo med posameznim eksperimentom naloženo v obliki plasti na pladnju s površino 0,25 m², ki je imel perforirano dno in je s tem simuliral sušilno rešetko v sušilnici. Debelina plasti blata na začetku posameznega eksperimenta je znašala 40 mm, kar pomeni, da je bilo pri vsakem eksperimentu na pladnju 10 (nasipnih) litrov blata. Stalna debelina plasti je bila izbrana v skladu z zahtevami dejanske prototipne sušilnice, ki naj bi se razvila na osnovi eksperimentalnih rezultatov.

Obtočni ventilator je ustvarjal pretok zraka preko plasti blata in grelca,



Slika 1. Shema modelne peči za sušenje blata

ki je bil pod pladnjem in je segreval obtočni zrak. Z obtočnim ventilatorjem se je uravnavala hitrost ob-

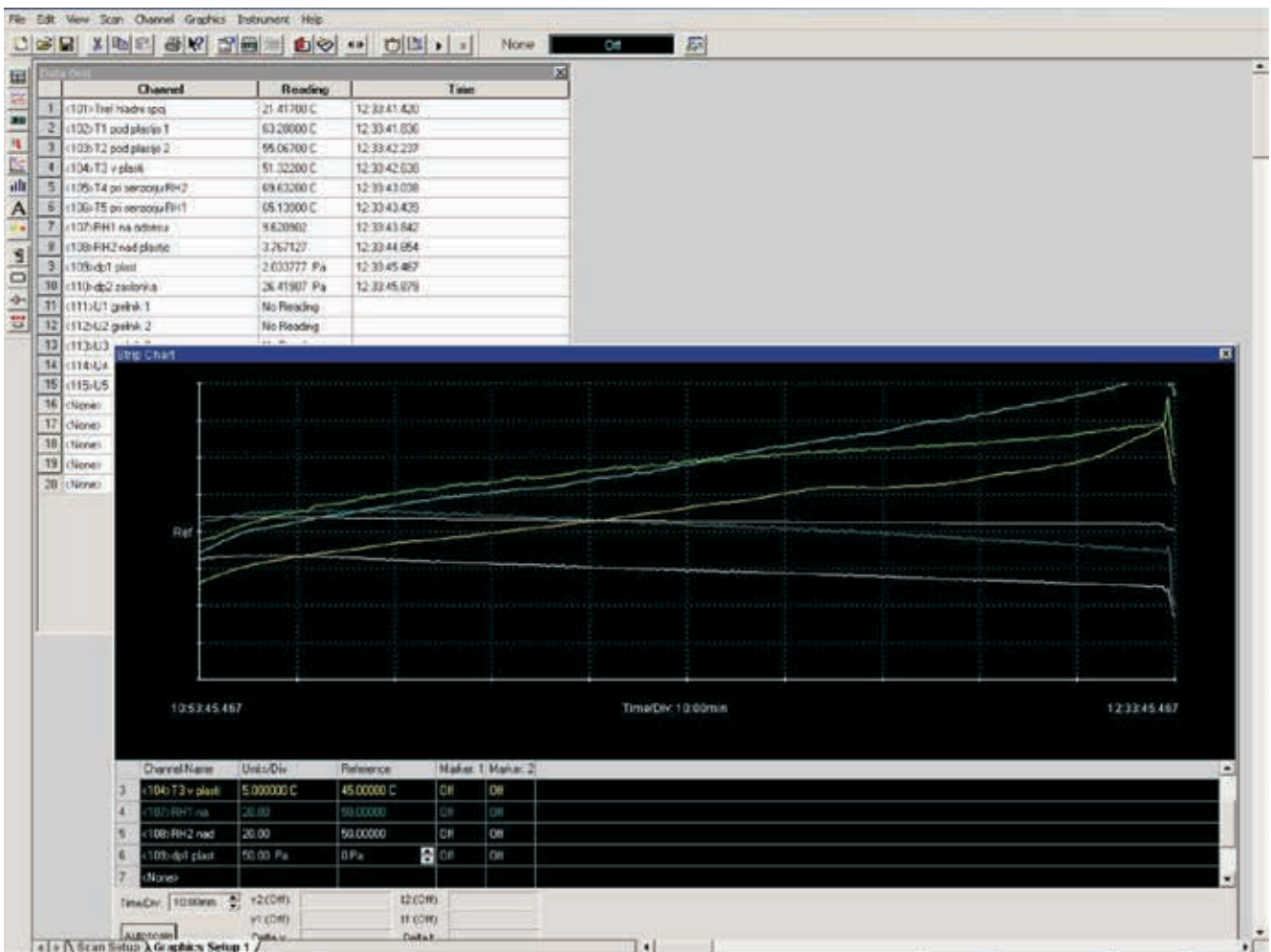
točnega toka oz. sušilnega zraka pri prepihanju plasti blata. Ventilator za odpih je dovajal svež zrak v ob-

točni tok in s tem vplival na njegovo vlažnost in temperaturo. Meritve temperature in relativne vlažnosti sušilnega zraka so bile izvedene pred vstopom v plast blata. Hitrosti sušilnega zraka so bile pomerjene nad plastjo blata tik pred vstopom sušilnega zraka vanjo.

Za meritve osnovnih parametrov sušilnega zraka so bili uporabljeni naslednji merilni instrumenti:

- termoelementi tip K, merilni pogrešek $\pm 0,5$ K;
- higrometri Honeywell HIH-4000, merilni pogrešek $\pm 3,5$ % relativne vlažnosti (RH);
- lopatični anemometer ALMEMO 2290-2, merilni pogrešek $\pm 0,2$ % merjene vrednosti.

Za kontrolo so dodatno potekale tudi meritve relativne vlažnosti zraka pred odpihovnim ventilatorjem ter temperature zraka na odpihu, v sami plasti blata ter med pladnjem in grelnikom. Poleg tega se je me-



Slika 2. Komunikacijsko okno programa za zajemanje podatkov pri procesu sušenja blata

ril tudi padec tlaka pri prepihanju plasti blata in na odpihu za potrebe natančnejšega določanja hitrosti sušilnega zraka skozi plast blata.

Elektromotorja obeh ventilatorjev sta bila krmiljena preko frekvenčnih regulatorjev, s čimer se je na obtočnem ventilatorju preko frekvence oz. vrtilne hitrosti nastavljal želen hitrost sušilnega zraka skozi plast blata, na obtočnem ventilatorju pa temperatura in vlažnost sušilnega zraka pred vstopom v plast blata.

Vrednosti posameznih parametrov so se med eksperimentom zajemale na vsakih 10 sekund s pomočjo sistema za zajemanje podatkov Agilent. Trenutne vrednosti parametrov in njihov časovni potek je bilo mogoče spremljati na osebni računalniku preko komunikacijskega okna v programskem okolju Agilent Benchlink Data Logger, ki je omogočal tudi njihovo shranjevanje za nadaljnjo obdelavo.

Na *sliki 2* je prikazano komunikacijsko okno pri zajemanju vrednosti parametrov za popis sušilnega procesa v modelni peči.

Pred eksperimentom in po njem je bila masa blata določena s pomočjo tehtanja, razlika v masah je predstavljala odvedeno količino vode med sušenjem. Zaradi odvedene vode se med sušenjem manjša tudi prostornina blata. Pri ostanku 10 % vode v končnem produktu sušenja se je nasipna prostornina blata tako pri granulatu kot pri valjastih briketih zmanjšala za približno 60 %.

3 Določitev modela sušenja

Na osnovi rezultatov meritev je bil izdelan fenomenološki model sušenja blata, ki povezuje odvisne parametre (čas sušenja za izločitev zelene količine vode iz blata) in neodvisne parametre v procesu (temperaturo sušilnega zraka, njegovo relativno vlažnost in hitrost).

Razpon območij merjenih neodvisnih parametrov in s tem tudi razpon veljavnosti modela je bil med eksperimentom naslednji:

- temperatura sušilnega zraka: 50...80 °C;

- relativna vlažnost sušilnega zraka: 10...40 %;
- hitrost sušilnega zraka: 0,2...1,0 m/s.

Model je bil izdelan z metodami multiregresijske analize [7], in sicer na osnovi potenčnega zakona v brezdimenzijski obliki:

$$\tau = k \cdot \theta^a \cdot RH^b \cdot v^c \cdot \mu^d \quad (1)$$

kjer so:

$$\tau = \frac{t}{t_o} \quad \dots \text{brezdimenzijski čas (} t \text{ je čas sušenja v sekundah, } t_o = 1 \text{ s),}$$

$$\theta = \frac{T}{T_o} \quad \dots \text{brezdimenzijska temperatura sušilnega zraka (} T \text{ je temperatura sušilnega zraka v } ^\circ\text{C, } T_o = 1 ^\circ\text{C),}$$

$$RH \quad \dots \text{relativna vlažnost zraka (} \% \text{),}$$

$$v = \frac{v}{v_o} \quad \dots \text{brezdimenzijska hitrost sušilnega zraka skozi plast blata (} v \text{ je povprečna hitrost zraka skozi površino pladnja v m/s, } v_o = 1 \text{ m/s),}$$

$$\mu = \frac{m_v}{m_b} \quad \dots \text{brezdimenzijska masa vode oz. delež izločene vode (} m_v \text{ je masa izločene vode po času sušenja } t \text{ v kg, } m_b \text{ je masa blata pred sušenjem v kg).}$$

Izraz μ ima lahko vrednosti od 0 do največ 0,7; v slednjem primeru bi se izločila vsa voda, ki je v blatu (tj. 70 % m_b). Če je zeleno, da je po sušenju v blatu še 10 % vode, je delež izločene vode enak $\mu = 0,67$.

k je konstanta modela, a , b , c in d pa so eksponenti neodvisnih parametrov; ti predstavljajo neznanke modela in jih je treba določiti.

S primerjavo odvisnosti časa sušenja t od zelene mase izločene vode m_v se je pokazalo, da je čas t bližje eksponentni odvisnosti od m_v kot pa potenčni odvisnosti, kar je deloma nakazano tudi v relevantni literaturi [2, 4]. Zakon po enačbi 1 je bil zato preoblikovan v:

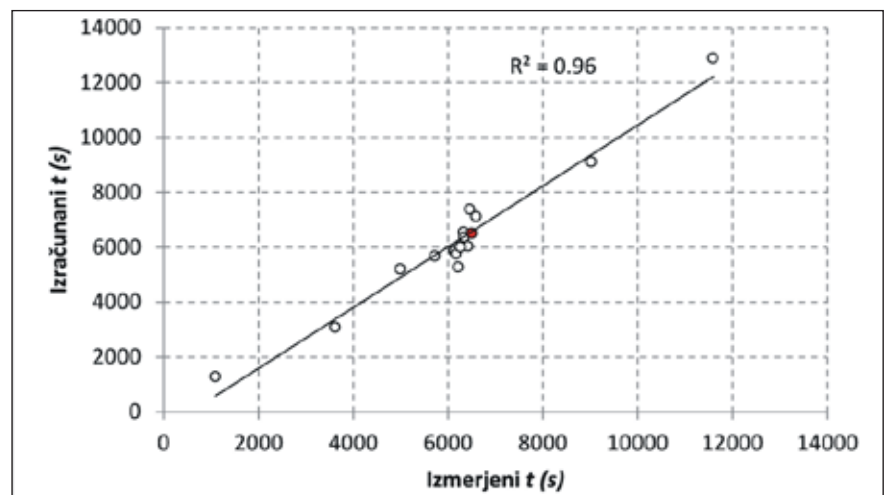
$$\tau = k \cdot \theta^a \cdot RH^b \cdot v^c \cdot e^{d \cdot \mu} \quad (2)$$

Pri oblikovanju zakona so bili upoštevani rezultati vseh meritev, razen tiste, pri kateri so bili namesto granulata uporabljeni briketi. S pomočjo linearizacije zakona po enačbi 2 (logaritmiranje) je bilo potrebno rešiti predoločeni sistem enačb, ki so bile linearne glede na iskane eksponente a , b , c in d . Sistem enačb se je reševal numerično, kar je dalo naslednji model sušenja blata:

$$\tau = 1369 \cdot \theta^{-0,7405} \cdot RH^{0,734} \cdot v^{-1,4366} \cdot e^{4,57 \cdot \mu} \quad (3)$$

Če nas zanima delež izločene vode μ pri znanem času sušenja, hitrosti, temperaturi in relativni vlažnosti sušilnega zraka, ima model sušenja obliko:

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{\tau}{1369 \cdot \theta^{-0,7405} \cdot RH^{0,734} \cdot v^{-1,4366}}\right)}{4,57} \quad (4)$$



Slika 3. Primerjava izmerjenih in izračunanih vrednosti časa sušenja t

S pomočjo predstavljenega modela izračunane vrednosti t oz. τ so bile primerjane z izmerjenimi vrednostmi, kot je prikazano na *sliki 3*.

Regresijski koeficient med izmerjenimi in izračunanimi vrednostmi znaša $r^2 = 0,96$, kar pomeni zelo dobro ujemanje, ki hkrati potrjuje visoko stopnjo zaupanja za pravilnost predstavljenega modela.

Meritev z briketi ni bila uporabljena pri oblikovanju modela, pač pa je bil čas sušenja pri eksperimentu z briketi izračunan z modelom, dobljenim iz eksperimentov z blatnim granulatom. Rezultat je prikazan z rdečo točko v diagramu na *sliki 3* in je povsem primerljiv s tistimi pri blatnem granulatu, kar pomeni, da predstavljeni model z visoko stopnjo zaupanja velja tudi za uporabljene valjaste brikete.

■ 4 Zaključki

Na osnovi eksperimentalnih rezultatov sušenja blata, ki so bili dobljeni na modelni sušilni peči, je bil izdelan fenomenološki model sušenja, ki povezuje oz. napoveduje čas sušenja in količino iz blata izločene vode glede na osnovne parametre sušil-

nega zraka, ki nastopajo v procesu sušenja. Ti parametri so temperatura sušilnega zraka, njegova hitrost in relativna vlažnost. Model omogoča napoved časa sušenja do želene stopnje suhosti blata ali pa napoved izločene količine vode pri izbranem času sušenja. Testna meritev z blatom v obliki valjastih briketov je pokazala, da je zakon oz. potek sušenja pri briketih praktično identičen tistemu pri blatu v obliki granulata. Z eksperimentom dobljene vrednosti časa sušenja so bile s pomočjo statističnih cenilk oz. korelacije primerjane z izračunanimi vrednostmi, dobljenimi preko postavljenega fenomenološkega modela. Visoka vrednost korelacijskega koeficienta potrjuje ustreznost predlaganega modela sušenja.

■ 5 Literatura

- [1] Li, H., Chen, Q., Zhang, X., Finney, K. N., Sharifi, V. N., Swithenbank, J., 2012. Evaluation of a biomass drying process using waste heat from process industries: A case study. *Applied Thermal Engineering* 35, str. 71–80.
- [2] Velić, D., Planinić, M., Tomas, S., Bilić, M., 2004. Influence of

- airflow velocity on kinetics of convection apple drying. *Journal of Food Engineering* 64, str. 97–102.
- [3] Zhang, K., You, C., 2013. Numerical simulation of lignite drying in a packed moving bed dryer. *Fuel Processing Technology* 110, str. 122–132.
- [4] Yu, W., Hu, N., Li, P., Hu, Y., Xu, Q., Wang, Q., Yang, J., Yang, G., Yue, Y., 2009. Mathematical Modeling of Drying Characteristics of Sewage Sludge. *Power and Energy Engineering Conference, APPEEC 2009*.
- [5] Lerman, P., Wennberg, O., 2011. Experimental method for designing a biomass bed dryer. *Biomass and bioenergy* 35, str. 31–39.
- [6] Léonard, A., Blacher, S., Marchot, P., Pirard, J.-P., Crine, M., 2005. Convective Drying of Wastewater Sludges: Influence of Air Temperature, Superficial Velocity, and Humidity on the Kinetics. *Drying Technology: An International Journal* 23, str. 1667–1679.
- [7] Seber, G. A. F., Lee, A. J., 2003. *Linear Regression Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken.

Experimental modelling of parameters in the process of biomass drying

Abstract: A study of biomass drying process was carried out as a part of biomass preparation for its further application as a renewable source of energy. Adequately dried biomass in the form of animal excrements (manure) could be used as fuel. Usually, fresh biomass has too high content of moisture to be efficiently burnt, so a major part of the water should be removed by the process of drying. The purpose of conducted measurements was to determine the influence of drying airflow on the mass flow rate of removed water and thus on drying time. Measurements were carried out in a specially constructed model oven, where the conditions of a real drying device were experimentally simulated. Gained results served for the determination of a phenomenological relationship that describes relations between influential parameters during the biomass drying process. The final model enables the prediction of duration of drying process or the percentage of removed water from biomass undergoing drying process.

Keywords: biomass; drying; experimental modelling

Sledljivost izdelkov v robotski celici

Borut POVŠE, Matjaž HACIN, Darko KORITNIK, Tomaž KORITNIK

Izveček: V prispevku je predstavljen pojem sledljivosti. Natančneje je obravnavana sledljivost v proizvodni industriji. Podana sta dva koncepta strukture sistema sledljivosti, in sicer sledljivost izdelkov na proizvodni liniji in v robotski celici. Slednji je bi uporabljen pri gradnji robotske celice za izdelavo in testiranje kombiniranih zaščitnih stikal (KZS).

Ključne besede: sledljivost, proizvodna industrija, robotska celica

1 Uvod

V zadnjem času se podjetja soočajo z naraščajočimi pričakovanji kupcev po sledljivosti materiala. V preteklosti je bila sledljivost zahtevana samo pri visoko zanesljivostnih sistemih, dandanes pa postaja stalnica na vseh področjih. Tržni pritiski diktirajo višje zahteve po kontroli proizvodnih operacij in uporabljenih materialov zaradi izboljšanja kakovosti produkta skupaj z nižanjem stroškov. Kar je bilo včasih zahtevano zgolj v avtomobilski, letalski in medicinski industriji, se danes pričakuje v veliki večini proizvodne industrije [1, 3].

Beseda sledljivost (ang.: traceability) se v grobem nanaša na zbirko informacij o opravljenih operacijah v procesni verigi. Predstavlja zmožnost preverjanja zgodovine, lokacije in/ali obdelave izdelka z zabeleženimi parametri. Metrološka sledljivost zagotavlja natančno merjenje veličin po določenem standardu. V logistiki se sledljivost nanaša na sledenje izdelku v distribucijski verigi: od surovin do končnega izdelka. Posebej pomembna je sledljivost v avtomobilski in prehrabeni industriji. Poznamo še sledljivost materialov (kjer z določenimi testi na vzorcu materiala zagotovimo predpisane parametre), programske opreme (spremembe,

verifikacije), v medicini (vzorci krvi in tkiv morajo imeti povezavo na pacienta) in podobno) [2].

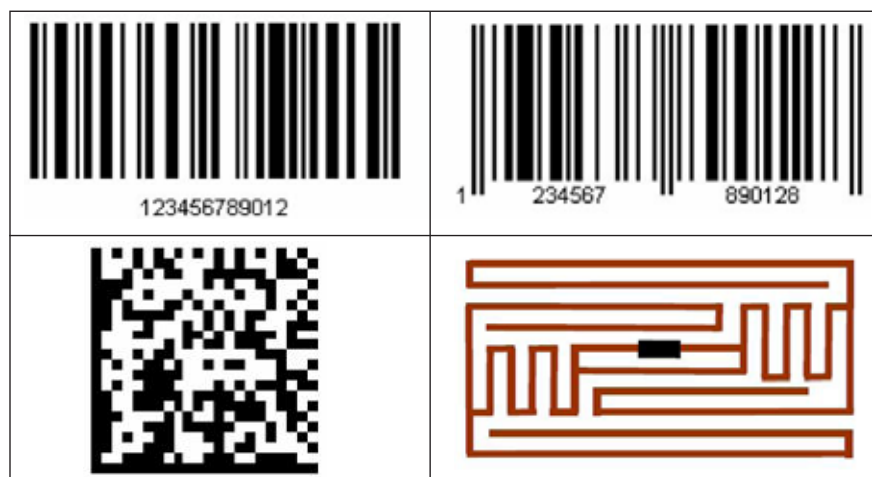
Sodobna proizvodnja zahteva fleksibilno zasnovano sledljivost oz. sistem sledljivosti z učinkovito informacijsko podporo.

Prednosti sistemov sledljivosti v proizvodnji:

- zagotavljanje sledljivosti izdelkov v vseh fazah proizvodnega procesa na temelju ustreznega sistema označevanja in avtomatske identifikacije,
- sprotno obvladovanje proizvodnega cikla in ustrezno reagiranje na spremembe ali prilagajanje spremembam,
- nadzorovanje dela ter kakovosti vhodnih surovin in gotovih izdelkov v realnem času,
- upravljanje inteligentnih naprav v sklopu proizvodnje,
- upravljanje z delovnimi nalogi,
- zaznavanje zastojev in razlogov zanje,

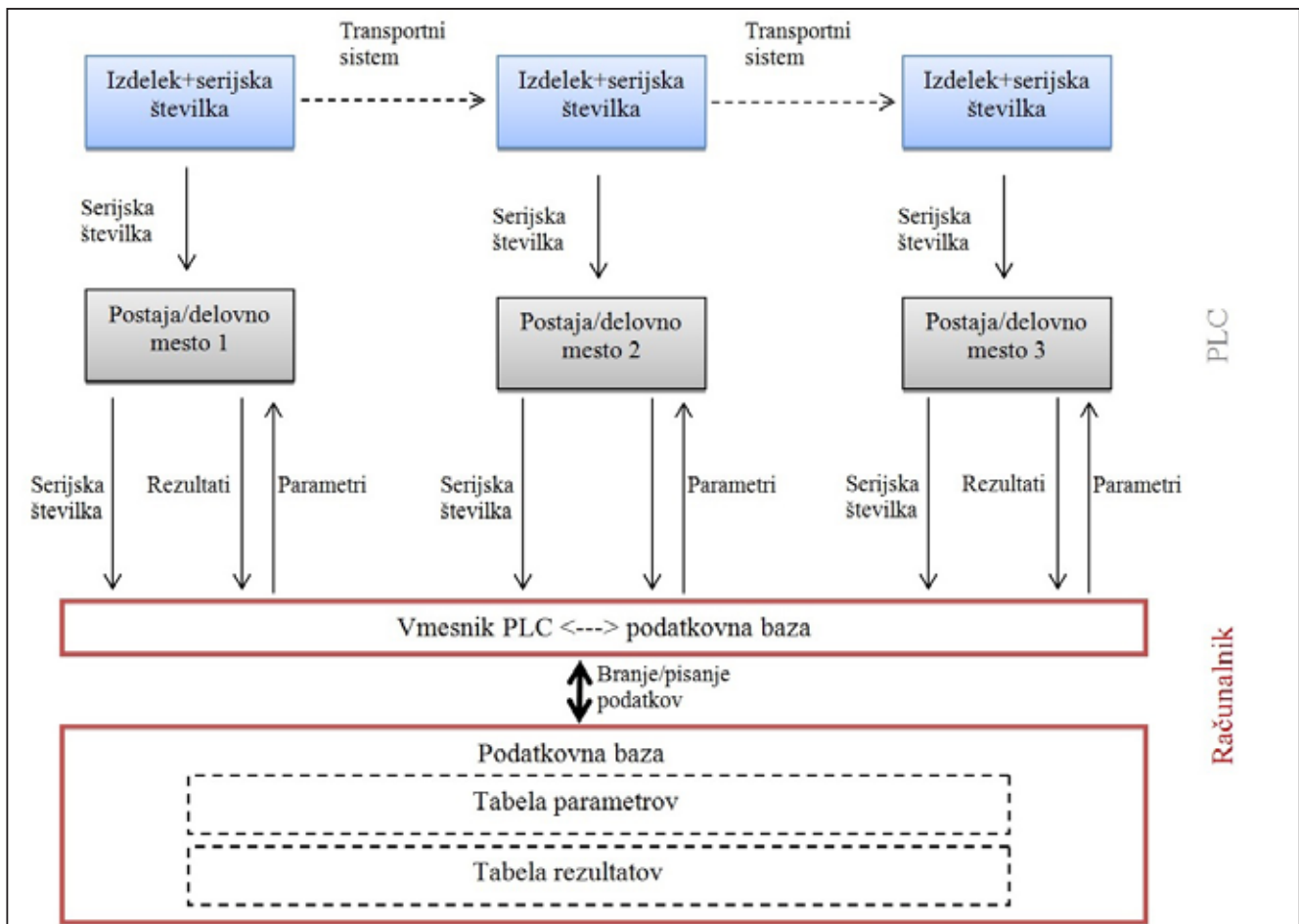
- podrobna analiza zgodovine dogodkov,
- možnost vpogleda v podrobna poročila,
- znižanje stroškov proizvodnje,
- povečanje učinkovitosti proizvodnje in poslovanja.

Poleg omenjenih prednosti sledljivost izdelkov v proizvodni industriji izboljša tudi poprodajno podporo ter sledenje trendom v industriji. Ker vedno obstaja določen delež izdelkov, ki zaradi različnih razlogov ne delujejo pravilno, sledljivost olajša iskanje napak pri posameznem izdelku ter odkrivanje morebitnega skupnega razloga za odpoved večjega števila izdelkov. V preteklosti se je že izkazalo, da je lahko določen sestavni element problematičen (slaba serija pri dobavitelju). Poleg problematičnih sestavnih elementov obstaja tudi možnost napake v postopku oziroma človeške napake (napačen ali izpuščen določen del postopka) [2].



Slika 1. Črtna koda (zgoraj), 2D-koda (levo spodaj), RFID (desno spodaj)

Dr. Borut Povše, univ. dipl. inž.,
Matjaž Hacin, univ. dipl. inž.,
Darko Koritnik, univ. dipl. inž.,
dr. Tomaž Koritnik, univ. dipl.
inž., vsi DAX, d. o. o., Trbovlje



Slika 2. Koncept strukture sistema sledljivosti

■ 2 Sledljivost izdelkov na proizvodni liniji s transportnim sistemom

Na proizvodnih linijah s transportnim sistemom za prenos izdelkov se za sledljivost izdelkov večinoma uporabljajo črna koda (ang.: barcode), dvodimenzionalna koda (2D) ali radiofrekvenčna identifikacija (ang.: radio frequency identification, RFID), kot je prikazano na *sliki 1*. Identifikacija se na začetku procesa namesti na sam izdelek ali na paleto transportnega sistema [3].

Postaje na liniji uporabljajo za identifikacijo izdelka ustrezno bralno/čitalno napravo (skener, bralno RFID-glavo). Večinoma delujejo neodvisno druga od druge in ob prihodu izdelka preberejo potrebne parametre za operacijo iz podatkovne baze. Po opravljenem postopku zapišejo rezultate meritev ali dodelave v bazo podatkov glede na identifikacijsko številko izdelka. Naenkrat je v eni postaji ali delovnem mestu pra-

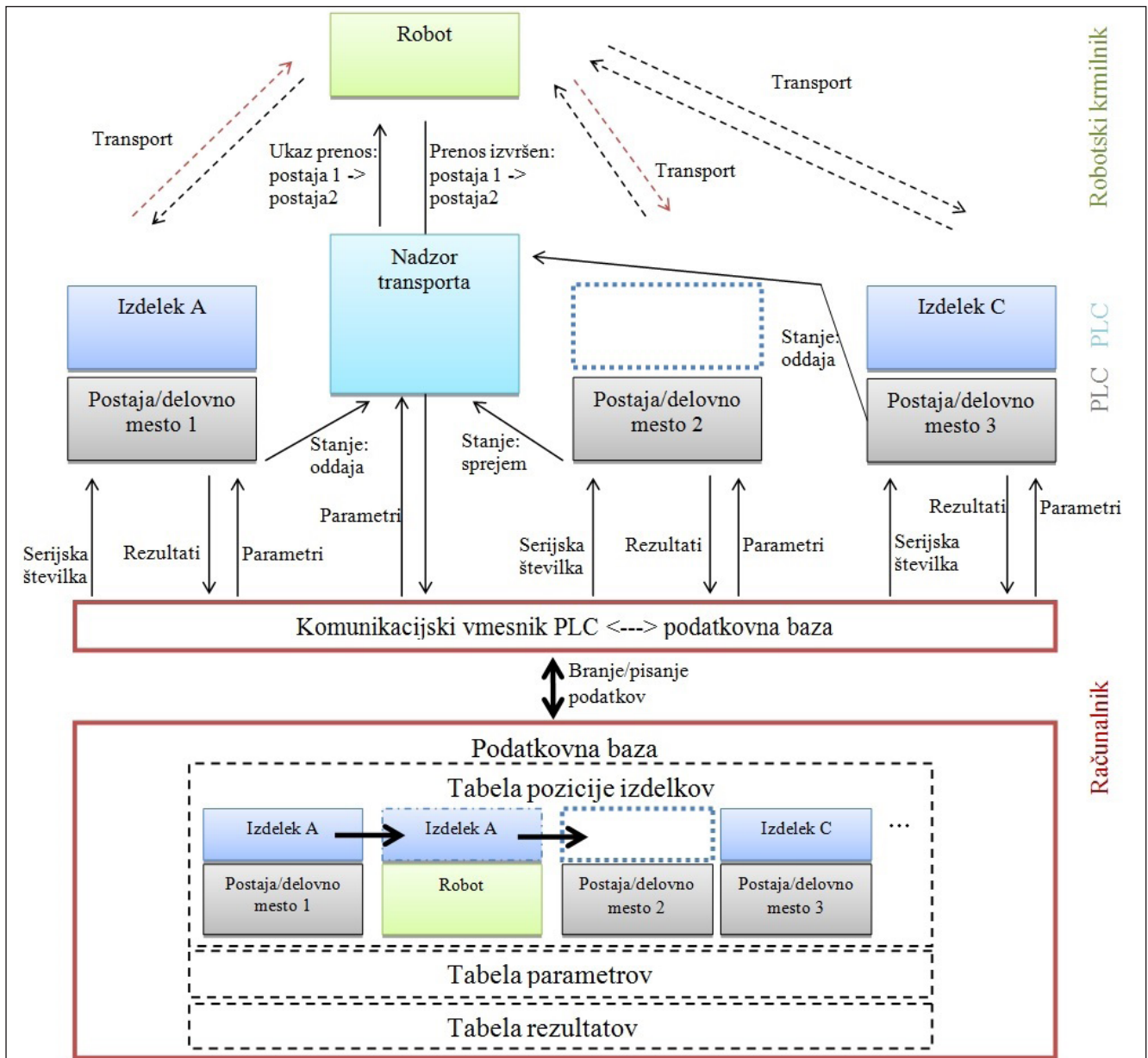
viloma en izdelek. Po prekinitvi procesa se vsaka od postaj zažene tako, da ponovno prebere parametre in rezultate izdelka. Pot izdelka skozi sistem je praviloma ena in jo določa postavitev transportnega sistema. Kompleksnost sistema sledljivosti v tem primeru bistveno ne narašča z velikostjo sistema. Koncept strukture sistema sledljivosti je prikazan na *sliki 2*.

■ 3 Sledljivost izdelkov v robotski celici

V robotski celici je prostor znotraj delovnega območja robota razmeroma omejen, zato za razliko od proizvodne linije nimamo na voljo prostora za vgradnjo bralnih/čitalnih naprav za sledljivost izdelkov. Transport izdelkov izvaja robotski manipulator, zato je glede na izbrane parametre (določena delovna mesta so lahko izključena) možnih več poti izdelka skozi proces. Po prekinitvi je potrebno poskrbeti, da se v nadzornem sistemu shrani sta-

nje prisotnosti izdelkov v postajah in kam je izdelek v prijemalu robota namenjen (kadar se sistem prekine med gibanjem robota). Možna je izpraznitev robotske celice, vendar to zahteva precej časa, kar je v časovno kritičnih proizvodnih procesih nesprejemljivo. Kompleksnost sistema sledljivosti narašča s številom postaj v robotizirani proizvodni celici. Zaradi omenjenih razlik med sledljivostjo izdelkov na proizvodni liniji in v robotski celici je potrebno v primeru slednje uporabiti nadgrajen koncept sledljivosti.

Za ponazoritev delovanja sistema si pogledajmo pot (črtkana črta) izdelka A in pripadajočih informacij (polna črta) skozi sistem (*slika 3*). Izdelek A pridobi serijsko številko na vstopnem mestu v robotsko celico, od koder ga robot prenese v postajo 1. Skupaj s prihodom izdelka se prenesejo serijska številka in parametri za izvedbo operacije preko komunikacijskega vmesnika iz baze podatkov v postajo 1. Sledi izvedba



Slika 3. Nadgrajen koncept strukture sistema sledljivosti

operacij in zapis rezultatov v bazo podatkov. Postaja 1 signalizira nadzoru transporta, da je pripravljena oddati izdelek s pripadajočo serijsko številko. Nadzor transporta prenese iz baze podatkov parametre za izdelek A s serijsko številko, ki mu jo je sporočila postaja 1. Glede na parametre določi naslednjo postajo, v našem primeru je to postaja 2. Če je postaja pripravljena sprejeti izdelek, pošlje robotu ukaz za prenos izdelka iz postaje 1 v postajo 2. Robot se z odprtim prijemalom premakne v postajo 1 in prime izdelek. V istem trenutku izvede prenos iz postaje 1 v prijemalo robota v tabeli pozicije izdelkov, ki je v bazi podatkov. Robot prenese izdelek v postajo 2. V trenutku, ko izdelek spusti, izvede

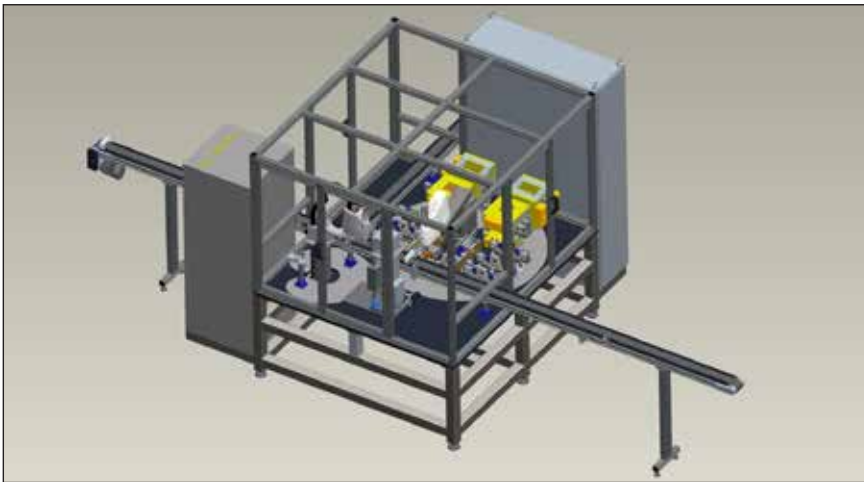
prenos izdelka iz prijemala robota v postajo 2. Pomembno je, da so izdelki glede na trenutno pozicijo v robotski celici ves čas sinhronizirani s pozicijo izdelkov v bazi podatkov. V vsaki postaji in na prijemalu robota je nameščen senzor prisotnosti izdelka. V primeru napake oz. neuskladenosti dejanskega stanja v celici in bazi podatkov se proces ustavi in vrne napako. Po prekinitvi sistema zaradi napake ali zasilne zaustavitve se, podobno kot že med samim delovanjem, preveri, ali je stanje v celici enako stanju tabele pozicije izdelkov. V primeru neuskladenosti se celica avtomatsko izprazni in izbriše tabelo pozicije izdelkov v bazi podatkov.

Ključnega pomena za zanesljivo in robustno delovanje sistema sledljivosti so sledeči sistemski elementi:

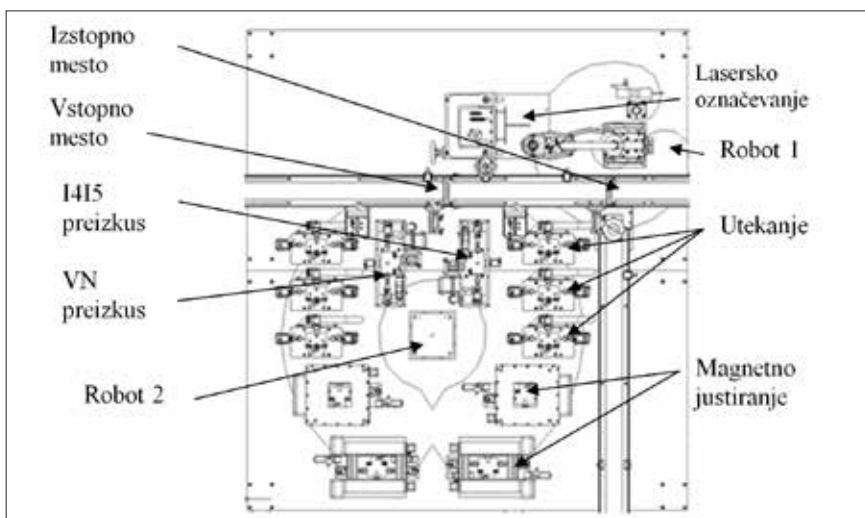
- senzori prisotnosti na vseh postajah in v prijemalu robota,
- tabela pozicije izdelkov s pripadajočo serijsko številko v bazi podatkov,
- usklajen fizični prenos izdelkov med postajami in prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov v bazi podatkov.

4. Implementacija sistema sledljivosti v praksi

Predstavljeni koncept sledljivosti smo uporabili pri gradnji justirnega centra kombiniranih zaščitnih stikal



Slika 4. 3D računalniški model justirnega centra za kombinirana zaščitna stikala (KZS)



Slika 5. Justirni center za kombinirana zaščitna stikala (KZS)

(KZS), kot prikazujeta *sliki 4* in *5*. V justirnem centru se opravljajo meritve magnetnega odklopa, visokonapetostni preizkus, staranje (utekanje), magnetno justiranje, meritev sile ročice vklopa in testne tipke ter lasersko tiskanje. Naenkrat je v sistemu do 18 izdelkov. Za transport izdelkov skrbijo dva Epsonova robota in transportni trak, ki služi kot povezava med obema robotoma.

Namesto enega robota, kot je prikazano na *sliki 3*, skrbijo za prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov dva robota in zalogovniki na transportnem traku. Vsak robot komunicira s svojim nadzorom transporta, medtem ko se prenos izdelkov med posameznimi zalogovniki na traku izvaja avtonomno.

Pomemben element celotnega sis-

tema je komunikacijski vmesnik, ki omogoča PLC-ju branje in pisanje iz baze podatkov. Komunikacija med PLC-jem in komunikacijskim vmesnikom, ki teče na računalniku, je izvedena preko povezave TCP/IP. Komunikacija med PLC-jem in robotoma pa poteka preko povezave PROFIBUS.

■ 5 Zaključek

Predstavljeni koncept sledljivosti izdelkov omogoča nemoteno delovanje justirnega centra po prekinitvah brez praznjenja robotske celice (če stanja v robotski celici ne spreminjamo). Dodatno prejema vsaka postaja dinamične parametre za izvedbo operacij na danem izdelku, kar omogoča menjavo tipa izdelka brez predhodnega praznjenja justirnega centra. Ko robot prenese zadnji izdelek istega tipa iz odjemnega mesta, lahko tip izdelka zamenjamo in na dovodni trak naložimo nove izdelke. Omenjeni funkciji prihranita dragocen čas, ki je drugače izgubljen zaradi praznjenja celice, po prekinitvi ali ob menjavi tipa izdelka.

Literatura

- [1] Mitch DeCaire, Traceability Data Integrity – Challenges and Solutions. SMT, 20(3):12–17, March 2006.
- [2] SIPLACE Traceability 1.1, User Guide. Siemens, Item no. 00195515-01, 2007.
- [3] Tilen Mokič, Uvedba sledljivosti izdelkov v proizvodnji Iskratel Electronics, diplomsko delo, Ljubljana 2008.

Product traceability in a robotic cell

Abstract: The paper presents the concept of traceability with emphasis on traceability in manufacturing industry. Two concepts of traceability are introduced. The first discusses the traceability on an assembly line, and the second in a robotic cell. The latter was implemented in a robotic cell for the manufacturing and testing of residual current circuit breakers.

Keywords: traceability, manufacturing industry, robotic cell

Problematika kratke vezi vročevoda

Jernej BÖHM, Suvad BAJRIĆ, Tjaša OŠTIR, Marjeta PETRIŠIČ

Izvleček: V prispevku predstavljamo rezultate krmiljenja kratke vezi v vročevodnem omrežju. Izvedli smo simulacijo odpiranja/zapiranja kratke vezi na vročevodu daljinskega ogrevanja ter izmerili potek tlakov na mestu kratke vezi pri motnji, povzročeni s hidravličnim postopnim krmiljenjem. V obeh primerih nismo zasledili pomembnih sprememb tlaka.

Ključne besede: daljinsko ogrevanje, kratka vez, vodni udar, simulacija, meritev

■ 1 Uvod

Premišljena strategija uporabe avtonomne kratke vezi (KV) lahko prispeva k zmanjšanju stroškov obratovanja sistema daljinskega ogrevanja (DO) ob hkratni zadostni kvaliteti oskrbe s toploto [1].

V sistemih DO vgrajujemo KV na vseh kritičnih mestih, predvsem zaradi preprečitve poškodb vročevoda ob globokih zmrzalih.

Povsem drugačno nalogo opravlja daljinsko krmiljena KV. Te so odprte v času pregrevanja mreže (npr. pred nastopom jutranje konice), kasneje pa jih zapremo in tako izrabimo razpoložljiv pretok vira za cirkulacijo skozi toplotne postaje. Kvaliteta oskrbe s toploto narekuje iskanje kompromisa med temperaturo dovodne vode in pretokom [2].

Tudi v sistemu DO Ljubljane je implementirano pregrevanje omrežja prav s pomočjo več KV [3]. Z odprtjem KV se pri isti moči vira poveča temperatura povratka, v določenem časovnem obdobju zmanjša temperaturna razlika med dovodom in povratkom, kar posledično poveča masni pretok in hitrost vode

Mag. Jernej Böhm, univ. dipl. inž., mag. Suvad Bajrić, univ. dipl. inž., Tjaša Oštir, univ. dipl. inž., Marjeta Petrišič, univ. dipl. inž., vsi Energetika Ljubljana, d. o. o., Ljubljana

v cevovodu. Pregrevanje omrežja uporabljamo v nočnem času, ko so potrebe po toploti nižje, kot je maksimalna moč. Na takšen način se v omrežje akumulira toplota, ki se porabi v času jutranje konice, ko nastopijo večje potrebe po toploti. Ljubljansko vročevodno omrežje ima prostornino preko 2.10^4 m^3 [4], kar pomeni velik potencial za akumulacijo energije brez dodatnih investicijskih stroškov.

Cilj postavitve KV v distribucijsko omrežje je skrajšanje transportnih časov toplote. V sistemih DO preteče tudi nekaj ur (npr. za sistem DO Ljubljana 4 do 6 ur), preden pride proizvedena toplota iz proizvodne enote do posameznega odjemalca v distribucijski mreži. S skrajšanjem transportnih časov omogočimo bolj optimalno vodenje sistema, saj lažje ocenimo prihajajoče zunanje temperature in potrebe po toploti.

Ko v proizvodnem viru povišamo temperaturo dovodne vode, ustvarimo kontinuitetni val temperature spremembe, ki se giblje s hitrostjo približno enako hitrosti vode. Tlačna in pretočna sprememba se v distribucijskem omrežju DO širita znatno hitreje kot temperaturna sprememba. Hitrost tlačnega vala je odvisna od premera cevovoda, debeline stene cevi, od načina vgraditve in vrste cevne materiala ter od fizikalnih lastnosti tekočine, ki se pretaka po cevi ($1,497 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ [5]). Kar pomeni, da je dinamika pretoka in tlaka v omrežju manjšega pomena kot pa dinamika temperature spremem-

be, predvsem z vidika optimalnega vodenja distribucijske mreže [6].

S krmiljenjem KV v vročevodnem omrežju povzročamo tlačne motnje, ki v najelementarnejši obliki lahko izzovejo vodni (hidravlični) udar. In prav to problematiko smo želeli raziskati. Krmiljenje KV smo najprej simulirali na računalniku, rezultate pa nato preverili še z meritvijo.

■ 2 Širjenje tlačne motnje v ceveh

V prostorsko neomejeni tekočini se tlačna sprememba širi frekvenčno neodvisno, torej v celotnem spektru. V cevi pa je valovanje frekvenčno močno omejeno, le na nekaj »osnovnih« nihanj. Dušenje zaradi viskoznosti tekočin je pri nizkofrekvenčnih dogodkih zanemarljivo ($\alpha_{50cm} \approx 2.10^{-5} \text{ m}$ [7]).

V tem poglavju bomo opisali primer širjenja tlačne motnje po neskončno dolgi ravni okrogli cevi s togimi stenami, napolnjeni z vodo. Predpostavko togega telesa omogoča dejstvo, da je impedanca ($Z = \rho \cdot c$), na katero naleti valovanje v kovini, mnogo večja od tiste v vodi.

Kadar obravnavamo vodo kot idealno tekočino brez trenja, lahko pojav valovanja opišemo kot polje tlaka, ki zadošča splošni valovni enačbi:

$$\partial^2 p / \partial t^2 = c^2 \cdot \Delta p \quad (1)$$

(∂ ... operator parcialni odvod, p ... tlak, t ...čas, c ...hitrost zvoka v vodi $\approx 1,5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$, Δ ...Laplacov operator)

Ker je enačba v našem primeru linearna, lahko tlačni dogodek opišemo tudi kot linearno superpozicijo harmoničnih valovanj z valovno dolžino λ oziroma kot produkt štirih funkcij v cilindričnem prostoru, od katerih je vsaka odvisna samo od ene spremenljivke:

$$p(x, r, \theta, t) = X(x) \cdot R(r) \cdot \Theta(\theta) \cdot e^{i(2\pi c/\lambda)t} \quad (2)$$

(x, r, θ ...cilindrične koordinate)

Parcialne odvode v nadaljevanju nadomestimo z materialnimi odvodi, hkrati vpeljemo cilindrične spremenljivke, cilindrični nastavek Laplaciana [8] ter omenjeno vstavimo v valovno enačbo. Pri tem dobimo izraz:

$$(1/X) \cdot (d^2X/dx^2) + (1/R) \cdot (d^2R/dr^2 + (1/r) \cdot dR/dr) + (1/(r^2 \cdot \Theta)) \cdot (d^2\Theta/d\theta^2) + (\omega/c)^2 = 0 \quad (3)$$

Ker je vsak člen odvisen od ene spremenljivke, sklepamo, da je prvi člen konstanta!

Pri določitvi kotne porazdelitve funkcije $\Theta(\theta)$ upoštevajmo, da je tlak enolično določen in periodično odvisen od kota θ , torej:

$$\Theta(\theta) = e^{\pm jm\theta} \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

kjer vrednost m opisuje število radialno usmerjenih vozlov tlaka na mestu x . Po substituciji pridemo do enačbe za radialno porazdelitveno funkcijo tlaka:

$$k_r^2 + (1/R) \cdot (d^2R/dr^2 + (1/r) \cdot dR/dr) - m^2/r^2 = 0 \quad (5)$$

(k_r^2 ... valovno število)

Rešitev gornje enačbe za okroglo cev opisujejo standardne Besselove funkcije (prve vrste, reda m):

$$R(k_r r) = J_m(k_r r), \quad k_r \neq 0 \quad (6)$$

Rešujemo jih z numerično programsko opremo.

Oglejmo si nekaj njihovih splošnih lastnosti:

$J_{m=0}(0) = 1, J_{m>0}(0) = 0$ (tedaj doseže maksimum pri $k_r r \approx m + 1$), z naraščajočim argumentom pa se v vseh

primerih iznihavajo. Ker je na togi steni cevi ($r = a$) pomik vode prečno na smer stene enak 0, velja tudi: $J_m'(k_r a) = 0$ ($\psi = k_r a$).

Z upoštevanjem zveze (2) za $X(x)$, $R(r)$ in $\Theta(\theta)$ lahko zapišemo rešitev za posamezni način nihanja v obliki:

$$p(x, r, \theta, t) = A_{mn}^{\pm} J_m(k_{r,mn} r) e^{i(2\pi c/\lambda)t \pm m\theta \pm k_{x,mn} x} \quad (7)$$

poljubno harmonično nihanje pa:

$$p(x, r, \theta, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} A_{mn}^{\pm} J_m(k_{r,mn} r) e^{i(2\pi c/\lambda)t \pm m\theta \pm k_{x,mn} x} \quad (8)$$

Funkcija opisuje tlačni potek v okroglem cevovodu ob tlačni motnji, fizikalno pa so pomembni le tisti načini, pri katerih ima k_x realno vrednost ($k_{x,mn}^2 = \{2\pi/\lambda\}^2 - k_{r,mn}^2 > 0$). Kompleksne komponente se vzdolž cevi zadušijo. Znak \pm določa fazo valovanja.

Amplituda tlaka v okrogli cevi torej pada eksponentno z oddaljenostjo od izvora. Z naraščajočima m in n narašča tudi $k_{x,mn}$, zato se energija rotirajočih valov seli proti steni. V tekočini cevi se lahko razvijejo le valovanja, katerih valovna dolžina je krajša od kritične vrednosti ($\lambda_c = 2\pi/k_{r,mn}$). Osnovni val ($m = n = 0$) se

širi vedno, nihanja višjih redov pa le, če je izpolnjen gornji pogoj za k_x .

Za ilustracijo si pogledjmo primer porazdelitev tlaka v togi cevi \emptyset DN 10 cm [7]. S povečanjem njenega premera se za enak faktor poveča valovna dolžina kritičnega valovanja. V omenjeni cevi se lahko širijo le naslednja nihanja (preglednica 1):

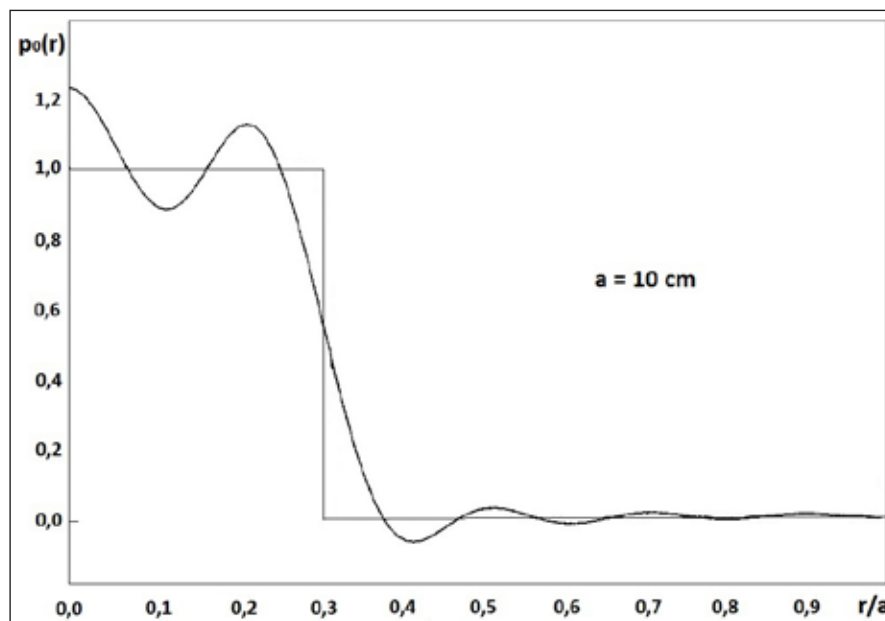
V primeru Heavisidove stopničaste tlačne motnje ($H(s) = 1/s$) je porazdelitev tlaka ob zaklopki naslednja (slika 1):

3 Problematika vodnega udara KV

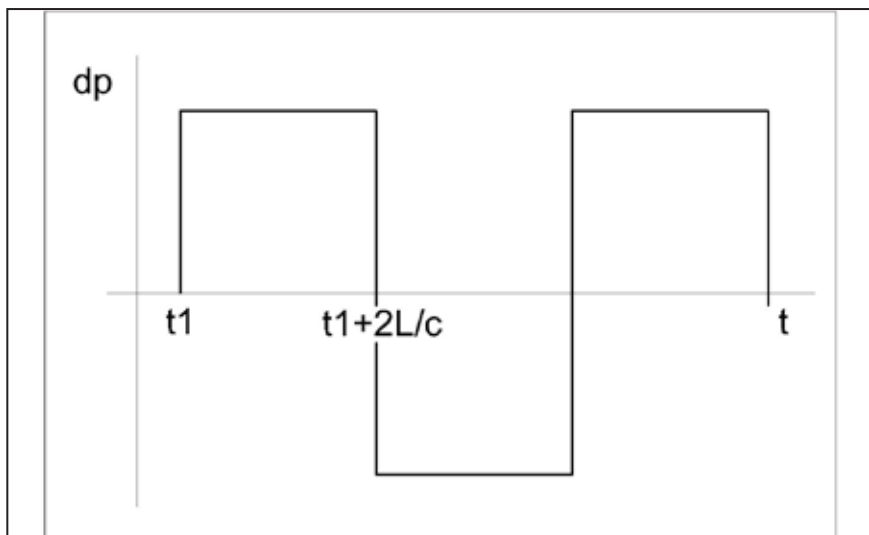
Obliko vodnega udara (popolni, nepopolni vodni udar) določajo pogoji potovanja tlačnega vala oziroma njegove hitrosti širjenja (c) od mesta nastanka motnje do povratka vala do mesta izvora motnje. Za hidravlične sisteme si prizadevamo, da obratujejo v stacionarnem režimu ali vsaj v kvazistacionarnem, kjer nastopajo zgolj majhne spremembe. V slednjem te umerjeno prehajajo iz enega stanja v drugo brez kakršnihkoli posledic. Spremembe tlaka, do katerih na splošno prihaja v hi-

Preglednica 1. Vrednosti kritičnih valovnih dolžin za osnovni način nihanja ($m = 0$) za cev \emptyset DN 10 cm, napolnjeno z vodo [7]

n	0	1	2	3	4
λ_c /cm	∞	6,52	3,57	2,47	1,88



Slika 1. Potek tlaka na mestu zaklopke ventila $\approx 1/3$ premera cevi [7]



Slika 2. Potek tlaka ob ventilu ob nenadnem zapiranjju. Zaradi trenja in fizikalnih lastnosti hidravličnega sistema se ostri prehodi bolj ali manj zgladijo. (t_1 ... čas zapiranja, T ... perioda nihanja)

dravličnem sistemu, so: iztok vode, vklop in izklop črpalk zaradi posegov na omrežju ipd. Hitra sprememba povzroči nestacionarni režim obratovanja. Ta je praviloma zelo nevaren zaradi možnosti nastanka poškodb.

Vrednost $t_f = 2L/c$ predstavlja fazo udara oz. čas (t) med nastankom motnje in njenega odbojnega povratka na oddaljenosti L . V primeru $t < t_f$ in pri dovolj umerjeni motnji praktično ne moremo povzročiti vodnega udara. Toliko bolj, ker priključke toplotnih postaj vzdolž vročevoda lahko prepoznamo kot blažilce vodnega udara.

Povsem drugače je v primeru motnje (odpiranja/zapiranja zapore), ko je izpolnjen pogoj $t \gg t_f$ torej pri dolgih cevah.

Ob motnji delujejo na tekočino med drugim sile tlaka, teže, inercije, trenja, stisljivosti tekočine, elastičnost sistema. Spremembo hitrosti vode v cevi poenostavljeno opišemo:

$$dv/dt = F - (1/\rho) \cdot \nabla p \quad (\text{za diferencialno majhne spremembe}) \quad (9)$$

(v ... hitrost vode v cevi, t ... čas, F ... sila na steno cevi, ρ ... gostota vode, p ... tlak v cevi, ∇ ... operator nabra)

Sprememba tlaka dp vzdolž horizontalne cevi dx je približno enaka: $dp = \nabla p \cdot dx = -(\rho \cdot dv/dt) \cdot Dx$ (10)

ob povezavah $dx = c \cdot dt$ in $\gamma = \rho \cdot g$ (γ ... specifična teža, g ... gravitacijski pospešek) dobimo:

$$dp = -\rho \cdot c \cdot dv \rightarrow H = -c \cdot (dv/g) \quad (H \dots \text{piezometrična višina, Bernoulli}). \quad (11)$$

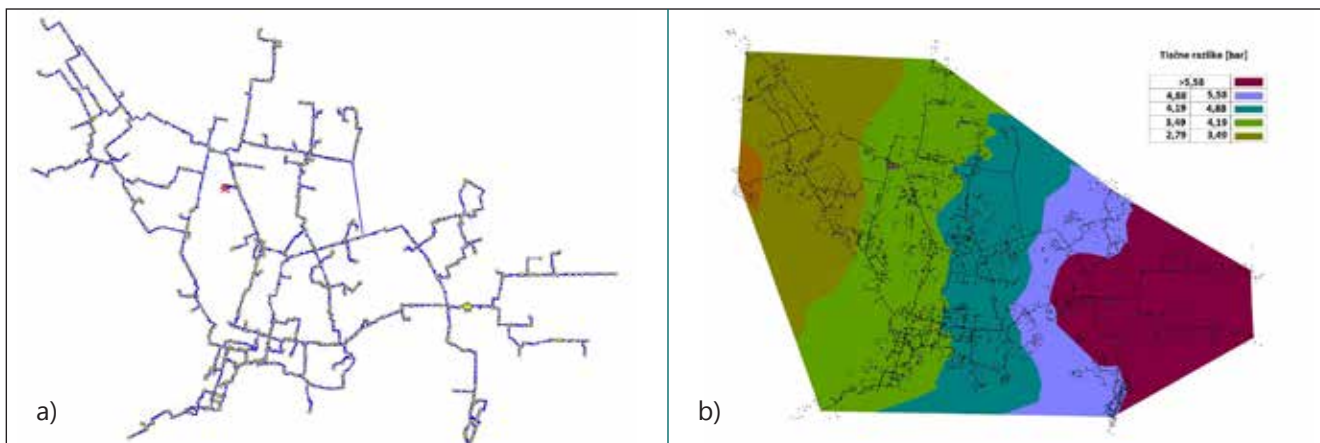
V slednjem prepoznamo enačbo Jukovskega [9]. V praksi ni povsem zadovoljiva, a je dovolj nazorna za opis problematike. V prvem približku je sprememba tlaka ob vodnem udaru proporcionalna spremembi hitrosti vode v cevi, gostoti vode in hitrosti širjenja tlačne spremembe po cevi (vročevoda).

Za oceno, kdaj je udar lahko nevaren, se v literaturi pogosto uporablja konstanta inertnosti tlačnega cevovoda, ki pa je uporabna le v enostavnih primerih. Na splošno pa velja: če se odbojna motnja vrne do zapornega ventila še pred njegovim zaprtjem, povečanje tlaka ne doseže maksimalne vrednosti. Ta pogoj je dosežen pri:

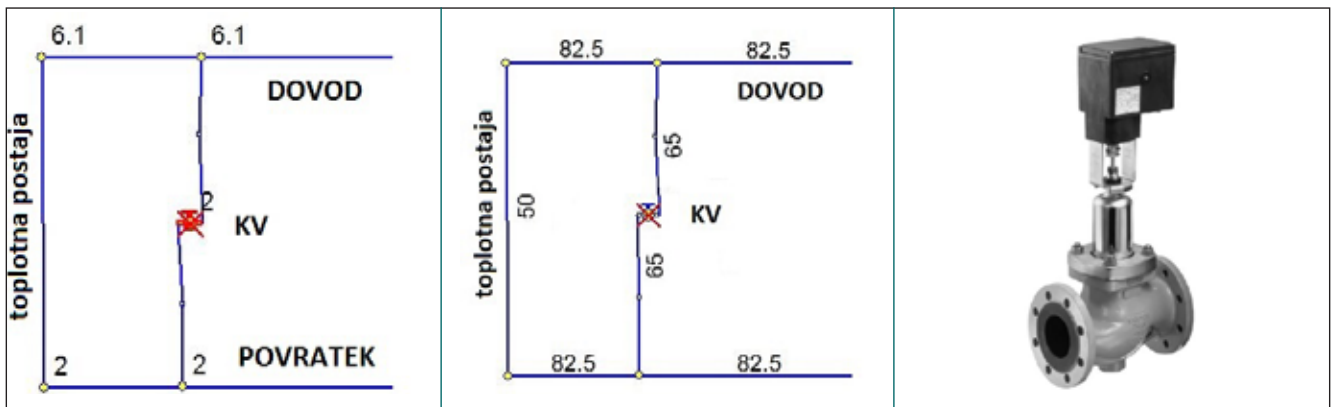
$$T_{\text{zapiranja}} > (2 \cdot L)/c.$$

4 Računalniška simulacija prehodnega pojava pri odprtju/zaprtju KV

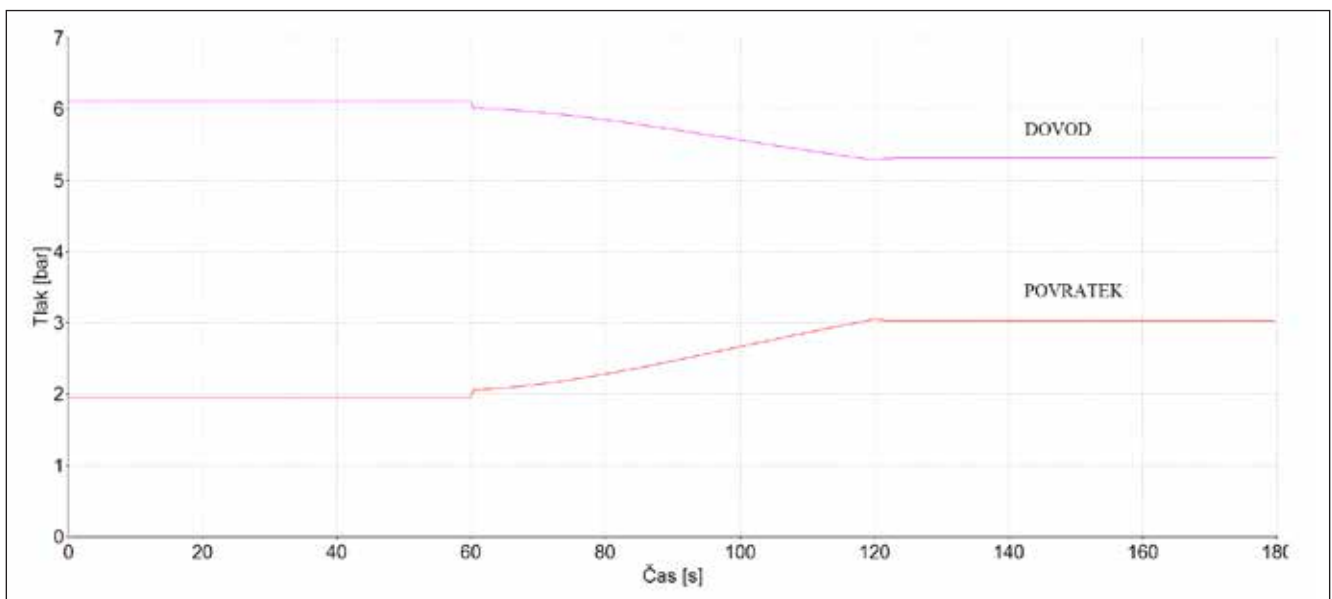
Obnašanje obsežnega hidravličnega sistema je teoretično izredno težko opisati, zato se reševanje takšnih problemov izvaja z računalniško obdelavo. Za hidravlično analizo odprtja in zaprtja KV smo uporabili programsko orodje KYPipe [10], ki je v osnovi namenjeno hidravličnim preračunom v vodovodnih omrežjih in omogoča izračun prehodnih pojavov. Za potrebe preračuna smo s programskim orodjem generirali poenostavljen hidravlični model celotnega vročevodnega omrežja sis-



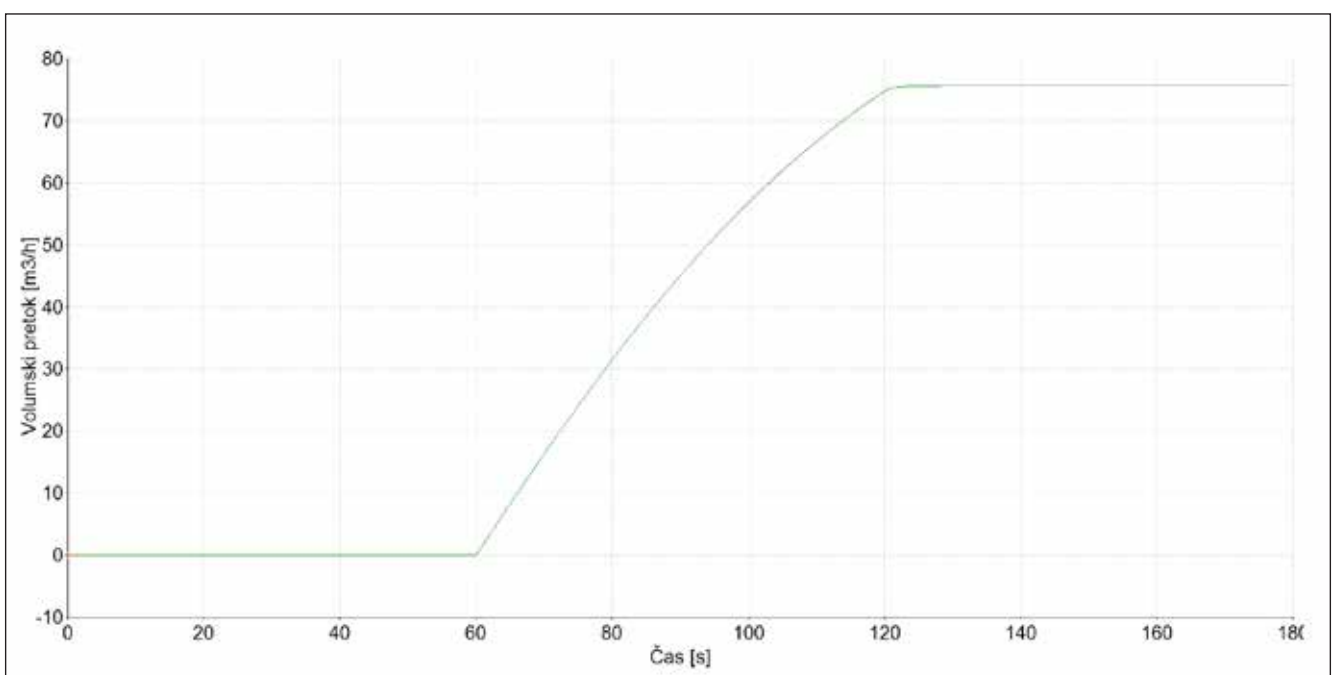
Slika 3. Poenostavljen hidravlični model DO Ljubljana: (a) KYPipe, (b) TERMIS Operation



Slika 4. (a) Model kratke vezi z označenimi premeri cevi v mm. (b) Zaporni ventil tipa 3214/3374, proizvajalec Samson. (c) Tlačne razmere v modelu kratke vezi v bar.



Slika 5. Potek tlakov pred ventilom in za njim po odprtju KV



Slika 6. Pretok v KV

tema DO Ljubljane. Upoštevali smo dejanske dimenzije cevi, lastnosti cevne materiala in fizikalne lastnosti tekočine. Za analizo smo izbrali obstoječo daljinsko krmiljeno KV, ki je vgrajena na primarni strani vročevodnega omrežja.

Vhodne parametre za simulacijo smo za izbrani obratovalni scenarij, obratovalni dan s povprečno zunanjo temperaturo 0 °C, določili s termohidravličnim preračunom v programskem orodju TERMIS Operation na poenostavljenem modelu sistema DO Ljubljana.

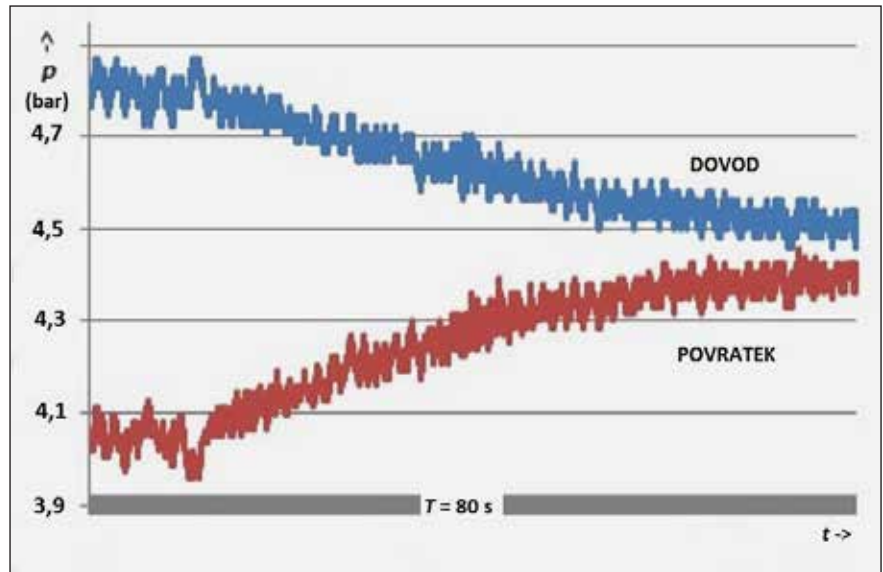
Izbrana KV je dimenzije \varnothing DN 65 mm in ima vgrajen zaporni ventil tipa 3214/3374, ki ga proizvaja Samson. Za potrebe preračuna smo uporabili karakteristike ventila in dejanske dimenzije vgrajene KV.

Na podlagi izračunanih tlakov dovoda in povratka s programskim orodjem TERMIS Operation smo določili ustrezen padec tlaka skozi toplotno postajo. V modelu KV smo toplotno postajo ponazorili z daljšo povezavo dovodnega in povratnega cevovoda. Želeni padec tlaka smo dosegli z nastavitvijo dolžine in premera povezave (dolžina 4 m ter \varnothing DN 50 mm).

Iz spodnjih rezultatov simulacije je razvidno, da z odprtjem/zaprtjem ventila povzročimo tlačne valove s komaj zaznavno amplitudo v velikosti 2 kPa. Ti se pojavijo v trenutku odprtja/zaprtja zapornega ventila. Pri odpiranju KV v $t = 60$ s ne dosežemo nevarnih sprememb tlaka.

■ 5 Eksperimentalna verifikacija

Celotno operacijo odpiranja/zapiranja KV smo preverili tudi eksperimentalno. Za meritve tlaka smo uporabili analogni dajalnik tlaka nemškega podjetja First Sensor iz serije KTE/KTU6000 z odzivnim časom 5 ms (10–90 %). Za zajem podatkov smo uporabili zbiralnik podatkov lastne izdelave na osnovi Microchipovega mikrokrmilnika PI-



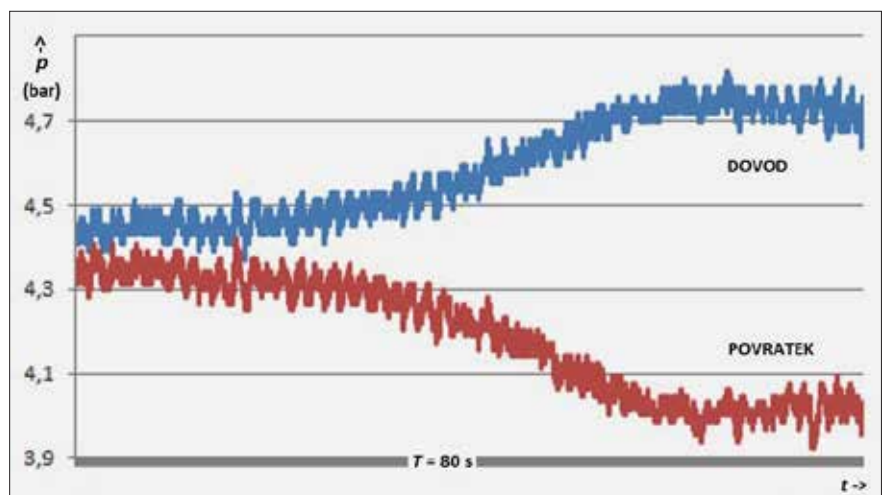
Slika 7. Tlak pri odpiranju KV

C18F4520. Meritve smo sproti shranjevali v podatkovno datoteko prenosnega računalnika. Za obdelavo podatkov (kot sledi) smo uporabili standardno programsko opremo okolja Windows.

Za izvedbeni primer smo strojno oziroma programsko opremo priredili za 2-kanalni zajem z 10-bitno ločljivostjo ter pogostostjo vzorčenja posameznega kanala 50/s.

5.1 Rezultati meritev odpiranja/zapiranja KV

Potek hidravličnih tlakov v neposredni bližini KV (tip glej zgoraj) smo opravili v eni izmed toplotnih postaj z vgrajeno KV (TP Kamniška 25). Meritve so prikazane na spodnjih grafih (slika 7 in slika 8).



Slika 8. Tlak pri zapiranju KV. Prevladuje šum.

■ 6 Zaključek

Pri krmiljenju zapornih elementov vročevoda je potrebna previdnost, saj lahko v vročevodu povzročimo nevarne tlačne oscilacije. Preverili smo tlačni odziv na mestu upravljanja KV. Izvedli smo simulacijo odpiranja/zapiranja KV ter izmerili potek tlakov ob KV pri motnji, povzročeni s hidravličnim postopnim krmiljenjem. Simulacija krmiljenja KV in izvedene meritve jasno kažejo, da v primeru zmerne hitrosti zapiranja/odpiranja KV, v izvedbenem primeru (\varnothing DN 65 mm) 60 s za polno odpiranje/zapiranje, ni nevarnosti nastanka vodnega udara v vročevodu. Nihanje tlaka zaradi tovrstnega krmiljenja KV je manjše od tlačnega šuma.

Vseeno priporočamo določeno stopnjo previdnosti tudi pri upravljanju KV.

Literatura

- [1] Dalla Rosa, A., idr.: Energy-Efficient and Cost-Effective Use of District Heating Bypass for Improving the Thermal Comfort in Bathrooms in Low-Energy Buildings, DHC13, Copenhagen, 2012, stran 128–136.
- [2] Wollerstrand, J.: District Heating Substations. Performance, Operation and Design, Doktorsko delo, Lund University, Department of heat and power engineering division of energy economics and planning lund institute of technology. Sweden, 1997.
- [3] Bajrić, S.: Optimizacija termo-hidravličnega distribucijskega sistema. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko, Ljubljana, 2011.
- [4] Oštir, T.: Zmanjšanje toplotnih izgub in skrajšanje transportnih časov v vročevodnem distribucijskem omrežju, Diplomaska naloga univerzitetnega študija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2012.
- [5] http://sl.wikipedia.org/wiki/Histrost_zvoka, 14. 03. 2014 (dostop),
- [6] Bøhm, B. idr.: Simple Models for Operational Optimisation. Technical University of Denmark, Department of Mechanical Engineering. Denmark, IEA District Heating and Cooling, Annex VI, 2002.
- [7] Grabec, I., idr.: Raziskava o možnosti uporabe UZ za prenos podatkov po vročevodu, Zaključno poročilo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2001.
- [8] Crocker, M. J.: Handbook of Acoustics, John Wiley & Sons, New York, Chapter 7- Waveguides, 1998, stran 82–87.
- [9] Petrešin, E., idr.: Aktualni vodnogospodarski projekti in objekti, Mišičev vodarski dan, 1998, stran 134–151.
- [10] KYPipe, Pipe2012 Help Manual, KYPipe Software and Manual Downloads, <http://kypipe.com>, (2013).

Bypass of District Heating

Abstract: A simulation analysis of the opening/closing of a bypass in a district heating pipeline network was carried out. Pressure measurements were taken directly at the bypass during the lapse of interference caused by progressive hydraulic (valve) steering. In both cases, no dangerous pressure changes were detected. Hydraulic pressure oscillation was for all practical purposes lost in the pressure noise of the district heating system.

Keywords: district heating, bypass, hydraulic shock, simulation, measurements



EMERSON[™]
Process Management

ZASTOPA IN PRODAJA

ppt commerce d.o.o.

Celovška 334

1210 Ljubljana-Šentvid

Slovenija

tel.: +386 1 514 23 54

faks: +386 1 514 23 55

e-pošta: ppt_commerce@siol.net

<http://www.ppt-commerce.si>



BETTIS[™] pnevmatski in elektro aktuatorji

Robotski sistem za varjenje osnove kontejnerja

Tomaž LASIČ, Robert LOGAR

Robotski sistemi se pogosteje uporabljajo za izdelke manjših dimenzij in seveda avtomobilov. Pri varjenju večjih izdelkov pa nastopijo drugačne zahteve, ki so povezane z manipulacijo izdelka, vpenjalnimi napravami in varilnim procesom. V prispevku jo predstavljen sistem za izdelavo osnove bivalnega kontejnerja, ki je razdeljen v tri postaje. Osrednji del je robotizirana varilna postaja z obračalnim vpenjalnim sistemom, dvema vpenjalnima napravama in dvema varilnima robotoma na tirnicah. Vse tri postaje – nakladalno, varilno in brusilno, povezuje mostni manipulator, ki rokuje z vpenjalnimi napravami, sestavnimi deli in izdelkom. Krmilnik krmili proces varjenja in upravlja dodatne funkcije izdelovalnega sistema.

1 Uvod

Kmalu po razvoju in izdelavi prvih industrijskih robotov so te uporabili tudi pri izdelavi večjih izdelkov. Najprej so jih uporabljali za varjenje jeklenih ladij in jeklenih konstrukcij, kot na primer mostov. Sedaj se najdejo robotske rešitve tudi pri izdelavi letal, vlakov, ladij iz kompozitnih materialov in podobnih izdelkov.

V primerjavi z uporabo robotov pri varjenju majhnih izdelkov, kjer je manipulacija relativno enostavna, je pri varjenju velikih izdelkov rokovanje z njimi in zagotavljanje dimenzijskih toleranc mnogo bolj zahtevno.

V podjetju Arcont, d. d., proizvajajo bivalne kontejnerje. Izdelava osnove kontejnerja je bila v preteklosti ročna (slika 1). Sestavni elementi so bili pripeti na posebni nosilni konstrukciji. Delo varilca je bilo zelo zahtevno in zdravju škodljivo. Pomanjkanje kakovostnih varilcev in želje za dvig kakovosti ter povečanje konkurenčnosti so zahtevali nov način izdelave osnove kontejnerja. Študije o varjenju celotne osnove so v podjetju potekale že od uvedbe



Slika 1. Ročno varjenje pred uvedbo robotov

prvega varilnega robota pred desetletjem in na osnovi izkušenj s prejšnjimi robotskimi sistemi so bile določene smernice projekta avtomatizacije varjenja.

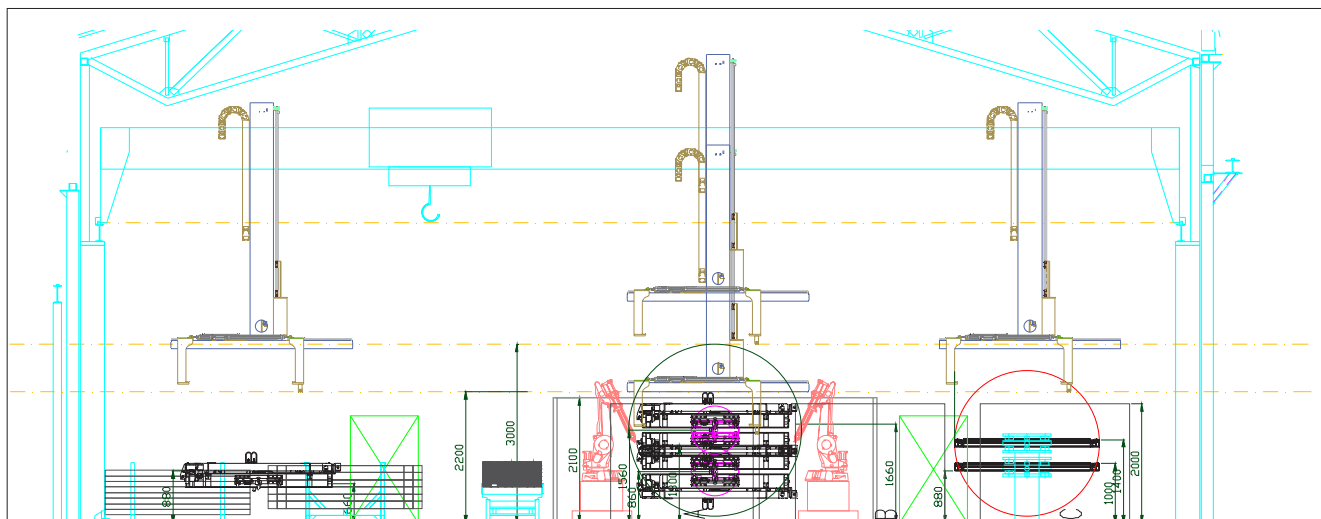
Glede na proizvodne količine in možnosti izvedbe je bilo določeno, da se bodo proizvajale le osnove z dolžino do 6 m. Te predstavljajo pretežni del proizvodnje. Sistem je moral zagotoviti uporabo nosilnih jeklenih cevi v obstoječih dolžinskih tolerancah, ki so večje, kot je nujno za izvedbo običajnih varov. Cikel samega varjenja je bil glede na potrebne količine določen na 17

minut. Osrednji robotski sistem mora opravljati tudi funkcijo menjave vpenjalnega orodja.

2 Proces izdelave osnove

Proces izdelave osnove kontejnerja se prične z dostavo polizdelkov v podjetje. Večina elementov je razrezanih na ustrezno dolžino že pri dobavitelju. V predhodni fazi se na robotskih celicah zavarijo kotniki in nato krajša stranica. Potrebno je izrezati daljše nosilce za žepe, ki so namenjeni za vstop viličarja, kar se izvede na celici za plazemski razrez. Ta proces je bil robotiziran že v preteklosti.

Tomaž Lasič, univ. dipl. inž.,
Robert Logar, univ. dipl. inž.,
oba ABB, d. o. o., Ljubljana



Slika 2. Razdelitev procesa izdelave osnove kontejnerja na tri delovne postaje

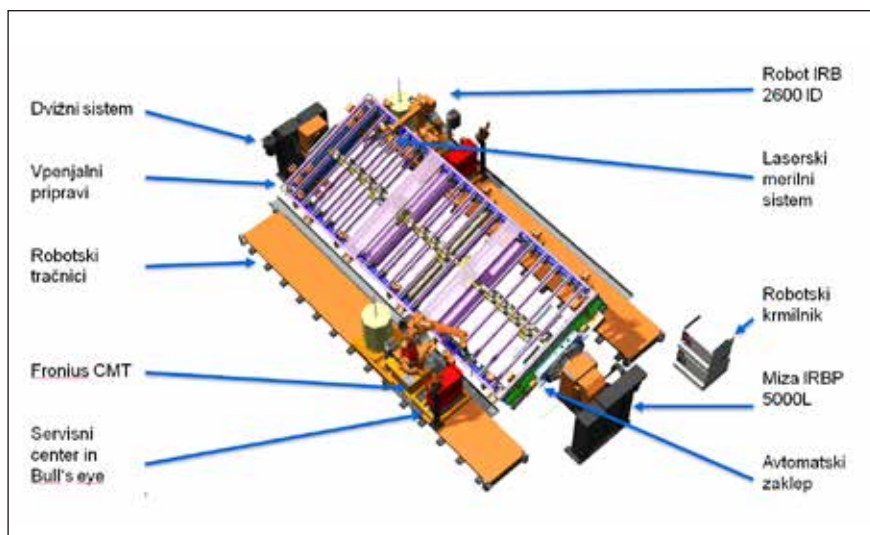
Proizvodni proces od polizdelkov do zvarjene in obrušene osnove je bilo treba določiti na novo in se izvaja na postaji za vlaganje polizdelkov, postaji za varjenje osnove in brusilni postaji. Na koncu je mesto za skladiščenje zvarjenih osnov (slika 2).

Ker so polizdelki in še posebno celotna zvarjena osnova zelo težki, je bilo treba razviti avtomatiziran manipulator, ki prenaša vpenjalno napravo med posameznimi postajami in odlaga zvarjeno in obrušeno osnovo kontejnerja. Manipulator v vlagalni postaji vlaga težje elemente v vpenjalno napravo. Ko zaključi, delavci poravnajo elemente na pravo mesto, dodajo še manjše nosilce in jih vpenjo v vpenjalno napravo. Manipulator nato prenese vpenjalno napravo z elementi v varilno celico. Iz varilne postaje manipulator prenese zvarjeno osnovo na postajo za brušenje. Zvare delavci ročno pobrusijo. Prazno vpenjalno napravo manipulator odpelje iz varilne postaje nazaj na vlagalno postajo.

■ 3 Zgradba varilne postaje

Varilno postajo so zasnovali in izdelali v podjetju ABB, d. o. o., in jo sestavljajo (slika 3):

- varilna robota ABB IRB 2600 ID,
- robotski tračnici ABB IRBT 4004,
- pozicionirna miza IRBP 5000 L,
- dvizni sistem mize,
- varilna izvora – Fronius CMT advanced,
- laserski merilni sistem.



Slika 3. Zgradba varilne postaje

3.1 Varilni robot

Osrednji delovni enoti robotske varilne postaje sta robota IRB 2600ID,



Slika 4. Robot IRB 2600ID

ki sta nameščena na tračno progo na obeh daljših straneh vpenjalne naprave. Voziček na tračni progi poleg premikanja robota omogoča tudi montažo servisnega centra s sistemom Bull's eye za avtomatsko kalibracijo gorilnika in zalogovnik žice Maraton Pac.

3.2 Varilna oprema

Pri varjenju se pojavljajo tudi večje reže, ki ovirajo normalno varjenje. Varilni izvor mora v procesu varjenja omogočati dobro polnjenje rež in večkratne prehode. Varilni izvori Fronius CMT so bili razviti predvsem za varjenje tanjših pločevin, vendar pa je bila ta tehnologija ustrezna tudi za varjenje osnov kontejnerja prav zaradi zelo učinkovitega zapolnjevanja rež.



Slika 5. Varilna oprema

3.3 Laserski merilni sistem

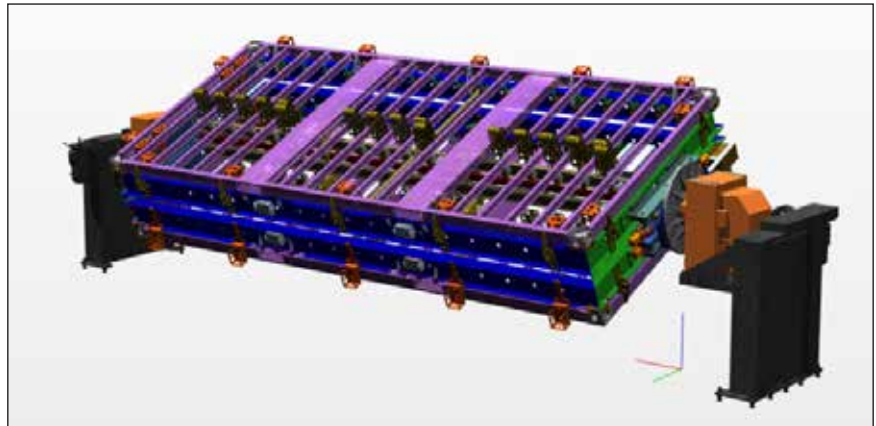
Najdaljši elementi osnove so nekaj manj kot šest metrov dolge jeklene cevi. Pri taki dolžini je dovoljena toleranca prevelika za izvedbo kvalitetnega varjenja brez prilagajanja pozicije in načina varjenja vsakega kosa posebej. Da se lahko zagotovi pravilna izbira varilnega robotskega programa, varilnih parametrov in ne nazadnje korekcija pozicije vara, je bilo potrebno vgraditi merilni sistem.

Uporabljen je bil laserski merilni sistem, ki pred začetkom varjenja po potrebi izmeri točno pozicijo varilne reže in tudi samo širino reže. Na osnovi širine reže se izbere ustrezen program s številom prehodov in ustreznimi varilnimi parametri. Laserski merilni sistem meri pravokotno na varilno glavo. Tak način omogoča lego laserja, ki ne ovira dostopnosti varilnega gorilnika in hkrati omogoča lažjo zaščito laserskih leč.

Laserski sistemi, ki merijo v smeri varilnega gorilnika, sicer omogočajo korekcije med samim varjenjem, vendar je laserska merilna glava pogosto v napoto pri varjenju težje dostopnih mest. Glede na relativno kratke vane sprotno popraviljanje varilne poti ne bi bilo izkoriščeno.

3.4 Pozicionirna miza

Pri zasnovi celotnega proizvodnega procesa varjenja osnov predstavlja



Slika 6. Pozicionirna miza z dvžnim sistemom in vpenjalnima napravama

pot vpenjalne naprave v zaokroženem varilnem ciklu poseben problem. V okviru varilnega procesa sta dve vpenjalni napravi – prazna in polna, ki se morata med seboj zamenjati. Ta problem je bil rešen z uporabo pozicionirne mize za obračanje in zamenjavo vpenjalne naprave (slika 6).

Izbran je bil pozicionirnik z nosilnostjo 5 ton, kar omogoča obračanje dveh vpenjalnih naprav hkrati. Ker je bilo potrebno zagotoviti obračanje mize, je bil dograjen tudi dvžni sistem, ki omogoča dovolj visok dvig za zasuk vpenjalnih naprav.

4 Krmiljenje sistema

Jedro celotnega robotskega sistema je robotski krmilnik, ki opravlja poleg osnovne funkcije krmiljenja varilnih robotov in procesa še vnos delovnih nalogov in upravljanje

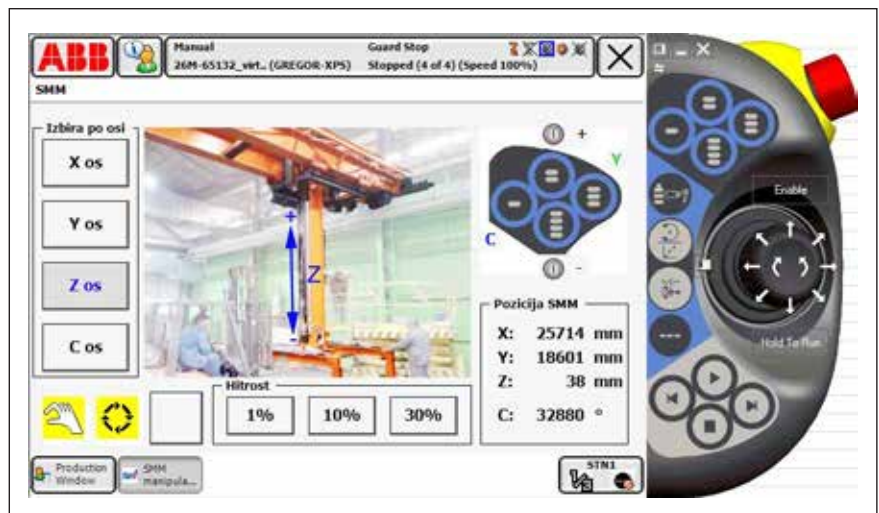
portalnega manipulatorja v ročnem režimu

4.1 Vnos delovnih nalogov

Preko robotskega vmesnika FlexPendant operater izbira tip izdelka in izvajanje programa. Vnos zelenega programa je možen s pomočjo delovnega naloga, ki se vnese kot tekstovna datoteka. V prihodnosti bo možno vnašanje delovnih nalogov iz centralnega nadzornega sistema. Drugi možen način je z neposrednim vnosom programa v FlexPendatu.

4.2 Krmiljenje vpenjalnih naprav

Vpenjanje vpenjalne naprave na vlagalni postaji je krmiljeno s pomočjo robotskega krmilnika, ki krmili tudi varnostni sistem za zaklepanje in odklepanje vpenjal na vlagalni in varilni postaji.



Slika 7. Upravljanje manipulatorja

4.3 Pošiljanje ukazov manipulatorju

Glede na izvajanje posameznih operacij robotski krmilnik kliče ukaze za prenos vpenjalnega orodja oziroma zvarjene osnove.

4.4 Ročno upravljanje mostovnega manipulatorja

Ker je robotski vmesnik FlexPendant zelo priročen za uporabo, je bil izbran tudi za premikanje mostovnega manipulatorja v ročnem režimu (*slika 7*).

4.5 Servisni vmesnik

FlexPendant je že v osnovi namenjen tudi servisnim operacijam na robotu. Dodane operacije, specifične za sam proces, izvajata vmesnik za nastavitve dviznega sistema in vmesnik za kalibriranje laserja.

■ 5 Zaključek

Investicija je omogočila 32-odstotni prihranek ur, potrebnih za proizvodnjo osnove kontejnerja, in omogoča izdelavo 34,6 kosov na dan. Celotna investicija se bo tako povrnila v dobrih štirih letih in uporabniku zagotovila konkurenčno proizvodnjo v prihodnosti.

Robotski krmilniki ABB omogočajo izdelavo kompleksnih sistemov, ki poleg samih robotov krmilijo tudi ostalo opremo in služijo kot vmesnik med uporabnikom in sistemom. Kombinacija merilnih sistemov, novih fleksibilnih robotov ABB in najnovejše procesne opreme omogoča robotizacijo zahtevnih in manj ponovljivih procesov. Za uspeh takšnih projektov je seveda potrebno zgledno sodelovanje z naročnikom.

■ 6 Literatura

[1] www.abb.com/robotics

Power and productivity
for a better world™



IRB 6700

Naslednja generacija velikih industrijskih robotov



- Nosilnost 150 do 300 kg
- Doseg 2,6 do 3,2 m
- Integrirani povezni paket (Lean ID)
- Manjša poraba električne energije
- Dolgi servisni intervali
- Enostavno vzdrževanje

www.abb.com/robotics

ABB d.o.o.
Koprska ulica 92, 1000 Ljubljana
Tel.: 01 2445 453, Faks: 01 2445 490
E-naslov: info@si.abb.com
www.abb.si

Prometni pilot letala in specialist za človeški faktor – Aljaž Mezeg, univ. dipl. inž. str.

Aleksander ČIČEROV

Leta 2008 je diplomiral na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani in pridobil naziv diplomirani inženir strojništva. Od leta 2010 se kot inštruktor profesionalno ukvarja s poučevanjem letenja. Leta 2011 se je profesionalno zaposlil kot prometni pilot letala vrste Boeing 737-800NG. Skupno ima preko 2100 ur letenja na različnih tipih letal.

V okviru Evropske zveze za letalsko psihologijo EAAP je leta 2011 pridobil naziv: specialist za človeški faktor.

Trenutno končuje študij na Filozofski fakulteti v Ljubljani, smer psihologija, kjer ima status absolventa.

Ventil: 5. maja 2011 so v Ljubljani predstavniki Avstrije, Bosne in Hercegovine, Češke, Hrvaške, Madžarske, Slovaške in Slovenije podpisali Sporazum o vzpostavitvi funkcionalnega bloka zračnega prostora srednje Evrope, ki naj bi okrepil standarde varnosti v zračnem prometu, prispeval k trajnostnemu razvoju zračnega prometa in izboljšal celotno učinkovitost

upravljanja zračnega prometa in navigacijskih služb za splošni zračni promet v Evropi. Ali menite, da je cilj enotnega evropskega neba (ang. SES) mogoče uresničiti z blokimi zračnih prostorov?

A. Mezeg: Projekt SESAR spremljam že dalj časa kot član EAAP (Evropska zveza letalskih psihologov). Tisto, kar je ta trenutek najpomembnejše, je, da se projekt po velikih zamudah končno uresničuje in pričinja živeti v praksi. Gre za izredno kompleksen projekt tako s tehničnega, psihološkega in hkrati gospodarsko-političnega vidika. Države končno spoznavajo pomembnost in doprinos takšnega povezovanja. Z vidika pilota je prav smešno, kolikokrat se menjujejo frekvence – samo zato, ker smo preleteli majhen segment neke države. Združevanje v bloke je vsekakor korak v pravo smer.

Ventil: Varovanje civilnega letalstva je danes izpostavljeno številnim izzivom. Ali osvetljevanje z laserskimi žarki lahko resno ogrozi delo posadke letala? Kakšne so vaše izkušnje?

A. Mezeg: Ljudje se ne zavedajo resnosti posledic osvetljevanja letal z laserskimi žarki. Tovrstni incidenti so v porastu predvsem v poletnih mesecih v bližini turistično atraktivnih destinacij. Glavni »inštrument«
zaznave, ki ga piloti uporabljamo, je vid; od vseh človeških zaznav je ta v letalstvu najpomembnejši. Laserski snop svetlobe v stiku z mrežnico lahko povzroči dezorientacijo, začasno slepoto ali celo trajnejše poškodbe vida. Takšne incidente



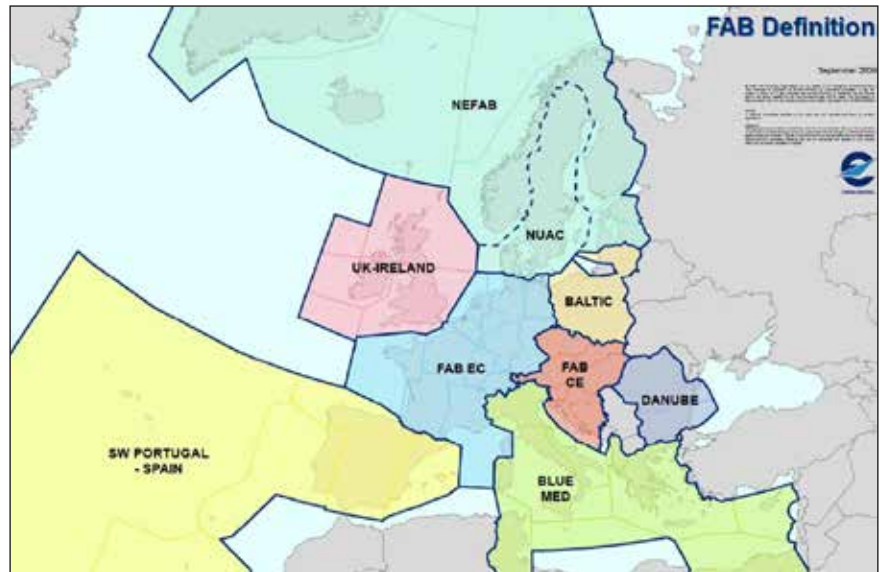
Aljaž Mezeg, univ. dipl. inž.

jemljemo posadke izrazito resno, najpogosteje poskušamo čim točneje locirati izvor laserja, kar javimo kontroli letenja. Ta obvesti policijo, ki poskuša odkriti kršitelja.

Ventil: Med spornimi rešitvami, ki naj bi zagotovile večjo varnost potnikov in letal, je tudi »telesni skener«. Naprava žarči in lahko poškoduje zdravje letalskega potnika. Ali menite, da bo njegova uporaba dokončno odpravila možnost prikritega vnosa nevarnih snovi in predmetov v letalo?

A. Mezeg: Morda ne bom povsem neposredno odgovoril na vprašanje. Varnost v letalstvu namreč lahko percipiramo na različne načine, na žalost pa nas pri tem nekoliko ovira pomanjkljiva domača terminologija. V angleškem jeziku poznamo izraza *safety* in *security*, ki se v slovenščino prevajata kot varnost, vendar sta si po svojem pomenu različna. V prvem primeru gre za varnost v letalskem prometu in predstavlja širšo kategorijo, medtem ko gre v drugem primeru za ožjo definicijo t. i. tehničnega varovanja, v katerega sodijo varnostne službe, različna tehnična sredstva za oteževanje vnosa nedovoljenih predmetov itd. Noben varnostni sistem ni popolnoma zanesljiv, še pomembnejše pa je, da je varnost v letalstvu odvisna od mnogo več dejavnikov kot samo od tehničnih sredstev za preprečevanje vnosa nedovoljenih predmetov. Današnji standard je, da se razen z detektorjem kovin naključno taktično pregleda tja do 30 % potnikov. V tem primeru gre za vprašanje posega v integriteto posameznika, ne pa za poseg v njegovo zdravje, kot je v primeru »telesnega skenerja«. Vsekakor pa nobena metoda ne bo preprečila vnosa nevarnih snovi in predmetov v letalo. Kolikor sem seznanjen z novo tehnologijo skenerjev, ti ne pokažejo ničesar, kar bi posameznik na primer lahko pogoltnil.

Ventil: Slovenija ima že nekaj časa Javno agencijo za civilno letalstvo. Če upoštevamo, da ima za naloge premalo letalskih strokovnjakov, se postavlja vprašanje njene (ne)učinkovitosti. Kakšno je vaše mnenje?



Funkcionalni bloki zračnega prostora FAB CE

A. Mezeg: Osebnost sem mnenja, da bi morala biti agencija strokovna in neodvisna organizacija, ki skrbi za varnost in razvoj letalstva v Sloveniji. Na žalost se mi dozdeva, da smo dobili agencijo, ki je zaradi političnih in osebnih interesov posameznikov izgubila status neodvisnosti in strokovnosti. Obenem je v sedanji obliki predraga in se ukvarja predvsem sama s seboj, medtem ko kakšnih aplikativnih učinkov za končne uporabnike ni.

Ventil: Delovna doba pilotov se je dvignila s 60 na 65 let. Kako gledate na to kot aktivni pilot? Kje so meje varnega letenja in občutka samoizpopolnitve oz. poslanstva pilota?

A. Mezeg: Fenomen dviganja starostne meje opravljanja poklica pilota je zanimiv in večplasten. Vsekakor igrajo pomembno vlogo veliki igralci kapitala, ki se zavedajo pomanjkanja pilotov na trgu dela. Obseg letalskih storitev raste predvsem v Aziji, hkrati s tem se večja potreba po pilotih. Na drugi strani pa še nikoli v zgodovini piloti niso naleteli tako veliko število ur kot jih danes. Letna dovoljena obremenitev za pilote je 900 ur in veliko letalskih družb dosega vsaj zelo visok odstotek teh ur. Vzemimo primer pilota, ki prične opravljati svoje delo pri 25 letih in leti povprečno 700 ur na leto. To pomeni, da bo v svojem življenju odletel 28.000 ur. Kaj to pomeni za človeško telo, ne ve nihče, saj so bili

standardi v industriji 10–15 let nazaj zelo drugačni in primerov, ko bi piloti naleteli takšno gromozansko število ur, skoraj ni.

Hkrati se zavedanje o učinkih sevanja, nizke vlažnosti na letalih, kancerogenih snoveh večja, kar se pozna tudi v konstruiranju in rabi novih materialov. Ali so odločitve regulatorjev pravilne, bo pokazal čas. Osebnost se mi zdi nalet 700 ur letno tista zlata sredina, ko v letenju še lahko uživata.

Ventil: Kako naporen in zahteven je danes poklic pilota?

A. Mezeg: Kot sem omenil, se število opravljenih ur v zadnjih letih povečuje. Vsekakor pa bi na tem mestu izpostavil specifičen način življenja, ki zahteva veliko predanost poklicu. Osebnost se mi zdi, da je najzahtevnejši del poklica, vsaj v mojem primeru, usklajevanje osebnega in poklicnega življenja. Poleg tega sta tu seveda visoka odgovornost in trend kriminalizacije napak, kar zagotovo povzroča določen pritisk na posadke. Doživljanje zahtevnosti poklica pilota je zelo subjektivno in je odvisno predvsem od posameznika kot, seveda, tudi od vrste letalske operacije.

Ventil: Kako lahko/težko je dobiti službo po končanem izobraževanju? Je letalski trg še vedno podhranjen?

A. Mezeg: Trg je zadnjih nekaj let močno podhranjen, na žalost se to ne odraža v naši okolici. Največje potrebe po pilotih so v Aziji, predvsem na Kitajskem in na Bližnjem vzhodu, v zadnjem času pa tudi v Severni Ameriki. Povpraševanje je predvsem po izkušenih tujih kadrih, kar posamezniku na začetku kariere ne pota ne pomaga veliko.

Dobiti prvo zaposlitev v letalstvu je težko in tvegano, s tem mislim predvsem na razmerje med finančno investicijo in verjetnostjo zaposlitve. Že moja osebna pot je, ko se ozrem nazaj, prepletena z neverjetno veliko naključij, ki so bila povsem izven moje kontrole, a so se na srečo obrnila v mojo korist. Vsekakor ne želim izveneti pesimistično, ampak realistično. Potrebno je pripraviti poslovni načrt na začetku kariere poti, ki naj vsebuje tudi realističen alternativni scenarij. Ta naj bo lažje izvedljiv kot prvi, saj sicer ne ustreza konceptu rezervnega scenarija oz. v letalskem žargonu alternacije.

Ventil: Ali menite, da je Mednarodna organizacija civilnega letalstva potrebna sprememb, ki bi omogočile, da bi bila sposobna reagirati na sodobne izzive/grožnje?

A. Mezeg: Na to vprašanje se težko izrečem, kajti o delovanju ICAO nisem dovolj podrobno seznanjen.

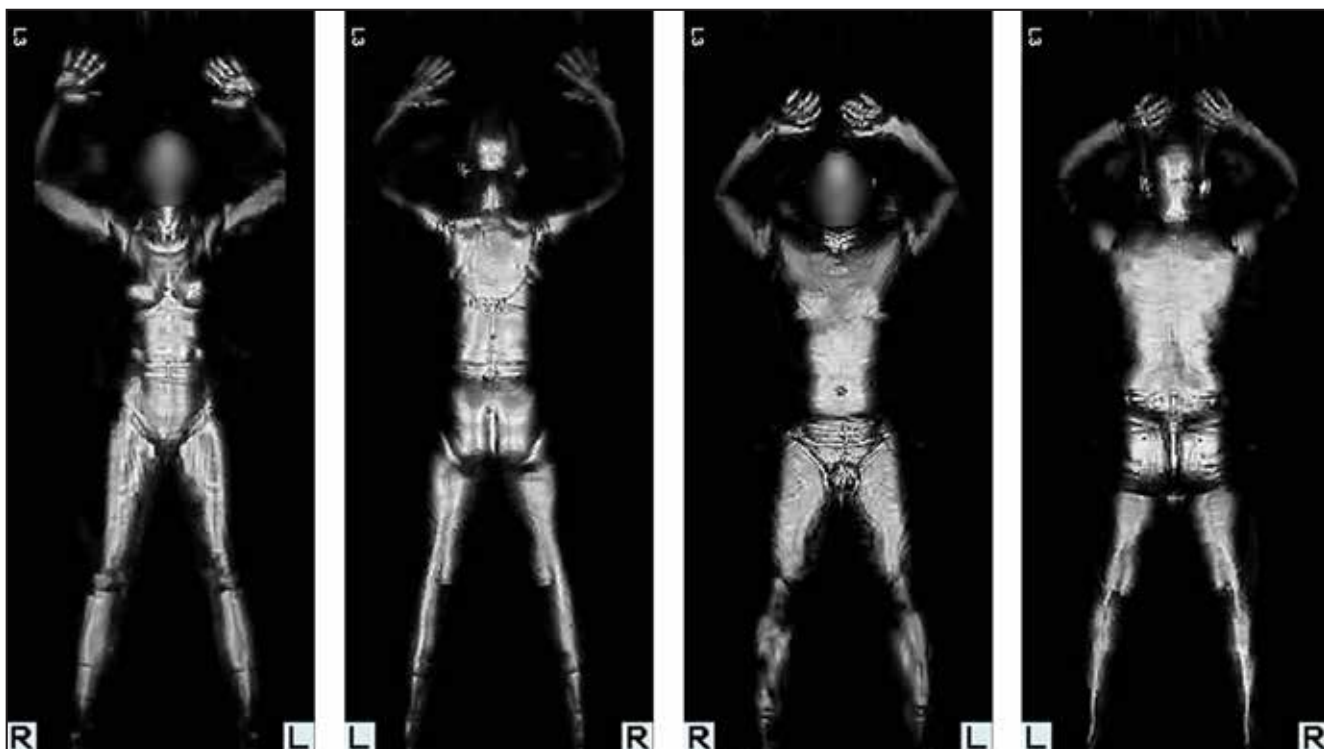
Ventil: Zakaj med pionirji civilnega letalstva v svetovnih enciklopedijah ne najdemo bratov Rusjan?

A. Mezeg: Brata sta držala stik s takratno pionirsko letalsko elito, zato bi si takšno mesto zagotovo zaslužila. Osebo sem mnenja, da jima je ravno okolje, v katerem sta odrasla, omogočilo, da sta postala to, kar sta. Trst je veljal za eno izmed pomembnejših mest in je tako omogočal dostop do znanj in sredstev za doseg te pomembnih mejnikov. Obenem pa je to isto okolje doživelo razburkane politične in zgodovinske spremembe, ki so ju nekako izločile iz nacionalnih okvirov politične propagande. Tako njihovih dosežkov do samostojne slovenske države nikoli nismo vzeli samo za naše, ampak si jih nekako ves čas delimo z Italijani, Srbi in »Jugoslovani«. Letalstvo je že od nekdaj stvar nacionalnih prestižev in brata Rusjan zaradi specifičnega okolja temu nista ustrezala, zato ju tudi ni na zemljevidu svetovnih nacionalnih pionirjev.

Ventil: Vprašanje odnosa človek – stroj se je pojavilo že v industrijski

revoluciji. Danes je ta odnos še toliko bolj aktualen, saj precej dela prevzema računalnik. Ali je dilema povelejoči pilot – povelejoči računalnik v letalstvu realna?

A. Mezeg: Seveda, s stroji si je človeštvo želelo olajšati in izboljšati življenje. Danes imamo situacijo, ko pilot ne upravlja letala, ampak pravzaprav nadzira sistem, ki upravlja z letalom. Zagotovo avtomatizacija izboljšuje varnost v letalskem prometu in ni dileme, da računalnik mnogo nalog opravlja zanesljiveje, točneje in kvalitetneje od človeka. Vendar se na področju kognitivnih nalog ne more primerjati s človeškimi možgani. Ti mnogo bolje napovedujejo, precejujejo in se kvalitetneje odločajo, saj lahko vsakemu podatku v danem trenutku pripišejo subjektivno zaznano pomembnost. Zaskrbljujoč je pojav, ki naj bi bil posledica avtomatizacije, ko tradicionalne večine pilotiranja izginjajo iz pilotske kabine. Vendar je zadnje čase opaziti počasen trend k ročnemu upravljanju letal ob podpori avtomatizacije. Po nesreči letal družb Air France, Turkish Airlines in drugih je vse bolj očitno, da so večine pilotiranja še kako pomembne. Boeing je tako v lanskoletni reviziji priročnika za šo-



Body scanner: večja varnost ali kršitev človekovih pravic

lanje posadk (FCTM) izdal priporočilo, ki spodbuja posadke, naj letijo ročno, ko to razmere omogočajo. To kaže na velik preobrat paradigme, ki je veljala zadnjih 40 let in je težila k vse večji avtomatizaciji.

Ventil: Preučujete strah pred letenjem. Prosim, če lahko našim študentom letalstva na FS predstavite na kratko bistvo programa LETSM.

A. Mezeg: Program LETSM obravnava strah pred letenjem celostno in je primerljiv s podobnimi programi po svetu (KLM, Lufthansa, BA itd.) Skupaj s kolegom Mitjo Peratom sva zasnovala enodnevno delavnico, ki je učinkovita za najbolj splošne oblike strahu pred letenjem. Naj razložim, da je strah pred letenjem najpogostejši, takoj za strahom pred javnim nastopanjem. Za njim trpi skoraj 40 % populacije. Strah pred letenjem vključuje različne vrste strahov, kot so: strah pred višino, zaprtimi prostori, predajanjem kontrole, turbulenco, smrtjo ...

Delavnica poteka izključno v učilnici (le izjemoma je potrebna dodatna obravnava ali celo polet z letalom) in je sestavljena iz več delov. Najprej udeležencem razložimo in predstavimo let z vidika pilota. To poglavje



Nesreča MH370 – je kriv človek ali stroj?

vsebuje vse od varnosti v letalstvu do majhnih stvari, kot so na primer pilotov izhod iz kabine na stranišče. Ljudje so zelo radovedni, še posebej, ker govorimo o stvareh, ob katerih doživljajo zelo močna čustva in s katerimi pridejo zelo poredko v stik. V nadaljevanju jim sestavimo individualni program priprave na let, ki je specifičen glede na strah. S psihološkimi znanji jim razložimo princip delovanja čustev in strahu, obenem pa jih naučimo tehnik spo-

prijemanja s strahom. Več informacij pa seveda kdorkoli lahko poišče na spletni strani www.strahpredletenjem.si. *

Ventil: Zahvaljujemo se vam za vaše odgovore in vam tudi v prihodnje želimo veliko osebnih in poslovnih uspehov.

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav.

UL, Fakulteta za strojništvo

* Radovednemu bralcu toplo priporočamo, da prebere še naš prispevek, objavljen v Ventilu št. 17/2011/1 z dne 17. februarja 2011, o Frankfurtu po Frankfurtu, z oceno knjige *Handbook of Aviation Human Factors* avtorjev Johna A. Wiseja, V. Davida Hopkina in Daniela J. Garlanda, ki proučujejo človeški faktor, torej pilota, ter delo *Drift into Failure* (v prevodu: *Biti potegnjjen v fiasco*) avtorja Sidneya Dekkerja, ki ga je objavila založba Ashgate februarja 2011.

Rubriki Letalstvo na pot

Uredniški odbor revije Ventil je lju-beznivo prislusnil predlogu o uvedbi stalne rubrike Letalstvo. To sicer v reviji ni bilo pozabljeno, v zraku pa je ves čas lebdela ideja o stalni rubriki, ki bi zajela dogajanja in dogodke na širokem polju letalske industrije. Rubrika naj bi predstavljala letalstvo s strokovnimi članki, razmišljanji, opozorili na dogodke, ki so pomembni za to področje, z intervjuji z najvidnejšimi predstavniki mednarodnih in domačih organizacij, ki delujejo na področju letalstva, kot so ICAO, ECAC, EUROCONTROL, EASA, IATA, s pogovori s predstav-

niki domače letalske industrije, varovalnicami in piloti, ki so svoje znanje nabirali na Fakulteti za strojništvo. In tudi na vesolje ne bomo pozabili do tam, kjer veljajo pravila civilnega letalstva, in od tam, kjer veljajo pravila vesoljskega prava.

Polje našega zanimanja je izjemno široko in iskanje vsebin, ki bodo pritegnile bralce revije, zahteven in vznemirljiv izziv. Ob tem ne gre pozabiti, da Fakulteta za strojništvo UL izvaja programe za bodoče pilote, ki bi jim podatki iz realnega življenja marsikdaj pomagali sprejeti dobre

odločitve. Pogled pod 'pokrov letalskega motorja' bo zanimiv tudi za klasične strojnike. Želimo si lahko, da bodo prispevki zanimivi in ne v breme uredništvu rubrike.

Naj bo nova rubrika 'središče', kjer se bodo in bomo srečevali vsi ljubitelji in strokovnjaki s področja letalstva, reviji Ventil pa bo rubrika dodala snov, ki bo pritegnila nove bralce in bralke.

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. iur.

Ventilski otok MPA-C

Ventilski otok MPA-C podjetja FESTO je popoln – enostaven za čiščenje, odporen na korozijo, izjemno kompakten in funkcionalen. Odlikuje ga več ventilskih funkcij, modularna osnova je za največ 32 ventilov ali elektromagnetov, razred zaščite je OP69K, FDA certificirani materiali, fildbus/Ethernet preko CTEU – vse, kar si je moč želeli.



Ventilski otok

Konfiguracija ventilskega otoka ustreza željam uporabnika – električni vmesnik na sprednji ali zadnji strani, multipolni priključki, fildbus ali Ethernet preko CTEU/CTEL z ročnim pomožnim delovanjem ali brez njega, od enega do 32 tlačnih območij in izbirna konfiguracija delovnih priključkov.

MPA-C z zaščito IP69K in KBK4 je v najvišjem razredu protikorozijske zaščite pri FESTU. S tem je mogo-

če čiščenje z visokimi tlaki, s čistilno peno kakor tudi namestitvev in uporaba v grobih delovnih pogojih.

Ventilski otok je uporaben povsod po svetu. Je certificiran skladno z UL in prirejen za certificiranje po EHEDG.

Vse se popolnoma se prilega – čista oblika v okolju, ventilski otok, cevni priključki, električni priključki in pogoni.

Ventilski otok MPA-C lahko vključuje 5/2 monostabilne potne ventile za varno uporabo z mehanskim vračanjem v začetni položaj, 5/2 impulzne potne ventile, 5/3 potne ventile s srednji zaprtim, napajalnim ali odzračnim položajem, potne ventile 2 x 3/2 in 2 x 2/2 ter posebne funkcije, kot je to 3/2 potni ventil z ločenim napajanjem.

Splošni tehnični podatki:

- izvedba: batni ventil
- temperaturno območje 5–60 °C
- pretok: do 670 l/min
- delovni tlak: od 0,9 do 10 bar
- vklopni tlak: 3 do 8 bar
- pnevmatični priključek: G1/4
- pnevmatično glavno napajanje: G3/8

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

JAKŠA

MAGNETNI VENTILI

od 1965

- 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

Programabilni inkrementalni dajalnik DFS60I

SICK-ov rotacijski inkrementalni dajalnik DFS60I (slika) omogoča brezhibne rešitve v prehrabni in procesni industriji, v polnilnicah pijač, farmaciji, pakiranju ter v zahtevnih aplikacijah za zunanjo uporabo.



Prirobnica in gred iz nerjavečega jekla ter tesnilo EPDM izpolnjujejo najstrožje zahteve glede odpornosti na korozijo, vlago in agresivne medije. S poljubno nastavljivo resolucijo do 65536 impulzov na obrat pripomore k večji fleksibilnosti dajalnika in hkrati znižuje število potrebnih različic na zalogi. Različni električni vmesniki ponujajo številne možnosti za integracijo.

Rotacijski inkrementalni dajalnik DFS60I v izvedbi iz nerjavečega jekla, z zaščito IP67 in najvišjo stopnjo natančnosti in fleksibilnosti je primeren za uporabo v najbolj zahtevnih okoljih. Je izjemno odporen na agresivne medije in visoke temperature. Odpornost na agresivne medije zagotavljajo površina in komponente, ki so v stiku z mediji, kot je okrov, prirobnica in gred. Tesnilo je iz gume ethylene propylene diene monomer (EPDM), to je material, ki

je izredno odporen na vodo in spojine na bazi vode ter kisline.

Sistemske integratorji in izdelovalci strojev v prehrabni industriji, industriji pijač, farmaciji in pri pakiranju še posebej cenijo sposobnost nastavljanja programabilne serije DFS60I. Z resolucijo 16 bit lahko uporabnik poljubno nastavlja število impulzov od 1 do 65536, pozicijo in širino ničelnega impulza ter napetostni nivo na izhodu vmesnika TTL ali HTL, točno tako, kot se zahteva v aplikaciji. Za programiranje ni potreben zunanji napajalnik. Dajalnik je povezan prek zunanjega kabla s programirnim orodjem PGT-08-S, ki najprej prebere obstoječo nastavitve DFS60I in nato shrani nove nastavitve v dajalnik. Na ta način

DFS60I pripomore k znižanju števila različnih kosov na zalogi in uporabi ter promovira standardizacijo, saj omogoča z enim univerzalnim dajalnikom reševanje skoraj neomejenega števila primerov uporabe.

DFS60I z okroglo gredjo premera 10 mm zagotavlja številne mehanske in električne prilagoditve za lažjo montažo. Na voljo je v izvedbi z navadno ali s servoprirobnico. Kompakten okrov premera 60 mm olajša vgradnjo dajalnika in prihrani prostor. Standardni radialni priključni konektor M12 pripomore k enostavni vgradnji tudi tam, kjer je stiska s prostorom. DFS60I ima med drugim tudi vmesnik 24 V z odprtim konektorjem, dva 6-kanalna vmesnika TTL/RS422 z različnima nivojema signalov, en 6-kanalni HTL/push pull in že omejnjeni programabilni vmesnik TTL/HTL. Dajalnik ponuja številne možnosti pri posebnih strojnih in električnih prilagoditvah in zagotavlja optimalno namestitvev, DFS60I hkrati znižuje število različnih variant komponent pri inženiringu, nabavi in servisiranju.

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



Nova serija pnevmatično gnanih vpenjal 82M-3E podjetja DE-STA-CO

Nova serija pnevmatično gnanih vpenjal 82M-3E podjetja DE-STA-CO je namenjena predvsem avtomobilski in kovinskopredelovalni industriji. Vpenjala odlikujejo zanesljiva vpenjalna sila, enostavna uporaba in minimalno vzdrževanje.

Prijemala iz serije 82M-3E so za svoje dimenzije lahka, ker so v večini izdelana iz aluminija. Dobavljiva so v treh velikostih: 40 mm, 50 mm, 63 mm in 80 mm, kjer dimenzije pomenijo premer pogonskega pnevmatičnega cilindra. Vpenjala so primerna za uporabo v najrazličnejših aplikacijah, vključno z ročnimi in avtomatiziranimi aplikacijami vpenjanja pri varjenju in za pozicioniranje.

Vsa vpenjala iz serije 82M-3E odlikuje največje delovno območje med industrijsko dobavljivimi vpenjali, in sicer od 0 do 135 stopinj, v celotnem delovnem območju pa je mogoče kot odpiranja vpenjal brezstopenjsko nastavljati. Ta lastnost zagotavlja sistemskim integratorjem kar največjo prilagodljivost. Kot odpiranja vpenjal je enostavno nastaviti v samo nekaj sekundah preko nastavitvenega vijaka na zadnji strani. Ta patentirana rešitev nastavljanja kota odpiranja prihrani čas nastavitve, obenem pa pomeni, da vpenjala serije 82M-3E potrebujejo manj prostora za vgradnjo in tako so aplikacije lažje in bolj ergonomске. Senzorji končnih leg pa so na vpenjalih 82M-3E vedno postavljeni v končnih legah ne glede na to,

da se spremeni oziroma nastavi kot odpiranja vpenjal, kar dodatno prihrani čas ob spremembi nastavitvev.

K vsakemu vpenjalu iz serije 82M-3E je mogoče enostavno dograditi patentiran ročni vzvod na desno ali levo stran, kar je zelo uporabno pri aplikacijah, ki zahtevajo ročno vpenjanje. Ročni vzvod je obarvan z značilno rdečo barvo podjetja DE-STA-CO, njegov položaj pa je za izboljšanje ergonomije mogoče spreminjati.

Da je zagotovljena dolga življenjska doba z minimalnim vzdrževanjem, je vsako vpenjalo iz serije 82M-3E izvedeno v zaprtem ohišju, ima zatesnjene iglične ležaje in popolnoma zaprte senzorje, da ni mogoč vdor prahu in umazanije v samo vpenjalo. Najpogostejša popravila vpenjal so poenostavljena preko izvedbe dvodelnega senzorja v obliki kartuše, kar omogoča zamenjavo poškodovane komponente in ne celotnega senzorskega vložka.

»Razvoj nove družine pnevmatično gnanih vpenjal nam je dal priljubljenost, da naredimo korak nazaj in gledamo na izdelek z vidika kupca,« pojasnjuje Peter Schauss, glavni direktor proizvodnje pnevmatično




gnanih vpenjal. »Rezultat našega razvoja je izdelava najboljših serijskih vpenjal v svojem razredu, ki so fleksibilna in z vidika integratorjev enostavna za vgradnjo in uporabo. Z vidika končnega kupca pa bodo vpenjala izvedla milijone ciklov ob minimalnem vzdrževanju.«

Več o novi seriji pnevmatično gnanih vpenjal 82M-3E DE-STA-CO si lahko preberete na www.destaco.com

Vir: Halder, d. o. o., Bohova 73, 2311 Hoče, tel.: +386 (0)2 61 65 386, faks: +386 (0)2 61 82 656, e-mail: rajko.dobnik@halder.si.

Pripravil: dr. Mihael Debevec, UL, Fakulteta za strojništvo



Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...
International Trade Fair for Automation, Robotics, Mechatronics ...

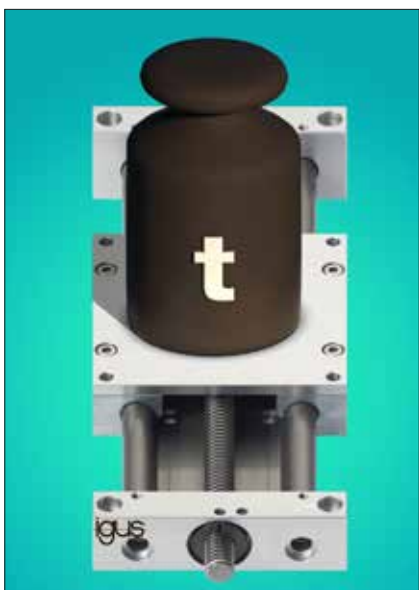


Celje, Slovenija
29.-31.01.2014
www.ifam.si

Linearna vodila z navojnimi vretenom DryLin®

Podjetji Iigus in Heinlich predstavljata dve novosti na področju navojnih linearnih vodil: DryLin® SLT-BB in DryLin® SLW-25120. Prva imajo zelo majhno skupno višino, druga pa so primerna za velike obremenitve.

Oba modela sta bila razvita za uporabo v prehranski industriji, kjer se zahtevajo posebni pogoji pri vgradnih dimenzijah in obremenitvah.



Slika 2. Vodilo z navojnim vretenom DryLin SLW-25120 je »Martin Krpan« med linearnimi vodili



Slika 1. DryLin® SLT-BB z inovativno zasnovo za omejen prostor vgradnje

Minimalna potrebna višina za vgradnjo linearnega vodila DryLin® SLT-BB je samo 20 mm in minimalna potrebna širina za vgradnjo samo 45 mm. Vse te mere se lahko dosežejo zahvaljujoč inovativnemu bočnemu pozicioniranju vretena poleg linearnih vodil. Masa kompaktne zasnove je le 0,15 kg in je lahko gnana ročno ali z elektromotorjem.

Največja hitrost vrtenja je do 1000 vrt/min, linearna hitrost pa je 1,5 m/min. S krogličnim ležajem uležajeno navojno vreteno ima lahko klasični trapezni navoj ali trapezni navoj z večkratnikom hitrosti (kolikor ima navojnic, tolikokrat je višja hitrost (2-krat, 4-krat,...- tako imenovan hitri navoj). Zračnost je mogoče nastaviti z miniaturnim sistemom TWE-04-12, DryLin® T. Zaradi visoke zmogljivosti, kompaktnega oblikovanja in delovanja brez mazanja so vodila z navojnim vretenom DryLin® SLT-BB idealna za avtomatizacijo v pre-

hrambni industriji.

DryLin SLW-25120 je nov izdelek med Iigusovimi linearnimi moduli, ki združuje kompaktnost in veliko nosilnost. Ta linearni modul lahko prenaša bremena z maso do 1.000 kg v radialni smeri in do 250 kg v aksialni smeri. Kljub veliki nosilnosti pa ima modul kompaktno obliko in je enostaven ter prilagodljiv za vgradnjo. Primeren je tako za ročni kot motorni pogon. Modul zaradi svoje kompaktnosti deluje močno in stabilno, ne potrebuje vzdrževanja niti mazanja. Drsni elementi so izdelani iz polimerov, tako da lahko delujejo tudi v umazaniji, primerni so tudi za živilsko industrijo.

Vir: HENNLICH, d. o. o., Podnart 33, 4244 Podnart, tel.: (0)4 532 06 05, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, e-mail: drobnic@hennlich.si, g. Stojan Drobnič

Res jih je veliko*...

Le katera je prava?

*Že samo mi imamo preko 20.000 šob.

Lahko ste prepričani,
da bomo skupaj našli pravo za vas.

Pokličite 051 386 013 ali
obiščite www.hennlich.si



Nov senzor za stalno spremljanje stanja hidravličnih tekočin – FPS

Pri podjetju Parker HFDE (Hydraulic Filtration Division Europe) so pred kratkim predstavili nov senzor FPS (Fluid Property Sensor) za merjenje lastnosti hidravličnih tekočin. Senzor je bil posebej zasnovan za mobilne aplikacije, kjer je potreben poceni, a vseeno kakoviten nadzor stanja hidravličnih tekočin. Sodobni sistemi so izdelani za delovanje na visoki ravni učinkovitosti in manjši porabi. Tako se v sistemu pojavi večje nihanje tlaka, pretoka, obremenitve in temperature, ki značilno skrajšuje življenjsko dobo hidravlične tekočine.

S senzorjem FPS lahko neposredno in hkrati merimo viskoznost, gostoto, dielektrično konstanto in temperaturo. Kvaliteta hidravlične tekočine se ugotavlja s spremljanjem neposrednega in dinamičnega odnosa



med več različnimi lastnostmi hidravlične tekočine. Univerzalni protokol CAN J1939 zagotavlja enostavno povezavo vmesnika z glavnim krmilnikom sistema.

Temperaturno območje: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Območje gostote: $0,000$ do $1,500\text{ g/cm}^3$
Viskoznost do 50 cSt

Območje dielektrične konstante: $1,00$ do $6,00$

Vir: Parker Hannifin Ges.m.b.H. Wiener Neustadt, Avstrija – Podružnica v Sloveniji, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.si, Miha Šteger

I PRO ING d.o.o.

- Varilna oprema in varilni materiali vodilnega svetovnega proizvajalca **LINCOLN ELECTRIC**
- Varilna oprema proizvajalca **MERKLE** - Nemčija
- Širok izbor dodatnih materialov za varjenje
- Industrijsko odsesovanje in odpraševanje - **NEDERMAN**
- Hitro zaporne spojke za vse aplikacije in različne medije
- Avtomatizacija varjenja
- Implementacija in integracija varilnih sistemov in tehnologij na robotskih aplikacijah

**LINCOLN
ELECTRIC**

Nederman

MERKLE

**walther
präzision**
Quick Coupling Systems

V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI



Servis varilne opreme

Pooblaščen zastopnik za Slovenijo:

I PRO ING d.o.o., Tel.: 01/56-11-045, info@ipro.si, www.ipro.si

Komprimiran zrak, rešive za vsako potrebo

učinkovito, gospodarno, okolju prijazno



Nov vrhunec vzdržljivosti, nov mejnik v zanesljivosti in najboljša učinkovitost v svojem razredu – to je **novi GA oljni vijačni kompresor moči 30-90 kilovatov, ki ga žene učinkovitost**. Obiščite našo spletno stran in si oglejte, kako lahko naši novi kompresorji povečajo vašo produktivnost.

www.atlascopco.com/drivenbyefficiency

Atlas Copco d.o.o.
Peske 7, 1236 Trzin
Tel. 01 5600 710
E-Mail: info@si.atlascopco.com



Sustainable Productivity

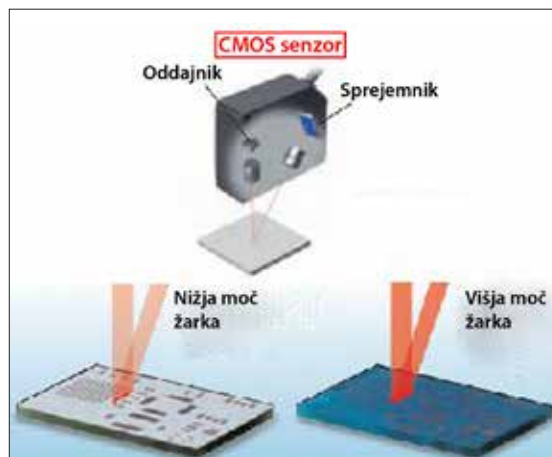
Atlas Copco

Merilni laserski senzor ZX2

Nova serija laserskih merilnih senzorjev ZX2 podjetja Omron je cenovno ugodna in široko uporabna. Merilni senzorji zagotavljajo zanesljivejšo in še bolj stabilno merjenje ter enostavno nastavljanje. Za merjenje uporabljajo napreden slikovni senzor CMOS, ki je še posebno uporaben pri zahtevnih površinah merjencev. ZX2 je zelo hiter in natančen merilni senzor.

slikovni senzor HSDR-CMOS (high speed and dynamic range) in prilagaja moč laserskega žarka (slika 1). V izvedbi z linijskim laserskim žarkom je še posebej primeren za zelo dinamičnih meritve.

Optimalna nastavitve za stabilno merjenje se izvede s pomočjo tipke (SMART) in z metodo »pametne nastavitve«, zato uporabnik ne potrebuje posebnega znanja.



Slika 1. Prilagodljiva moč laserskega žarka glede na površino



Slika 2. Trije načini delovanja 3 st

Merilni senzor ZX2 se prilagodi površini, ki jo meri, in deluje zelo stabilno pri različnih kovinskih, plastičnih in transparentnih materialih. To je mogoče s pomočjo posebnega algoritma, ki nadzoruje Omronov

Uporabnik izbira med metodo merjenja enakih oziroma enotnih površin, metodo merjenja različnih merjencev ali pa metodo odstopanja v površini pri enakih merjencih (slika 2).

blom in tako primerne za montažo na gibljive dele. Kompaktne dimenzije omogočajo lažjo montažo tam, kjer smo s prostorom omejeni (slika 3).

ZX2-LD50L (linijski žarek)

- 50 ± 10 mm merilno območje
- 1,5 µm natančnost
- ±0,05 % linearnost
- velikost linijskega žarka 60 µm x 2,6 mm

ZX2-LD50 (točkovni žarek)

- 50 ± 10 mm merilno območje
- 1,5 µm natančnost
- ±0,10 % linearnost
- velikost točkovnega žarka 60 µm

ZX2-LD100L (linijski žarek)

- 100 ± 35 mm merilno območje
- 5 µm natančnost
- ±0,05 % linearnost
- velikost linijskega žarka 110 µm x 2,7 mm



Slika 3. Kompaktna in robustna senzorska glava ZX2

Merilni senzorji serije ZX2 so robustni in obsegajo štiri različne tipe senzorskih glav, ki so primerne za različne zahteve merjenja. Vse so v ohišju z zaščito IP67 in imajo ugoden faktor temperaturne odvisnosti (0,02 %/°C za celotno merilno območje). Senzorske glave so ožičene z robotskim ka-

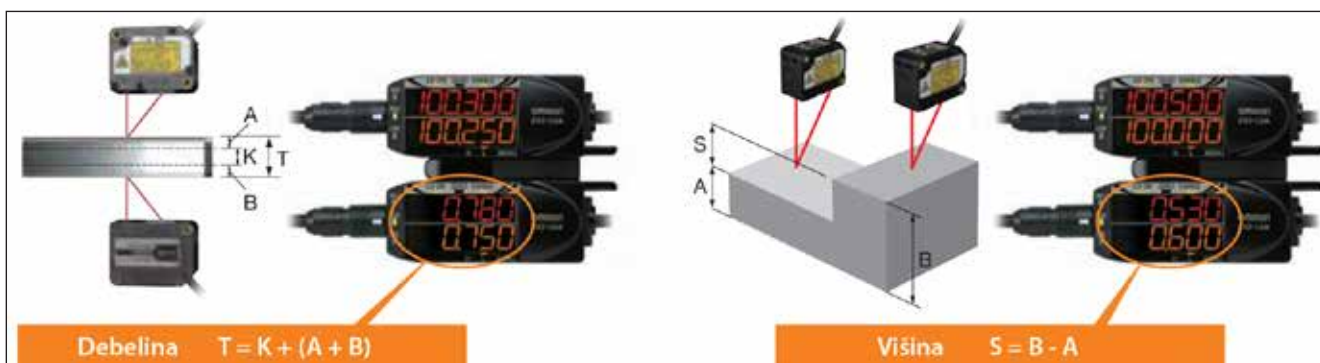


Slika 4. Krmilni ojačevalnik ZX2 2 st (Treba bi bilo napisati: 11-segmentni in LED-prikazovalnik)

Senzorska glava se priključi na ojačevalnik, na katerem se nastavlja senzor oziroma se prikažejo podatki o meritvah. Do vseh nastavitvev se dostopa enostavno s tipkami na ojačevalniku (slika 4). Prikaz na 11-segmentnem LED-prikazovalniku je zelo jase, predvsem zaradi

med bankami je enostaven in možen preko krmilnega ojačevalnika ali s pomočjo krmilnih digitalnih signalov.

Opcijsko je v ponudbi računska enota ZX2-CAL, ki poveča funkcionalnost dveh merilnih senzorjev ZX2. Omogoča seštevanje (z možnostjo upoštevanja konstante) in odštevanje meritev dveh senzorjev (slika 5). Končni rezultat se lahko izpiše na prikazovalniku.



Slika 5. Merjenje debeline in višine s pomočjo računske enote

ZX2-LD100 (točkovni žarek)

- 100 ± 35 mm merilno območje
- 5 µm natančnost
- ±0,10 % linearnost
- velikost točkovnega žarka 110 µm

dobrega izpisa tekstovnih znakov, tako da dodatnih uporabniških navodil praktično ni potrebno. Ojačevalnik omogoča shranjevanje do štirih (4) bank. Vsaka lahko vsebuje različne nastavitve merjenja. Preklop



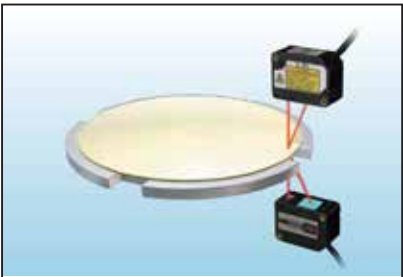
Vir: MIEL Elektronika, d.o.o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 898 57 50 (58), fax: +386 3 898 57 60, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si

Tabela 1. Primeri meritev

	<p>Merjenje višine premikajočih se integriranih vezij na traku – algoritem za prilagajanje moči žarka in napredni slikovni senzor HSDR-CMOS omogočata stabilno merjenje tudi pri hitrem premikanju merjencev na liniji. Odzivni čas sensorja je 60 µs in je odvisen od števila meritev, ki se določijo za povprečenje.</p>
	<p>Preverjanje odlitkov – razlika nivojev v obliki končnega rezultata se poda s pomočjo računske enote. Tudi če se površina odlitkov razlikuje, to ne vpliva na stabilnost oziroma točnost meritve.</p>
	<p>Zaznavanje ukrivljenosti – s pomočjo več senzorjev v različnih točkah je moč zaznavati ukrivljenost površine z mikronsko natančnostjo. Temperatura ima na merjenje skoraj zanemarljiv vpliv (0,02 %/°C za celotno merilno območje), merilna glava deluje v temperaturnem območju od 0 do 50 °C.</p>

Nadaljevanje Tabele 1 na strani 152

Nadaljevanje Tabele 1 s strani 151

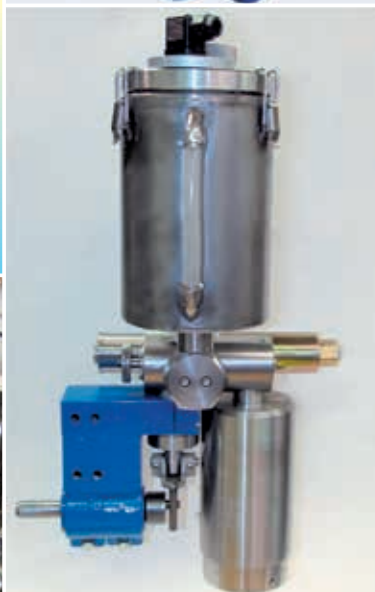
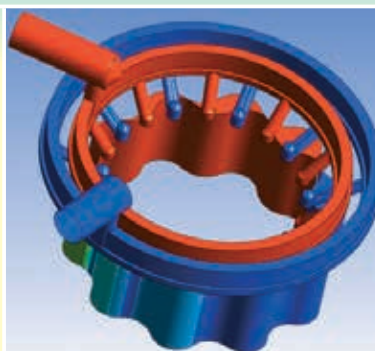
	<p>Določanje pozicije robotske roke – zelo natančno je mogoče določiti pozicijo premikajoče se robotske roke, predvsem zaradi hitre odzivnosti senzorja in ozkega snopa žarka.</p>
	<p>Določanje pozicije – kljub različni barvi merjencev (recimo tiskanin) je meritev stabilna in je odstopanje višine mogoče zaznati z mikronsko natančnostjo.</p>
	<p>Merjenje debeline plošče – s pomočjo računske enote ZX2-CAL med dvema merilnima senzorjema ZX2 se poda končni rezultat o debelini merjenja.</p>

LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo. To se odraža v večjem številu uspešno zaključenih projektov in sodelovanju z uspešnimi slovenskimi podjetji.

Obrnite se na nas, če potrebujete:

- razvoj in optimiranje hidravličnih sestavin in naprav
- izdelavo hidravličnih naprav
- izboljšave in popravilo hidravličnih naprav in strojev
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje
- izobraževanje na področju hidravlike
- ekološke hidravlične naprave za pitno vodo
- izdelavo ali izris hidravličnih shem
- itd.



Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za strojništvo
 Aškerčeva 6
 1000 Ljubljana
 T: 01/4771115, 01/4771411
 E: lpkh@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>





6 SPODBUDNIH DNI.
ENKRAT NA LETO.
ZA DOBRO LETO.

Evropa, Slovenija, Celje, 10.-15. september 2014

Sejem za pogumne in
POSLOVNO ODLIČNE

NAJPOMEMBNEJŠI

poslovni sejem v Sloveniji in
regiji za poslovne priložnosti,
prave partnerje, nove ideje in
izdelke

NAJVEČJI pregled domače
in tuje ponudbe izdelkov in
storitev, novosti in ugodnosti

Mednarodni sejem obrti in podjetnosti

MOS

47.

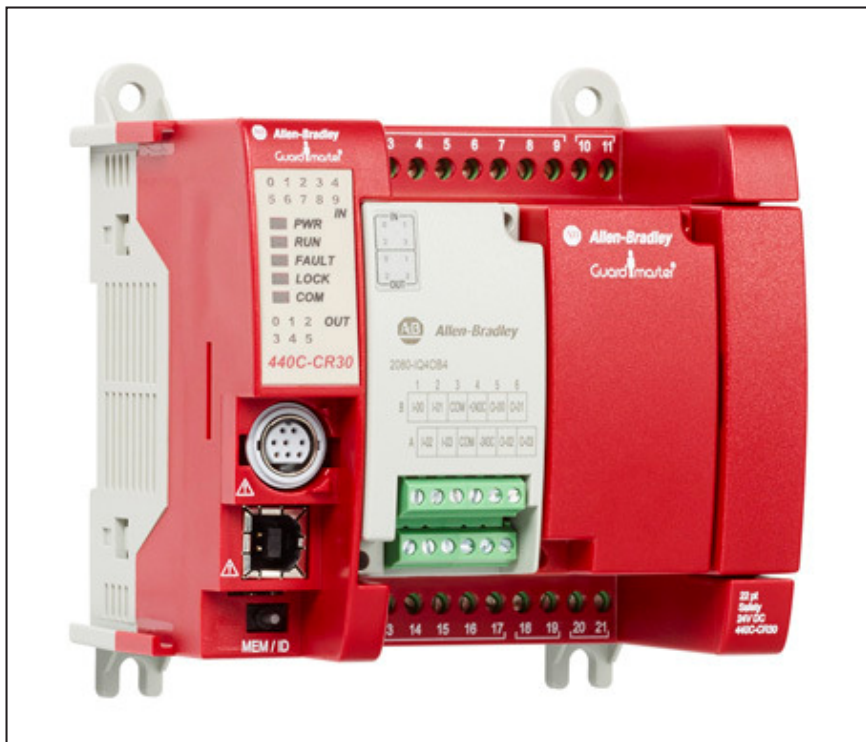


Krmilniki Allen-Bradley Guardmaster

Novost v družini mikrokrmilnikov *Micro800* je varnostni krmilnik *Guardmaster*, namenjen fleksibilnim rešitvam funkcionalne varnosti Ple, SIL3 po ISO 13849-1 in IEC 62061.

Krmilnik *Guardmaster* ima 22 varnostnih vhodov in izhodov, od tega je 6 priključkov univerzalnih, funkcijo (vhod, izhod) je možno programsko nastavljati, kar pomeni večjo prilagodljivost pri uporabi. Podobno kot drugi krmilniki družine *Micro800* *Guardmaster* podpira tako imenovane »plug-in« razširitvene module (maks. 2 modula), tako da se napravi lahko doda še 8 vhodov in 8 izhodov standardne izvedbe (24VDC).

Programira se s programsko opremo *Connected Components Workbench*, ki je brezplačna in (po registraciji) dosegljiva na spletni strani Rockwell Automation – Allen Bradley. Program se naloži preko vgrajenega USB-priključka (uporablja običajni USB-kabel za tiskalnik ipd.). Programsko orodje vsebuje že pripravljene in certificirane bloke za običajne varnostne funkcije (E-stop, varnostna vrata, svetlobne zavesе/muting, dvoročni vklop, re-



Slika 1. Varnostni krmilnik Allen-Bradley Guardmaster 440C-CR30

dundančni izhod ...).

Vgrajen je tudi serijski priključek RS232 (protokol Modbus RTU), namenjen sporočanju stanja varnostnih funkcij krmilniku ali napravi HMI. Če se uporabi *Guardmaster* v kombinaciji z običajnim krmilnikom družine *Micro800*, je na voljo že pripravljen uporabniški pro-

gramski blok za takšno povezavo.

Sistem je uporaben za različne aplikacije, kot so manjši stroji in naprave do 10 varnostnih funkcij in do 5 varnostnih con, pakirne naprave, paletizerji, manjše stiskalnice, stroji za obdelavo plastičnih mas in lesa, montažne celice, dvigala in transportni sistemi.

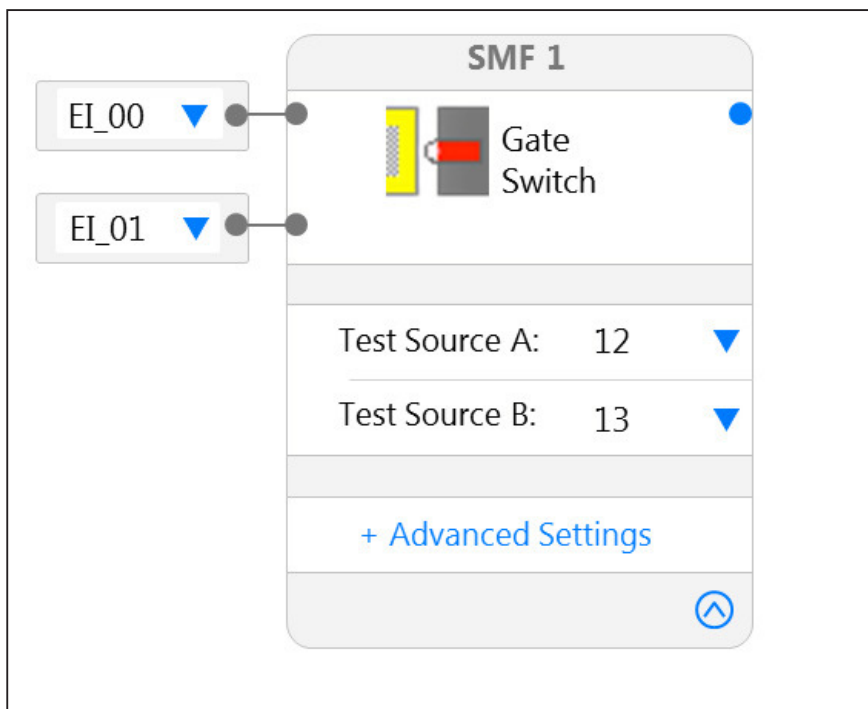
Guardmaster je podprt tudi z orodjem za vrednotenje varnostnih rešitev *SISTEMA*.

Napredni krmilniki v družini – *Micro850* – so v dveh modularnih različicah: 24 oz. 48 vhodno-izhodnih (V/I) točk. Opremljeni so z vmesnikom Ethernet (Ethernet/IP in protokol ModbusTCP), s serijskim in USB-priključkom. Omogočajo razširitev s štirimi vhodno-izhodnimi enotami (do 32 V/I točk) ter do petimi vtičnimi moduli.

Funkcije vtičnih modulov so: V/I digitalni ali analogni, komunikacijski RS232/485, ura realnega časa (RTC), dodaten spomin »Flash«,



Slika 2. Vtični – »plug-in« – moduli



Slika 3. Programski blok z varnostno funkcijo

potenciometri za nastavitve in kalibracijo, GSM-modul za izmenjavo sporočil SMS ...

možna povezava s sistemi SCADA in drugimi PC-aplikacijami.

Programsko orodje vključuje urejevalnike za lestvično logiko (LD), tekstovno obliko (ST) in tudi funk-

Vir: Tehna, d. o. o., Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana, tel. +386 1 28 01 775, fax.: +386 1 28 01 760, www.tehna.si, Žiga Petrič



Slika 4. Družina krmilnikov Micro800

cijske bloke (FB). Omogoča operacije s 64-bitnimi spremenljivkami *integer* in *floating point* ter triosno pozicioniranje z linearno in krožno interpolacijo v prostoru XYZ. Podpira protokole Modbus RTU, ASCII (serijski port), DF1 (USB port) in Modbus/TCP in Ethernet/IP (Ethernet port). Z gonilnikom OPC je

in (<http://www.dgouv.de/ifa/Praxishilfen/Software/SISTEMA/index-2.jsp>). <http://ab.rockwellautomation.com/programmable-controllers/connected-components-workbench-software>. <http://www.ab.com/linked/safety/relay/440C-CR30/index.html>



Želite najvišjo kakovost industrijskih komponent po konkurenčnih cenah, enostavno naročilo in hitro dostavo?

Oprema *Allen-Bradley* zagotavlja optimalno zmogljivost najzahtevnejših aplikacij po vsem svetu že več kot 100 let.

Obiščite spletno trgovino na www.tehna.si in si pridobite prednost z izbiro *Allen-Bradley* industrijskih komponent.



info@tehna.si
www.tehna.si
Tehnološki park 19 · 1000 Ljubljana

Rockwell Automation
Allen-Bradley · Rockwell Software



➔ RAZBREMENILNI
VENTILI • REGULATORJI
TLAKA IN VARNOSTNI
VENTILI • RAZDELILNIKI
TOKA • POTNI VENTILI
• LOGIČNI ELEMENTI •
VMESNE PLOŠČE • OKROV
S PRIKLJUČKI ZA CEVI •
ELEKTROPROPORCIONALNI
VENTILI ZA VGRADNJO



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

Tel: +49 24 31/ 80 91 12
Fax: +49 24 31/ 80 91 19

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de

Nove knjige

[1] Johnson J. J.: **Basic Electronics for Hydraulik Motion Control** – Osnove elektronike za hidravlično krmiljenje gibanja predstavljajo dodatno gradivo za podrobnejše razumevanje in načrtovanje elektronike za elektrohidravlične sisteme krmiljenja industrijskih naprav in strojev. Knjiga je komplementarna priročniku istega avtorja (glej predhodno navedbo) za projektiranje takšnih sistemov. – *Zal.:* založba revije Hydraulics & Pneumatics (naročilo po internetu ali e-pošti: hydraulicspneumatics.com/Bookstore – O); *cena:* 99,00 USD.

[2] Johnson, J. J.: **Design of Electrohydraulic Systems for industrial Motion Control** – (tretja izdaja) – Tretja izdaja uveljavljenega priročnika nudi izčrpna navodila za projektiranje elektrohidravličnih pogonov in krmilij za stacionarne industrijske naprave in stroje. – *Zal.:* založba re-

vije Hydraulics & Pneumatics (naročilo po internetu ali e-pošti: hydraulicspneumatics.com/Bookstore – O); *obseg:* 380 strani, *cena:* 109 USD.

[3] Kiefer, S. (ur), Berger, K. (ur): **Di-
chtungstechnik Jahrbuch 2014** – Zbornik tesnilne tehnike 2014 je izšel konec leta 2013. Na 456 straneh poleg osnov in uvodnih prispevkov podrobno obravnava znanstvena in strokovna vprašanja iz prakse in stanje tehnike na tem področju. Knjiga predstavlja dober pregled sistemov tesnjenja in lepljenja ter z njimi povezanimi procesi. Vsak prispevek je zaključena celota. Strokovni prispevki podajajo ustrezne predloge za reševanje dnevnih razvojnih problemov. – *Zal.:* Isgatec GmbH, Mannheim BRD; 2013; *ISBN:* 978-3-9811509-7-1 (broširano); *obseg:* 456 strani; *cena:* 49,00 EUR.

Optimiranje energijske učinkovitosti hidravličnih in pnevmatičnih naprav

VDMA Einheitsblätter (priporočili) 24580 in 24581 sta namenjeni uporabnikom hidravličnih in pnevmatičnih naprav na stacionarnih strojih, da se poleg funkcionalnosti in gospodarnosti zagotovi tudi ustrezna energijska učinkovitost. Samo če je stroj optimalno zasnovan glede uporabnosti (delovni cikel, točnost, stopnja avtomatizacije itd.), lahko tudi zasnova energijskega koncepta ustrezno deluje. V priporočilih VDMA so opisani ukrepi za povečanje energijske učinkovitosti, ki poleg zamisli in izbire sestavin vključujejo tudi ustrezno organizacijo, kot so npr. izbira optimalnega sistema črpal ali zmanjšanje puščanja pri pnevmatičnih napravah z uporabo senzorjev toka.

Energieeffizienz von Hydraulikanlagen (Fluidna tehnika – priporočila za optimiranje energijske učinkovitosti hidravličnih naprav) in *VDMA 24581, Fluidtechnik – Anwendungshinweise zur Optimierung Der Energieeffizienz von Pneumatikanlagen* (Fluidna tehnika – priporočila za optimiranje energijske učinkovitosti pnevmatičnih naprav), so na voljo tudi v angleščini pri založbi: Beuth Verlag GmbH (www.beuth.de).

Dodatne informacije na naslovu: Fachverband Fluidtechnik im VDMA, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt/Main, BRD; Jörn Dürer, tel.: + 069-6603-10652, e-pošta: joern.duerer@vdma.org, internet: <http://fluid.vdma.org>.

Priporočila Einheitsblatt VDMA 24580, *Fluidtechnik – Anwendungshinweise zur Optimierung der*

Po O + P 58(2014) 1–2, str. 5

Pripravil: A. Stušek

Znastvene in strokovne prireditve

The European Telemetry and Test Conference – etc 2014 – Mednarodna platforma za telemetrijo, daljinsko krmiljenje, instrumentalizacijo za preskušanje in obdelavo podatkov (prvič, vzporedno s konferenco SENSOR + TEST)

3.–5. 6. 2014
Nürnberg, ZRN

Informacije:
– www.etc2014.de ali www.sensor-test.de

The 8th FPNI PhD Symposium on Fluid Power – CFPNI 2014 – 8. doktorski simpozij o fluidni tehniki (FPNI 2014)

11.–13. 6. 2014
Lampenranta, Finska

Informacije:
– <http://www.lnt.fi/web/en/fpni/2014>

18th ISC International Sealing Conference – Mednarodna konferenca o tesnjenju

8.–9. 10. 2014
Stuttgart, ZRN

Organizatorji:
– Fachverband Fluidtechnik im VDMA e. V. – Arbeitskreis Fluid-dichtungen
– Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart

Tematika:
– statične tesnilke
– gredna tesnila
– translatorska tesnila (hidravlika in pnevmatika)
– osnove tesnilne tehnike
– gradiva in površine
– varčevanje z energijo, trenje, obraba
– simulacije
– standardizacija, patenti, zakonski predpisi, preskušanje
– uporaba

Vzporedno s konferenco bo priložnostna razstava.

Informacije:
– Fachverband Fluidtechnik im VDMA, 18th ISC, dr. Christian Geis,

Postfach 710 864, 60 498 Frankfurt/Main, BRD; tel.: + 069-6603-1318, e-pošta: christian.geis@vdma.org

Kolloqium Mobilhydraulik 2014 – Bienalni kolokvij – Mobilna hidravlika 2014

6.–7. 10. 2014
Braunschweig, ZRN

Organizator:
– Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge – Braunschweig
– Lehrstuhl für mobile Arbeitsmaschinen – Karlsruhe

Tematika:
– delovna hidravlika, hidravlični pogoni krmilja, pogonski sklopi, dodatni agregati, hidravlična krmilja in regulatorji, sestavine elektro hidravličnih naprav

Informacije:
– Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, BRD; e-pošta: mhk@ta-braunschweig.de, internet: www.braunschweig.de/imm/mhk

The 9th JFPS International Symposium on Fluid Power – 9. mednarodni simpozij o fluidni tehniki japonskega združenja za fluidno tehniko

28.–31. 10. 2014
Matsue, Shimane, Japonska

Informacije:
– www.jfps.jp/net/9thjfps

The 14th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP 2015) – 14. skandinavski mednarodni konferenca o fluidni tehniki

20.–22. 5. 2015
Tampere, Finska

Informacije:
– www.tut.fi/sicfp ali sicfp@tut.fi

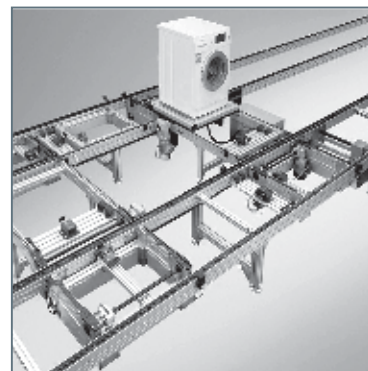
Rexroth

ORGATEX®

LEANPRODUCTS®



BOSCH



OPL

automation

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

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

NAJBOLJŠI ČLANKI I, II IN III



KODE: 5LIT0012, 5LIT0013, 5LIT0014

REDNA CENA: 19,99 EUR z DDV

**CENA ZA
DVE KNJIGI:**

29,99 EUR z DDV

**CENA ZA VSE
TRI KNJIGE:**

39,99 EUR z DDV

WWW.SVET-EL.SI

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Forumi za fluidno tehniko – forums.hydraulicpneumatics.com/groupee ali byt.ly/GDPrx1** – Socialna omrežja so zelo primerna za množično komunikacijo. Če pa iščete informacije, rešitve, priporočila s področja fluidne tehnike, boste težko našli kaj boljšega, kot so forumi *Fluid Power Forums* revije *Hydraulics & Pneumatics*. Vseeno je, ali iščete posebno sestavino ali imate težave pri iskanju napak pri vašem vezju ali sistemu, naši eksperti vam bodo z veseljem pomagali s svojimi dolgoletnimi izkušnjami.

Najboljše od vsega je, da so ti forumi brezplačni, registracija je enostavna, kar vam bo omogočalo postavljati vprašanja in uporabljati odgovore. Za pokušino obiščite zgornja spletna naslova.

[2] **Knjižnica fluidne tehnike – www.hydraulicpneumatics.com/Bookstore-O** – Če bi radi spoznali osnove ali novosti na področju fluidne tehnike, pogledajte v knjižnico na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics*. Med drugim boste lahko spoznali tudi vsebine knjig, kot so: *Lightning Reference Handbook* (Pregledni referenčni priročnik); Henke, R.: *Fluid Power System & Circuits* (Sistemi in vezja fluidne tehnike); Keller, G.: *Hydraulic System Analysis* (Analiza hidravličnih sistemov); Johnson, J. J.: *Designers' Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems* (Priročnik za projektiranje elektrohidravličnih servo- in proporcionalnih sistemov – 4. izdaja, z videom) ter *Introduction to Electrohydraulic Servo Systems* (Uvod v elektrohidravlične servosisteme) itn.

Oglaševalci

ABB, d.o.o., Ljubljana	143
ATLAS COPCO, d. o. o., Trzin	153
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	162
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	101, 157
DOMEL, d. d., Železniki	110
DVS, Ljubljana	117
FANUC Robotics, Češka	89
FESTO, d. o. o., Trzin	89, 164
HALDER, d.o.o., Maribor	107
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovčce	163
HENNLICH, d. o. o., Podnart	151
ICM, d. o. o., Celje	150, 156
HYDAC, d.o.o., Maribor	111
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (PE.) NORGRN, Lesce	89
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	148
IPRO ING, d. o. o., Ljubljana	116
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	147
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	89
OLMA, d. d., Ljubljana	89
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	89, 161
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	89
PH Industrie-Hydraulik, Germany	92
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri	89, 90
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	137
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	100, 125
SICK, d. o. o., Ljubljana	89
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	106
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	160
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	159
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	124
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	103, 152
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	89
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	105

