



OPL

FESTO

PH
POCLAIN HYDRAULICS
Poclain Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

SICK
Sensor Intelligence.

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

VISTA
HIDRAVLIKA

PS
PS LOGATEC

S3C

OMEGA
AIR

- Jubilej
- Ventil na obisku
- Diagnosticiranje napak hidravličnega motorja
- Spremljanje kakovosti v proizvodnji papirja
- Brezkontaktni merilni sistem
- Robotsko mikrokovanje
- Linearizirani model sinhronskega generatorja
- Letalstvo – intervju
- Bionika

EPSON
EXCEED YOUR VISION

DAX



www.dax.si

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



FESTO

Vaš partner za avtomatizacijo v avtomobilski in dobaviteljski industriji

- Razumeti procese – od preoblikovanja pločevine do proizvodnje motorjev in menjalnikov
- Razvijanje rešitev – skupni inženiring
- Ustvarjanje sinergij – vse iz enega vira

www.festo.com/automobil

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

Impresum	93	■ JUBILEJ	
Beseda uredništva	93	Visoko cenjeni učitelj prof. dr. Franc Gologranc je januarja letos dopolnil 95 let	94
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	96	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	102	PPT Commerce, d. o. o.	112
Seznam oglaševalcev	170	■ DIAGNOSTIKA V HIDRAVLIKI	
Znanstvene in strokovne prireditve	170	Franc MAJDIČ, Jakob PINTAR: Diagnosticiranje napak hidravličnega motorja	116

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 office@sick.si www.sick.si
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel.: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 komerciala@olma.si	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 info-slovenia@poclain-hydraulics.com www.poclain-hydraulics.com	PS, d.o.o., Logatec Kalce 30 b SI-1370 Logatec Tel.: 01 750 85 26, Faks: 01 750 85 29 www.ps-log.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	S3C, d. o. o. Tržaška c. 116, 1000 Ljubljana Tel.: +386 1 423 22 22 Faks: +386 1 423 22 00 www.landefeld.si
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	OMEGA AIR, d. o. o. C. Dolomitskega odreda 10 1000 Ljubljana Tel.: +386 (0)1 200 68 63 Faks: +386 (0)1 200 68 50 www.omega-air.si

■ KAKOVOST V PROIZVODNJI	
Tom BAJCAR, Andrej ŠINKOVEC, Aleš MALNERŠIČ, Brane ŠIROK, Lovrenc NOVAK: Metoda za spremljanje kakovosti izdelka v proizvodnji papirja	120

■ MERITVE V INDUSTRIJI	
Jure REJC, Marko MUNIH: Zasnova in testiranje brezkontaktnega merilnega sistema za nadzor raztezanja membrane mehanskega termostata	126

■ SINHRONSKI GENERATORJI	
Jožef RITONJA, Martin PETRUN, Danilo KLASINC: Identifikacija lineariziranega modela sinhronskega generatorja	134

■ ROBOTSKO MIKROKOVANJE	
Matej MIKLAVČIČ, Mitja MUHIČ: Robotsko mikrokovanje	142

■ LETALSTVO – INTERVJU	
Kako bo vozil letalo, če pa še izpita za kolo ni naredil – Jaro Koritnik, kopilot v Wizz Airu	148

■ ALI STE VEDELI	
Priprava kakovostnega stisnjenega zraka (OMEGA AIR)	152

■ BIONIKA	
Janez ŠKRLEC, Robert HARB: Bionika in slovenski razvojni trendi	155

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Standardni ventil VSNC – nova generacija v liniji NAMUR (FESTO)	156
Podjetje NI predstavlja prvi vgrajeni krmilnik PXI na osnovi procesorja Intel Xeon in ohišje z najvišjo pasovno širino (NATIONAL INSTRUMENTS)	157
Varnostni krmilnik MOSAIC (PS)	158
Temperirne naprave SMC (SMC Industrijska avtomatika)	160
Vektorski frekvenčni regulatorji za AC-motorje – PowerFlex 525 E300 (TEHNA)	161

■ NOVOSTI NA TRGU	
Industrijski roboti EPSON LS3 in LS6 (DAX Electronic Systems)	162
Prvi jermensko gnani linearni komplet DryLin brez kovinskih delov (HENNLICH)	163
Združeni lastnosti linearnega vodila in navojnega vretena – GLIDE SCREW™ (INOTEH)	163
Linearni verižni voziček za gredi (RoundWay Linear Roller Bearing Product) (INOTEH)	164
Gumijasta prijemala – Value Line (INOTEH)	164
Enote za nadzor porabe energije (MIEL Elektronika)	165
Prenosna naprava za vzdrževanje olja – Parker Sentinel™ (PARKER HANNIFIN)	166
Merjenje profilov z merilnikom razdalje s kratkim dometom – Profiler™ 2 (SICK)	167
Čudežni čistilni robčki BIG WIPES (S3C)	168

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
Nove knjige	169

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI	
Zanimivosti na spletnih straneh	170



7. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2015

NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

- Predstavitev strokovnih prispevkov • Strokovna razstava
- Aktualna okrogla miza • Podelitev priznanja TARAS

Osrednja tema 7. industrijskega foruma IRT

INOVACIJE & RAZVOJ ZA VEČJO GOSPODARSKO RAST

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 strojogradnja
- 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
- varjenje in rezanje
- vzdrževanje in tehnična diagnostika

Portorož, 8. in 9. junij 2015



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™



Nacionalni pokrovitelj dogodka:



Pokrovitelji dogodka:

actinia

BÖHLER



YASKAWA



METTLER TOLEDO



Priznanje TARAS



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

© Ventil 21 (2015) 2, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 21 (2015) 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	21	Volume
Letnica	2015	Year
Številka	2	Number

Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno
tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industri-
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:
prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAČ, 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 MENDOZA, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, 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 SKRLEC, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBE

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:
PRESENT, 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
dejavnost 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.

Visoki honorarji



V zadnjih tednih nas zaposlujejo novice o visokih honorarjih, ki so jih v zadnjih letih prejeli nekateri srednješolski in visokošolski učitelji ter univerzitetni profesorji. Med temi so tudi zaposleni v srednjih šolah, bolnišnicah, občinskih upravah, sodiščih, prevajalskih organizacijah, na Radioteleviziji Slovenija in v drugih javnih ustanovah. Prav neverjetno je, da lahko neka srednja šola izplača za več kot 6 milijono evrov avtorskih honorarjev.

Za številne, ki delamo v visokošolskih organizacijah in ne prejemamo takšnih avtorskih honorarjev, je bila ta novica pravi šok. Prvič zato, ker so to res visoki zneski in jih je z delom težko zaslužiti. Drugi, še bolj pomemben šok doživljamo vsak dan, ko se v industriji pogovarjamo o sodelovanju in nam predstavniki podjetij očitajo prav visoke honorarje, pridobljene iz javnih sredstev. In prav na račun teh novic bi industrija in podjetja želeli, da zanje delamo brezplačno, ker zaposleni na univerzi dovolj zaslužimo. Pri teh visokih plačilih so zanimive in pomembne tri stvari, ki jih naši novinarji, diplomanti FDV-ja, ne znajo ali nočejo razkriti in objaviti. Prvič je zanimivo, da so visoki honorarji izplačani na netehničnih fakultetah; torej na fakultetah, iz katerih prihajajo ministri za naše vlade že 25 let. Ali ne gre tu za sistemsko korupcijo, za notranje informacije, za ustvarjanje »umetnih del«, kot so razna izobraževanja, raziskovanja in podobno za javno upravo.

In drugo, kar se mi zdi še veliko bolj pomembno. Zakaj novinarji ne raziščejo, kaj je bilo za ta denar narejeno. Prejemniki visokih honorarjev stalno ponavljajo, da je bil to tržni denar in da so ga zaslužili s popoldanskim in nočnim delom ter z delom med vikendi. Verjamem. Toda ljudje božji, kakšno delo je to, ali so rezultati tega dela dignili bruto nacionalni dohodek, ali so zaposlenim v javni upravi izboljšali in olajšali delo, ali je s tem javna uprava bolj učinkovita, bolj vitka, ali smo uporabniki teh storitev bolj zadovoljni itd.

Tretje vprašanje se nanaša na javni denar. Kaj sploh je javni denar? Če smo zaposleni v ustanovi z dobrim imenom in če kot posamezniki zaradi ustanove dobimo posel v podjetju, bi to moral biti javni denar. Če fakulteta izvaja izobraževanje za javne službenice, ki se tega izobraževanja morajo udeležiti, je to javni denar. Po naši oceni se na javnih ustanovah lahko štejejo kot tržni denar le naročila povsem zasebnih podjetij, plačila študentov za študij iz lastnega žepa ali žepa zasebnega podjetja, v katerem so zaposleni.

Nekoliko bolj razumljivo bi bilo, da so tako visoki honorarji izplačani na tehničnih in delno tudi na ekonomskih fakultetah za dela v realnem sektorju, ki so povezana s tehnološkimi inovacijami, z izboljšanjem delovnega okolja, dvigom konkurenčnosti, zvišanjem produktivnosti, zmanjševanjem stroškov itd.

Poglejmo primer. Koliko zasluži profesor, ki v podjetju v realnem sektorju izboljša proces izdelave nekega produkta in skrajša dobu izdelave za 1000 %. Do sedaj so naredili 4 produkte na uro in imeli okoli 15 % izmeta. Profesor izboljša proces, da naredijo 40 izdelkov na uro in praktično brez izmeta. Z novo tehnologijo je ukinil 10 težkih in zdravju nevarnih delovnih mest in jim omogočil lažje in zdravju prijetnejše delo. Verjetno se vsi strinjamo, da mu pripada najmanj še ena mesečna plača za ves čas izdelave tega produkta in prodaje na trgu. Če bi naši novinarji stvari predstavili, kot je opisano, bi verjetno vsi razumeli, kdo zasluži in kdo le blefira.

In kako naprej, se mnogi sprašujemo? Kako nagraditi in nagrajevati mlade sposobne in inovativne raziskovalce? Ali bodo te novice o visokih honorarjih naredile uravnilovko? Bojim se, da bo tako. Bojim, da bodo prav ti mladi in sposobni še naprej odhajali v tujino. Najbolj pa se bojim, da bo v javnem sektorju prevladala in se uresničevala krilatica: nikoli me ne morejo plačati tako malo, kot lahko malo naredim.

Janez Tušek

Visoko cenjeni učitelj prof. dr. Franc Gologranc je januarja letos dopolnil 95 let

Profesor Franc Gologranc, dolgoletni priljubljen pedagog, velik in priznan strokovnjak za preoblikovanje kovin, prijeten sogovornik, upokojeni redni profesor Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, je letos januarja dopolnil častljivih 95 let.

Profesor dr. Franc Gologranc se je rodil leta 1920 v Slov. Konjicah. Že kot gimnazijec je pokazal talent in željo po strojništvu, kar je izrazil v eni od šolskih nalog na klasični gimnaziji v Mariboru. Leta 1938 se je vpisal na strojni oddelek Tehniške fakultete v Ljubljani in jo zaradi vojne vihre zaključil z diplomom šele februarja 1950. Prvo zaposlitev po diplomi je dobil v železarni na Jesenicah, a le za dober mesec, potem pa je bil po naročilu takratnih oblasti premeščen v Centralni projektivni biro Ministrstva za težko industrijo v Ljubljani, kjer je konstruiral opremo za železarne in strojne tovarne. Želja po pridobivanju novega znanja ga je vodila v tujino. V tovarni obdelovalnih strojev Waldrich in Schiess v takratni ZRN je opravil

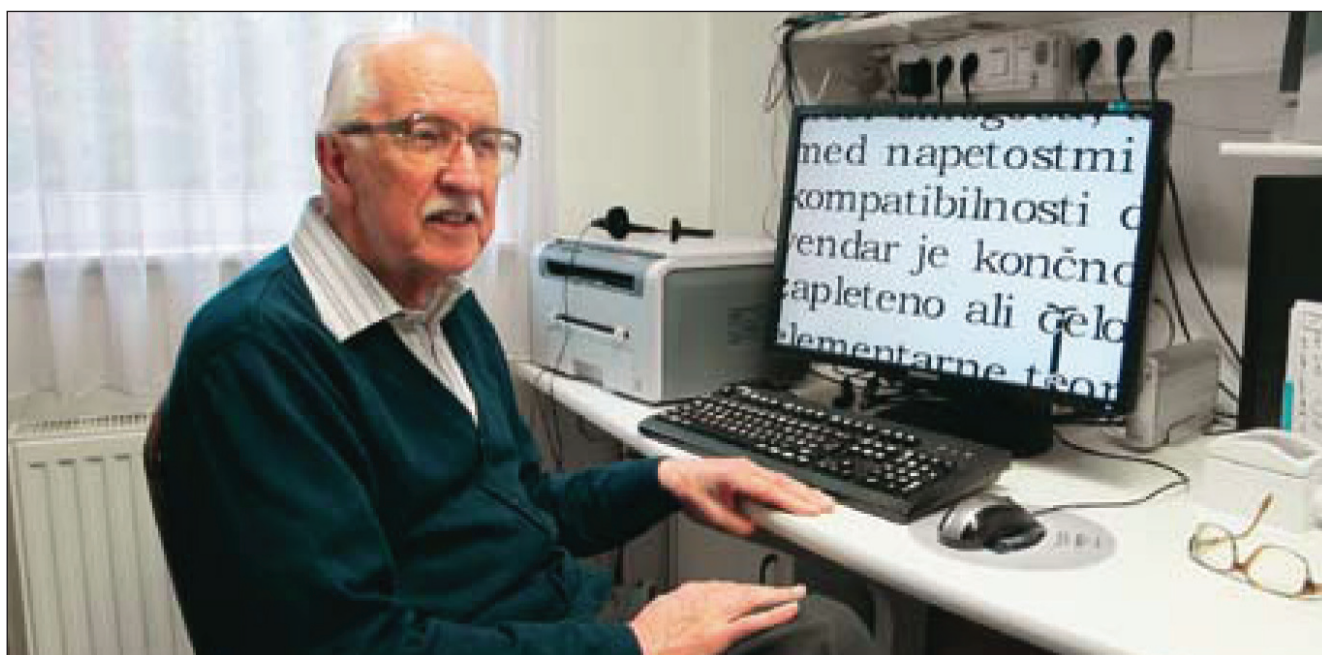
specializacijo. V letih 1952–1958 je tri leta študiral in delal kot konstruktor v dveh velikih tovarnah za težke obdelovalne stroje v Zahodni Nemčiji.

Leta 1952 je bil imenovan za asistenta na Inštitutu za mehansko tehnologijo na takratni Tehniški fakulteti v Ljubljani.

V šolskem letu 1959/60 je prišlo do reforme študijskih programov. Leta 1961 je bil Gologranc izvoljen v docenta za več predmetov. Predaval je predmete Tehnika preoblikovanja na prvi stopnji in Teorija plastičnega preoblikovanja in Preoblikovalni stroji na drugi stopnji študija. V začetku šestdesetih let je za študente pripravil in izdal prvi učbenik.

Sredi šestdesetih let je na Fakulteti za strojništvo ustanovil prvi laboratorij za preoblikovanje, v katerem so kmalu zatem stekle prve sistematične raziskave hladnega masivnega preoblikovanja jekel. Industrijski partnerji so mu podarili mehansko in hidravlično stiskalnico, z državnimi sredstvi pa je kupil univerzalni preizkuševalni trgalni stroj, ki ga je večinoma tudi sam spravil v pogon. Laboratorij je do svoje upokojitve tudi dopolnjeval, razvijal in vodil.

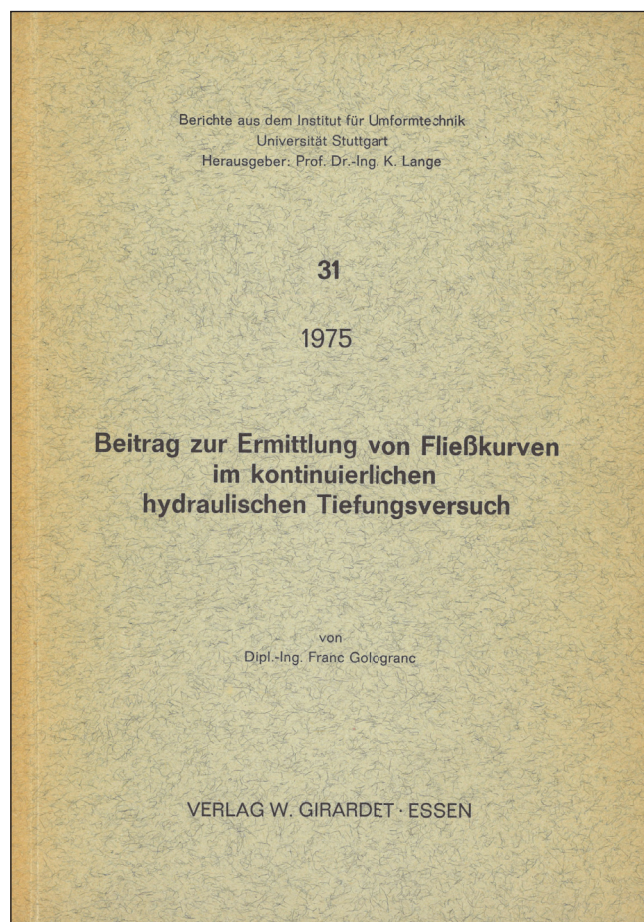
V tistem času je navezal stike z ljudmi, odgovornimi za preoblikovanje na Univerzi v Stuttgartu. Tam se mu je ponudila možnost za izdelavo doktorske disertacije, ki jo je pod vodstvom svetovno priznanega



Prof. dr. Franc Gologranc



Prvi učbenik za področje preoblikovanja, ki so ga poleg študentov s pridom uporabljali tudi v slovenski kovinski industriji



Doktorska dizertacija prof. Gologranca

profesorja dr. Kurta Langeja s temo določevanja krivulj plastičnosti za tanke pločevine leta 1975 uspešno zaključil in zagovarjal. S pedagoškim, strokovnim in znanstvenim delom je v sedemdesetih letih nadaljeval na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Znanstvenoraziskovalno delo je razširil na področje identifikacije tanke in debele pločevine, preoblikovanja z visokimi tlaki ter razvoj računalniško podprte eksperimentalne opreme za ugotavljanje preoblikovalnih karakteristik. Plod njegovega dela je bila izvolitev v rednega profesorja na Fakulteti za strojništvo v letu 1982.

Do upokojitve leta 1989 je bil mentor preko 100 diplomantom na dodiplomskem in podiplomskem študiju strojništva.

Prof. Gologranc je bil nosilec številnih raziskovalnih in aplikativnih nalog za industrijo. Doma in v tujini

je objavil 50 samostojnih člankov in razprav. Leta 1963 je napisal učbenik Tehnika preoblikovanja, nekaj let kasneje Uvod v preoblikovanje, Preoblikovanje 1. del in Preoblikovanje 2. del.

S svojimi diplomanti, podiplomci in z drugimi pomembnimi strokovnjaki je imel zelo uspešne projekte s področja preoblikovanja tankih pločevin. Tako lahko ugotovimo, da je profesor Gologranc pomembno prispeval k razvoju novih tehnoloških metod, uvedbi vnaprejšnjega ocenjevanja stabilnosti procesov v podjetjih, kot so Saturnus, TAM, IMV, EMO, TOMOS, ter še v vrsti manjših, a zelo prilagodljivih zasebnih dejavnostih.

Ostalo je še veliko tem in rezultatov nesebičnega dela profesorja s svojimi do- in podiplomskimi študenti med študijem in kasneje na odgovornih delovnih mestih v industriji

ali v drugih ustanovah, o katerih bi se dalo veliko napisati. Ob koncu tega kratkega opisa njegovega dela na Fakulteti za strojništvo v letih 1960–1989 bi še poudarili, da smo z njegovo pomočjo gradili vezi s tujimi univerzami, instituti in industrijo, do katerih bi bilo težko priti brez njegove podpore ali priporočil.

Spoštovanemu profesorju ob visokem jubileju, v imenu bralcev revije Ventil, vseh treh avtorjev tega prispevka in celotnega uredništva revije iskreno čestitamo, želimo veliko zadovoljstev, zdravja in osebne sreče.

*Dr. Karl Kuzman –
upokojeni redni profesor
Dr. Zlatko Kampuš –
upokojeni izredni profesor
Prof. dr. Janez Tušek
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*

Dnevi industrijske robotike 2015

V tednu med 30. marcem in 3. aprilom je Fakulteta za elektrotehniko gostila že devete Dneve industrijske robotike (DIR). Tako kot vsako leto smo študentje fakultete združili robote iz industrije in njihovo delovanje predstavili na atraktiven način. Na prizorišču smo imeli veliko obiskovalcev, od najmlajših in najstarejših, zlasti pa je bilo veliko študentov.

V ponedeljek 30. 3. se je dogodek slovesno odprl z nagovori. Najprej je spregovoril študentski vodja ekipe DIR Marko Sitar, sledila pa sta mu dekan prof. dr. Igor Papič in mentor ekipe DIR ter predstojnik Laboratorija za robotiko prof. dr. Marko Munih. Uvodnim svečanostim so sledila predavanja. Najprej je nastopil prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor inštituta Jožef Štefan, ki nam je približal delovanje paralelnih robotov in prikazal primerjavo zgradbe paralelnih robotov in delov človeškega telesa.



Dvoročni robot Yaskawa je obiskovalcem postregel z osvežilnim brezalkoholnim koktejlom

Občinstvo je zatem lahko prisluhnilo predavateljem iz štirih slovenskih podjetij. Predavali so: iz podjetja Yaskawa Erih Arko, iz Plastike Ska za Darko Pajević in Polona Tratnik, iz podjetja ABB Robert Logar in iz podjetja OneDrone Janez Nebec. Po

predavanjih je nastopila razglasitev najboljših na tekmovanju Robotchallenge –tekmovanje v »offline« programiranju robotskih celic v programskem okolju RobotStudio podjetja ABB. Naloga je bila sestavljena iz več podproblemov, vsebina pa se

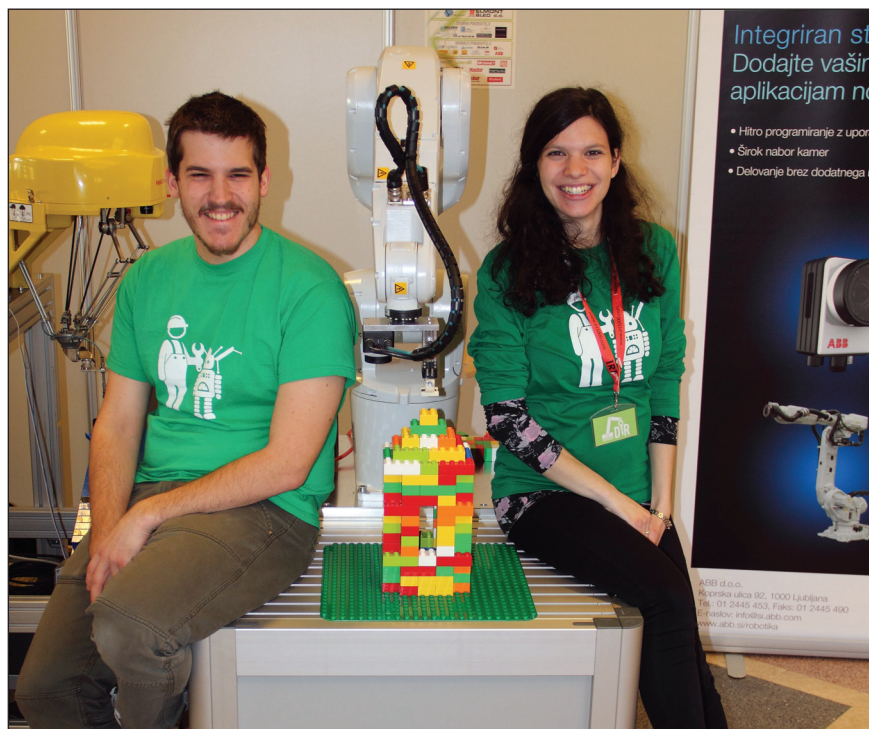


Na info točki so obiskovalci lahko dobili več informacij o samem dogodku in razporeditvi aplikacij

je nanašala na robotsko obdelavo delov multikopterja. Prvo mesto sta že drugo leto zapored zasedla študenta Fakultete za strojništvo Dejan Knez in Armin Drozg. Ponedeljek se je zaključil z druženjem s sponzorji in s prikazom delovanja aplikacij.

Sledili so trije dnevi zelo podobnega programa. Dopoldne so na ekskurzije prihajali dijaki srednjih šol (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. Na njih smo želeli prijavljenim čim bolj podrobno predstaviti delovanje celice, obenem pa jim omogočiti, da tudi sami poizkusijo vodenje robota ali preprosto programiranje. Kot vsako leto so nas tudi letos obiskale skupine iz vrtcev. Predstavitve aplikacij je potekala na bolj zabaven način in vsi so bili nad videnim zelo navdušeni.

Predstavljenih je bilo devet različnih aplikacij. Vse so bile zelo zanimive in lahko rečemo, da so si uspeh v veliki meri delile in da je bila v ospredju več kot le ena aplikacija. Udeleženci dogodka so se lahko okrepčali na kar dveh aplikacijah. Na prvi so si lahko privoščili mafin in kavo, na drugi pa se osvežili z okusnim brezalkoholnim koktejlom. Nato so se lahko s pomočjo simulatorja in očal

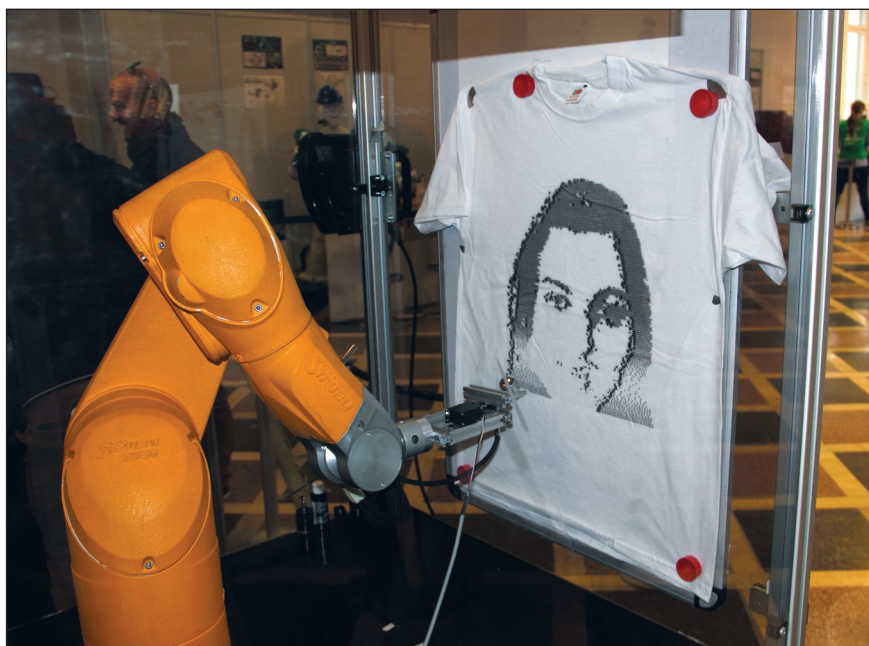


Aplikatorja Rok in Beti poleg figure, ki jo je sestavil robot ABB

za navidezno resničnost preizkusili v vožnji z dirkalnim avtomobilom ali pa so s pomočjo haptičnih vmesnikov Omega vodili mobilno Kuko. Na ostalih aplikacijah so se lahko igrali križce in krožce ali štiri v vrsto, pogledali, kako robot polaga komponente na tiskano vezje, kako zna s pomočjo žarilne žice izrezati letala iz stiropora, lahko so se slikali ter prepustili robotu, da jih nariše na majico, ali pa si pogledali sestavljanje različnih oblik iz lego kock.

Tudi tokrat smo DIR v petek, 3. 4., zaključili z ekskurzijo. Na njej smo si ogledali dve podjetji z avtomatizirano proizvodnjo. Najprej smo obiskali podjetje Odelo v Preboldu, kjer zelo uspešno proizvajajo sisteme in komponente zadnjih luči za različne prestižnejše znamke avtomobilov. Med ogledom smo lahko videli veliko zanimivih robotov. Ti so opravljali delo natančneje, kot bi ga zmogel človek. Za tem smo si ogledali tovarno podjetja BSH Hišni aparati, kjer razvijajo in proizvajajo male hišne aparate na motorni pogon in termične naprave za pripravo toplih napitkov. Zelo smo bili navdušeni nad avtomatizirano proizvodnjo DC-motorjev, ki jih vsebujejo njihovi proizvodi. Za konec smo se ustavili na Trojanah, kjer nam je Gostinsko podjetje Trojan postreglo z okusnimi krofi.

Številni udeleženci in njihovi pozitivni odzivi nas zelo veselijo in prepričani smo, da je bil dogodek ponovno zelo uspešno izpeljan. Ekipa DIR se najlepše zahvaljuje vsem sponzorjem in ostalim, ki so pomagali pri organizaciji. Vljudno vas vabimo k ponovnem sodelovanju tudi prihodnje leto!



Robot je nekatere udeležence narisal na majico

Ekipa DIR 2015

Poročilo o konferenci AIG'15

Letošnja konferenca AIG'15 je, tako kot tudi prejšnja pred dvema letoma, potekala v kongresnem centru hotela City v Mariboru. Od leta 1999 smo izpeljali že devet konferenc z naslovom Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu. Kot vedno do sedaj nas je tudi letos vodil osnovni cilj povezati uporabna znanja – ljudi iz gospodarstva z znanostjo.

Po preštetu vseh prijav in z upoštevanjem obiskovalcev, ki so prišli na okroglo mizo na osnovi vabil v sredstvih javnega obveščanja, je bilo na konferenci okoli 160 udeležencev. Od 47 avtorjev prispevkov jih je bilo 15 iz izobraževalnih ustanov, 21 iz industrije in 10 študentskih (11 avtorjev). Ko preštejemo vse udeležence, ugotavljamo, da jih je 45 % prišlo iz gospodarstva in 55 % iz izobraževalnih ustanov. Ne moramo razvozlati razloga, zakaj so tisti, ki jim je ta dogodek v prvi



Otvoritev konference, predsednik konference AIG'15 Boris Tovornik

Po otvoritvenem nagovoru predsednika AIG'15 dr. Borisa Tovornika smo poslušali 5 izjemno zanimivih predavanj v angleškem jeziku, saj je večina predavateljev prišla iz tujine. Po impresivnih uvodnih predavanjih je popoldanski čas zapolnila okrogla miza, ki je bila osrednji

tor Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS in direktor tehnološke mreže TVP.

Pokazalo se je, da ima Slovenija zelo uspešne in visoko usposobljene podjetnike, ki so bili v vseh zahtevnih situacijah sposobni najti pravo rešitev za svoje podjetje in ga v kriznem času obvarovati. Rezultate dosegajo s pridnim in poštenim delom. Je pa ključ do uspeha tudi v tem, da so vsa ta podjetja visoko inovativna. Prav sposobnost inovativnega razmišljanja pomaga pri premagovanju prav vseh težav, pa tudi pri reševanju v času gospodarske krize. Želijo si pa več naklonjenosti politike, da bi se lažje in hitreje širili. Prav tako se je v času konference pokazalo, da Slovenija razpolaga z veliko izjemno nadarjenih specialistov različnih strok, ki so sposobni kreirati nove rešitve in nove izdelke, le če jih znamo uporabiti.

Prav tako je pomembno, da obstaja skrb za mladi rod. V ta namen je tehnološka mreža Tehnologija vodenja procesov, letos že tradicionalno, podelila nagrade za najboljše diplomske naloge.

Na konferenčni večerji v restavraciji hotela City smo razglasili najboljše prispevke študentskega tekmova-



Razstavni prostor s pokrovitelji

vrsti namenjen, v manjšini. Ta proces se na podoben način ponavlja že vsa leta. Bilo pa je letos opazno več študentov kot v preteklosti. Potrudili smo se in poleg študentske sekcije pripravili še borzo kadrov, ki je bila dobro obiskana.

dogodek konference. Naslovili smo jo: Potrebe in pričakovanja visokotehnoloških podjetij. V razgovorih so sodelovali direktorji uspešnih podjetij s področja avtomatizacije, župani Maribora in Miklavža na Dravskem polju, dekan FERI, direk-



Okrogla miza: Potrebe in pričakovanja visokotehnoloških podjetij v regiji.

nja. Vseh 10 udeležencev je prejelo priznanje in nagrado, ki jo je zagotovilo podjetje National Instruments – licenčni program LabView. Avtor prvonagrajenega študentskega članka je od podjetja MIEL,

d. o. o., iz Velenja dodatno prejel programabilni krmilnik PLC z ustreznimi programi.

Podelili smo še eno drugo in dve tretji nagradi. Zanje je poskrbelo

podjetje EmSiso, d. o. o., iz Maribora in vsakemu od njih podarilo napravo za študij zahtevnejših procesov vodenja.

Predsednik Društva avtomatikov dr. Nenad Muškinja in dr. Drago Matko, ki je pred mnogimi leti dal idejo in pobudo, da se ustanovi društvo DAS, sta razglasila zaslužna člana DAS. To sta postala: zaslužni profesor dr. Karel Jezernik in mag. Peter Šega.

Ne samo uvodna predavanja, študentski prispevki ali industrijski forum, pač pa predvsem predstavitev ostalih 25 prispevkov, ki smo jih poslušali v petek dopoldne, so pokazali visoko stopnjo strokovnosti in inovativnosti v rešitvah, ki so jih predstavljali. Vsakega posebej je bilo zanimivo poslušati. To nam potrjuje, da je bila naša odločitev, da organiziramo AIG'15, pravilna.

*Predsednik konference AIG'15
Boris Tovornik*



ZMAGOVALNI TIM

**Novost izumiteljev mehatronike®:
novi krmilnik DX200 z novimi
roboti MOTOMAN**

Uspešni timi odlično delujejo skupaj, izkoriščajo prednosti vsakega posameznika in spretno uporabljajo prava orodja.

Tako delujejo tudi novi roboti MOTOMAN z novim krmilnikom DX200 podjetja YASKAWA, ki vašemu sistemu pomagajo do odličnosti. Integriran varnostni krmilnik, enostavno programiranje in funkcijski paketi, vezani na določeno aplikacijo, zagotavljajo možnost številnih rešitev in zmagovit rezultat.

YASKAWA

YASKAWA Slovenija d.o.o.

T: + 386 (0)1 83 72 410

www.yaskawa.eu.com

Sejem priložnosti 2015

Na Fakulteti za strojništvo UL je v organizaciji Kariernih centrov Univerze v Ljubljani in študentov Fakultete za strojništvo letos že drugo leto zapored potekal dogodek, ki smo ga poimenovali Sejem priložnosti. Glavni namen dogodka je bil povezovanje študentov strojništva in slovenskega gospodarstva, bistvo dogodka pa je bilo v t. i. »hitrih razgovorih« med študenti in predstavniki podjetij.

V hitrih razgovorih se je preizkusilo 55 študentov in vsak od njih je imel možnost »vaje v razgovoru« s tremi predstavniki podjetij. Vsi študenti so se predhodno udeležili pripravljene delavnice, ki smo jo v ta namen pripravili Karierni centri UL in je bila pogoj za udeležbo študentov na hitrih razgovorih.

Študenti so na dogodku nabirali nove izkušnje, se mrežili s predstavniki podjetij, se, kot je bilo že omenjeno, preizkusili v razgovorih za delo ter navezovali stike za morebitne prihodnje poslovne priložnosti in sodelovanja. Delodajalci so mladim nadobudnim študentom predstavili podjetja, njihovo vizijo in jim med drugim tudi pojasnili, kakšen kader si želijo v prihodnje. V okviru sejma in »vaje v razgovoru« pa so morda med kandidati prepo-



Predstavniki podjetij, Fakultete za strojništvo in organizatorji



Hitri razgovori na Sejmu priložnosti

znali kakšnega bodočega štipendista oz. sodelavca.

Tako kot lani je tudi letos dogodek dosegel svoj namen – zadovoljni

študenti, polni vtisov, novih izkušenj, in nove kakovostne povezave. Delodajalci so bili na koncu vsi enotnega mnenja, da je tak dogodek odlična priložnost za povezovanje in sodelovanje med študenti Fakultete za strojništvo UL in slovenskim gospodarstvom ter da bi si vsi želeli, da postane tradicionalen.

Dogodka se je udeležilo 100 študentov in predstavniki podjetij – Danfoss Trata d. o. o., Kolektor d. o. o., Yaskawa Slovenija d. o. o., Siliko d. o. o., Podkrižnik d. o. o., Plastika Skazad o. o., Gorenje d. d., Hidria d. o. o., Letrika d. d. in Akrapovič d. o. o.

Andreja Jurček, karierna svetovalka na Fakulteti za strojništvo Univerza v Ljubljani

foto: Rok Dernikovič



Utrip sejma

100 let podjetja DE-STA-CO

DE-STA-CO je letos praznoval stoto obletnico inovacij na področju avtomatizacije. Praznovanje je potekalo na sejmu Automate konec marca 2015 v Chicagu, kjer so predstavili zgodovino podjetja in nove inovativne izdelke za proizvajalce originalne opreme (OEMs) in končne uporabnike

»DE-STA-CO ima dolgo zgodovino inovacij, ki vključujejo izum in patent za prvo ročno preklopno vpenjalo,« je dejal Darren Greene, direktor globalnega trženja in poslovne inteligence v DE-STA-CO. Darren Greene je že pred sejmom napovedal, da bodo na njihovem razstavnem prostoru predstavljeni zgodovinski izdelki, literatura in tudi video retrospektiva, ki prikazuje razvoj podjetja. Prikazano pa bo tudi, kako se je podjetje razvijalo in postalo vodilno na področju standardne vpenjalne tehnike. Dodal je tudi, da lahko s ponosom gledajo na zgodovinske dosežke, ki nazorno kažejo, da je podjetje vedno iskalo dobre rešitve za njihove kupce. Na sejmu so predstavili tudi več novosti, ki so jih obiskovalci videli v delovanju.



DE-STA-CO je na razstavnem prostoru predstavil najnovejše komponente, ki so bile razvite za linijo lahkih orodij Accelerate® Collection in vključujejo nove komponente za pretočne linije stiskalnic, nova vpenjala in nove možnosti montaže. Ti novi elementi so bili oblikovani z namenom, da zagotovijo strankam več možnosti za povečanje hitrosti avtomatiziranih linij pretočnih stiskalnic. Elementi iz Accelerate Collection se uporabljajo pri gradnji lahkih prijemalnih enot, ki zagotavljajo povečanje hitrosti delovanja naprav do 30 odstotkov.

Na sejmu so bili predstavljeni tudi novi delilniki E-Series znamke CAM-CO, ki so sicer še v razvoju. Prikazano je bilo njihovo delovanje in demoprogramiranje. Za prikaz zmogljivosti dveh rešitev naenkrat je bil v testni aplikaciji delilnik MDE, ki je namenjen za srednje obremenitve, nameščen na vrhu servognanega delilnika HDE za velike obremenitve.

Delilniki E-Series so namenjeni za premikanje široke palete izdelkov in komponent v natančnih časovnih intervalih na natančno določene lokacije.

Na razstavnem prostoru DE-STA-CA so bili prikazani tudi drugi demoizdelki, kot so nova pnevmatsko gnana paralelna prijemala Robohand G100 Series in vpenjalne naprave s pnevmatskim pogonom 82M-3E Series.

Osnovni podatki o podjetju DE-STA-CO

DE-STA-CO je globalni ponudnik opreme za avtomatizacijo in delovnih vpenjalnih naprav, ki zagotavljajo rešitve za povečanje produktivnosti v izdelovalni industriji že vse od leta 1915. Kakovost, inovacije in storitve so postavile DE-STA-CO na vodilno mesto v oblikovanju in proizvodnji, ki stremi k stalnemu zmanjševanju stroškov in k fleksibilnim rešitvam avtomatizacije za stranke po celem svetu. Družba DE-STA-CO prisega na timsko filozofijo s progresivnim pristopom v poslovanju, ki se osredotoča na zagotavljanje doslednega določanja standardov storitev in izdelkov za vsako stranko, ne glede na geografsko lokacijo. DE-STA-CO je tako danes vodilno podjetje na področju inovacij, projektiranja, izdelave in podpore na področju vpenjal, prijemal, delilnikov, vodilnih enot, transporterjev, robotskih orodij in strege na daljavo za potrebe na delovnih mestih in v avtomatizaciji.

*Dr. Mihael Debevec,
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
vir: www.destaco.com*



Utrinek iz sejemске predstavitve podjetja DE-STA-CO

DE-STA-CO predstavlja svoj proizvodni program s promocijskim kombijem

31. marca se je v okviru svoje promocijske poti po Sloveniji na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani ustavil promocijski kombi podjetja DE-STA-CO (www.destaco.com). Kombi je preurejen tako, da je proizvodni program podjetja obiskovalcem prikazan na zelo nazoren način. Glavni namen njegovega

uvajanja podjetja, letos pa praznuje že 100-letnico obstoja.

Skozi proizvodni program podjetja DE-STA-CO sta nas popeljala dva predstavnika podjetja. Prvi je bil Robert Kasalo, ki je vodja projektov tehničnih aplikacij v podjetju DE-STA-CO Europe GmbH iz Nem-

žnosti vgradnje, dodan pa je še en velikostni razred vpenjal. Za ta vpenjala sta nam predstavnika prikazala načine vgradnje in njihovo praktično delovanje.

*dr. Mihael Debevec,
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*



Predstavnika podjetja DE-STA-CO, g. Robert Kasalo in predstavnika UL, FS, dr. Mihael Debevec



DE-STA-CO Showmobil pred Fakulteto za strojništvo v Ljubljani

obiska je bil, da zaposlene na fakulteti in študente strojništva, ki postajajo inženirji, seznanimo s programom standardnih enostavnih in

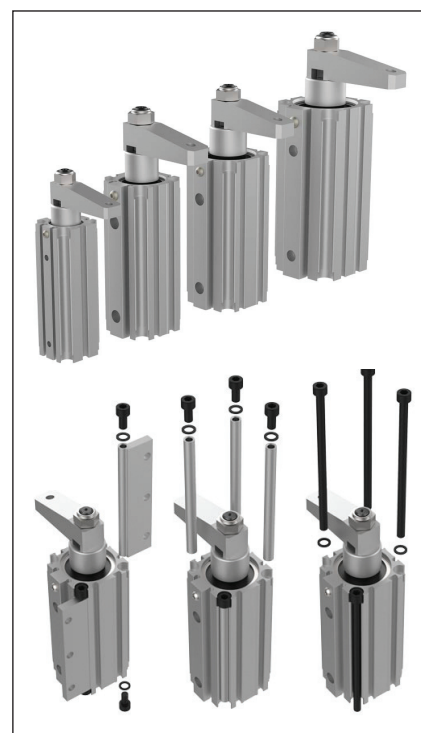
čije. Drugi pa je bil Drago Lah, ki je komercialist prodaje v podjetju Halder, d. o. o., ki na slovenskem tržišču zastopa proizvodni program blagovne znamke DE-STA-CO. V promocijskem kombiju sta nam najprej pokazala in predstavila skupine izdelkov, kot so ročna in pnevmatično gnana vpenjala, komponente za avtomatizacijo, prijemala, prijemalni prsti in priseški. Za najzanimivejše in najnovejše razstavljene komponente sta nam prikazala njihovo delovanje in varnostne sisteme naprav.

V promocijskem kombiju je bila na ogled tudi zadnja novost proizvodnega programa podjetja DE-STA-CO, ki spada v serijo 9500 in predstavlja zasučna vpenjala. Ta so najbolj primerna za uporabo v aplikacijah, kjer je na voljo zelo malo prostora za gibanje. Ta prenovljena serija vpenjal tako predstavlja rešitev z mnogo bolj fleksibilnimi mo-



Primeri vpenjal serije 9500 v Showmobilu

učinkovitih vpenjalnih naprav, ki jih odlikujejo zanesljivost, natančnost, dobra ponovljivost gibov ter dolga življenjska doba. Na tem področju je DE-STA-CO dobro poznano in



Prenovljena družina vpenjal serije 9500 (zgoraj) in možnosti pritrditve vpenjal serije 9500 (spodaj)

Institut Jožef Stefan in OZS si želita še tesnejšega sodelovanja

Da bi поблиžje spoznali delovanje in dosežke Instituta Jožef Stefan, so predstavniki Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, na čelu s predsednikom **Brankom Mehom** in predsednikom Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS **Janezom Škrlecem**, 9. 4. 2015 obiskali posamezne odseke inštituta in laboratorije, ogledali pa so si tudi jedrski reaktor in ionski pospeševalnik v Podgorici pri Ljubljani.

Predstavnike OZS je sprejel direktor inštituta prof. dr. Jadran Lenarčič, ki je med drugim izpostavil vlogo inštituta na področju raziskav in razvoja novih materialov, na katerem v več primerih prehitujejo svetovno konkurenco, ter na področju raziskovanja okolja in evropskih projektov. Ob tem je poudaril, da sodi Institut Jožef Stefan med prvih pet evropskih inštitutov po številu evropskih projektov, v katere so vključeni.

Prof. Lenarčič je v svoji predstavitvi posebej pohvalil predsednika odbora za znanost in tehnologijo pri OZS Janeza Škrleca, predvsem za zasluge za dobro dosedanje sodelovanje. OZS je dogovor o sodelovanju z Inštitutom Jožef Stefan podpisala že leta 2006.

V tem času so sodelovali že na več kot 50 različnih dogodkih: na tehnoloških in nanotehnoloških dnevih,



Delegacija predstavnikov OZS v Mikroanalitskem centru Instituta Jožef Stefan (foto: Eva Mihelič)

konferencah in sejamskih prireditvah (MOS v Celju, LOS v Ljubljani, IFAM-Intronika v Celju), največkrat v povezavi z Odborom za znanost in tehnologijo pri OZS, ki že več kot devet let povezuje gospodarstvo z znanostjo in si prizadeva za hitrejši prenos znanja z znanstvenega področja v gospodarstvo. »Sodelovanje med inštitutom in OZS je zelo uspešno že vrsto let, za kar gre zahvala tudi vodstvu zbornice, ki je bilo temu vedno naklonjeno. V prihodnje pa bo potrebno razmisliti in premisliti, kako do skupnih projektov. Mislim, da bi bilo treba doseči vrnitev raziskovalnih vavčerjev, ki lahko za manjša podjetja, ki si težko privoščijo raziskovalne projekte, po-

menijo velike spremembe,« je dejal Lenarčič.

Predsednik OZS Branko Meh je pozdravil pripravljenost inštituta, da predstavi svoje delo in laboratorije tudi obrtnikom in podjetnikom. »Takšni obiski so zelo pomembni, saj sta nam potem znanje in znanost bližje, znanstveni dosežki so nam tako bolj dostopni, pot do izdelkov, ki prinašajo dodano vrednost, pa se skrajša. Želimo si, da bi bilo v prihodnje med inštitutom in gospodarstvom še več sodelovanja, tudi v domačih in mednarodnih projektih,« je še dodal Meh.

www.ozs.si



Prisrčen sprejem predstavnikov OZS pri direktorju IJS prof. dr. Jadranu Lenarčiču (foto: Eva Mihelič)



Predstavitve ionskega pospeševalnika v Mikroanalitskem centru IJS v Podgorici (foto: Eva Mihelič)

Čezmejni projekt **MARATON**

Projekt MARATON se izvaja na obmejnem območju Slovenije (Podravska in Pomurska regija) in Hrvaške. Njegova prednostna naloga je spodbuditi gospodarski in socialni razvoj obmejnih regij. Osem partnerjev, povezanih v projektu, je razvilo projektno idejo MARATON kot možno rešitev znanih ovir pri inoviranju, ustvarjanju večje dodane vrednosti in krepitvi konkurenčnosti podjetij.

Podjetja navajajo kot eno večjih ovir za inovacijsko dejavnost iskanje ustreznega razvojnega kadra, ki bo sposoben poglobljenega uvida v potrebe podjetja ob upoštevanju poslovne logike in politike podjetja. Pri praktično vseh podjetjih je skupna ugotovitev, da do kvalitetnih kadrov zelo težko pridejo, ker ne poznajo pravih študentov. Hkrati se zaradi toge zaposlovalne zakonodaje nekoliko bojijo zaposlovati visoko izobražene tehnične kadre, saj ni drago le njihovo delo, temveč tudi njihovo usposabljanje. Zato je pomembno, da imajo podjetja možnost izbrati

dobre študente in jih preskusiti na konkretnih nalogah. Na drugi strani pa dobri študenti nimajo dovolj informacij in zadostnega dostopa do raziskovalnih izzivov v podjetjih in zato najboljši velikokrat iščejo izzive v tujini. Z boljšim informiranjem in vzpostavitvijo komunikacijskega kanala med študenti in podjetji bi bilo možno najboljše kadre zadržati v regiji.

Projekt MARATON spodbuja sodelovanje gospodarstva in RR-institucij s kreiranjem stičišča v obliki uporabniku prijazne borze razvojnih in raziskovalnih tem in nalog, ki zanimajo podjetja. V te naloge se bodo vključili študenti in dijaki zato, da opravijo študijske obveznosti, navežejo stik in se s kvalitetnim delom izkažejo pri potencialnem delodajalcu; mentorji, ki želijo sodelovati z gospodarstvom, ter podjetja in organizacije, ki pridobijo priložnost za preskus potencialnih zaposlenih za razvojne naloge pri konkretnem delu ter možnost vpeljave potencialnih zaposlenih v organizacijske in poslovne procese podjetja še pred zaposlitvijo, kar skrajša prilagoditveni čas ob morebitni zaposlitvi.

Poleg ciljanih povezav podjetje - študent - raziskovalec bo možno sklepati tudi povezave podjetje - podjetje, kar dodatno prispeva k bilateralnemu povezovanju podjetij v Sloveniji in Hrvaški zaradi enakih ali podobnih razvojnih izzivov. Podobno velja za povezave med raziskovalci. Vzpostavljene povezave lahko sprožijo domino učinek nadaljnega povezovanja obmejnega projektnega območja. Dodani vrednosti projekta sta prispevek k uspešnejšemu iskanju in zaposlovanju razvojnih kadrov in čezmejna izmenjava poslovnih idej in kadrov.

Projekt MARATON bo tako prispeval k razvoju konkretnega sodelovanja med MSP in RR-institucijami za izboljšanje izdelkov, storitev in tehnologij, večjo inovativno dejavnost podjetij, razvoj izdelkov in storitev z večjo dodano vrednostjo, razvoj podpornega okolja (stičišča) za MSP; za boljše medsebojno poslovno sodelovanje ter večjo konkurenčnost na trgih zaradi inovacij in kvalitetnih kadrov; prispeval bo k spodbujanju podjetniškega duha in izmenjavi izkušenj ter informacij med gospodarstvom, raziskovalci iz visokega šolstva in študenti kot potencialnimi zaposlenimi; k zmanjšanju bega možganov iz obmejnih območij v večja mesta.

On-line borza raziskovalnih nalog

Nova spletna platforma, imenovana On-line borza raziskovalnih nalog (www.studentsforindustry.eu), je spletno socialno omrežje, ki povezuje naslednje akterje pri raziskovalnem delu: inovativno naravnana podjetja in organizacije, študente in dijake (kot potencialne bodoče zaposlene), raziskovalce v razvojnih oddelkih podjetij in raziskovalce mentorje v visokošolskih zavodih.

Gre za spletno socialno omrežje, ki vzpostavlja stik med podjetjem



Partnerji projekta MARATON na tiskovni konferenci ob zagonu On-line borze raziskovalnih nalog

ali organizacijo (ki opiše svoj razvojni izziv), študentom ali dijakom (ki se loti reševanja izziva) in raziskovalcem mentorjem (ki s svojim znanjem pomaga pri rešitvah). Ti trije akterji se bodo povezovali z namenom, da sodelujejo pri ključnih nalogah (npr. diplomska ali magistrska naloga), seminarских nalogah ter drugih raziskavah. Prav tako se bodo lahko povezali za delo na projektu ali za pomoč pri iskanju prakse, prevajanju in lektoriranju.

On-line borzo raziskovalnih nalog v okviru projekta MARATON razvija interdisciplinarna ekipa študentov, povezanih v Združenje za interdisciplinarno povezovanje (Združenje IP), v sodelovanju s partnerji projekta in izbranim zunanjim izvajalcem MVM Servis, d. o. o.

Partnerji projekta MARATON bodo podjetja na obeh straneh meje spodbujali k objavi novih raziskovalnih izzivov v On-line borzi raziskovalnih nalog. Izbrani študent se bo lahko lotil reševanja problema samostojno ali pa se bo po pomoč

obrnil na mentorja iz visokošolskega zavoda, ki bo s svojim znanjem pripomogel k rešitvi izziva.

On-line borza ne bo omogočala le povezav podjetje – študent – raziskovalec, temveč bo možno sklopiti tudi povezave med študenti, podjetji ali raziskovalci samimi. S tem večsmernim povezovanjem bo projekt MARATON omogočil zadovoljitev želja vseh treh skupin uporabnikov.

Borza je zasnovana po principu samodejnosti, kot je praksa pri drugih spletnih stičiščih (npr. www.avto.net in www.auti.hr). Podjetja objavljajo raziskovalne naloge, na katere se prijavljajo študenti.

Raziskovalci iz visokošolskih institucij so vključeni kot mentorji, ki jih študenti morajo izbrati po kurikulumu. Študent ali dijak si bo pridobil dragocene izkušnje, ki mu bodo pomagale pri študiju in širše, hkrati pa se bo s svojim delom lahko izkazal pri potencialnem delodajalcu. Mentor bo lahko vzpostavil nove

pedagoške pristope in navezal stike z gospodarstvom. Podjetja bodo lahko vpeljala študente ali dijake v svoje delovne procese in s tem preizkusila potencialne zaposlene pri konkretnem delu.

Poleg spletne aplikacije so pripravljene tudi aplikacije za pametne telefone in tablične računalnike (iOS za izdelke Apple in Android za ostale), po katerih bodo študenti in dijaki dodatno obveščeni o novostih na On-line borzi. Napreden pristop povezovanja, ki ga omogoča On-line borza, ne bo povečal sodelovanja le znotraj mest in regij, temveč bo olajšal tudi čezmejno sodelovanje. Slednje bo vodilo tudi k izmenjavi poslovnih idej in novih kadrov. On-line borza raziskovalnih nalog je brezplačna in odprta za vse, sodelovanje med uporabniki pa je tudi čezmejno.

Vabimo vse zainteresirane študente in dijake ter podjetja in organizacije, da se nam pridružijo pri premagovanju izzivov in spodbujanju podjetniškega duha ter se registri-



ON-LINE BORZA RAZISKOVALNIH NALOG:
[**www.studentsforindustry.eu**](http://www.studentsforindustry.eu)



SEMINARSKA NALOGA



RAZISKOVALNA NALOGA



PROJEKT



ZAKLJUČNA NALOGA



PREVAJANJE, LEKTORIRANJE



PRAKSA



Naložba v vašo prihodnost
 Operacijo delno financira Evropska unija
 Evropski sklad za regionalni razvoj



REPUBLIKA SLOVENIJA
**SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ
 IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO**



SI HR
 EVROPSKO TERITORIALNO SODELVANJE

ŠTUDENTI IN DIJAKI

PROFESORJI IN MENTORJI

PODJETJA IN ORGANIZACIJE

Podjetja, preoblikujte svoje poslovne in razvojne izzive v raziskovalne naloge in projekte za študente in dijake!

Akronim	MARATON
Prednostna naloga	Gospodarski in socialni razvoj / Razvoj podjetništva
Trajanje projekta	18. 12. 2013 – 17. 6. 2015
Vrednost projekta	359.477,83 €
Partnerji projekta	Znanstvenoraziskovalno središče Bistra Ptuj TehnoCenter Univerze v Mariboru d. o. o. Tehnološki center za električne stroje TECES Razvojni center Murska Sobota Tehnološko-inovacijski centar Međimurje d. o. o. Zagorska razvojna agencija d. o. o. Agencija za razvoj Varaždinske županije d. o. o. Univerza v Zagrebu

rajo v On-line borzo raziskovalnih nalog na spletnem naslovu: <http://www.studentsforindustry.eu>.

...več o projektu MARATON

Plemenitimo mlade kadre za razvojne oddelke v podjetjih – vzpostavitev podporne storitve za podjetja v obliki On-line borze raziskovalnih študentskih nalog v podjetjih.

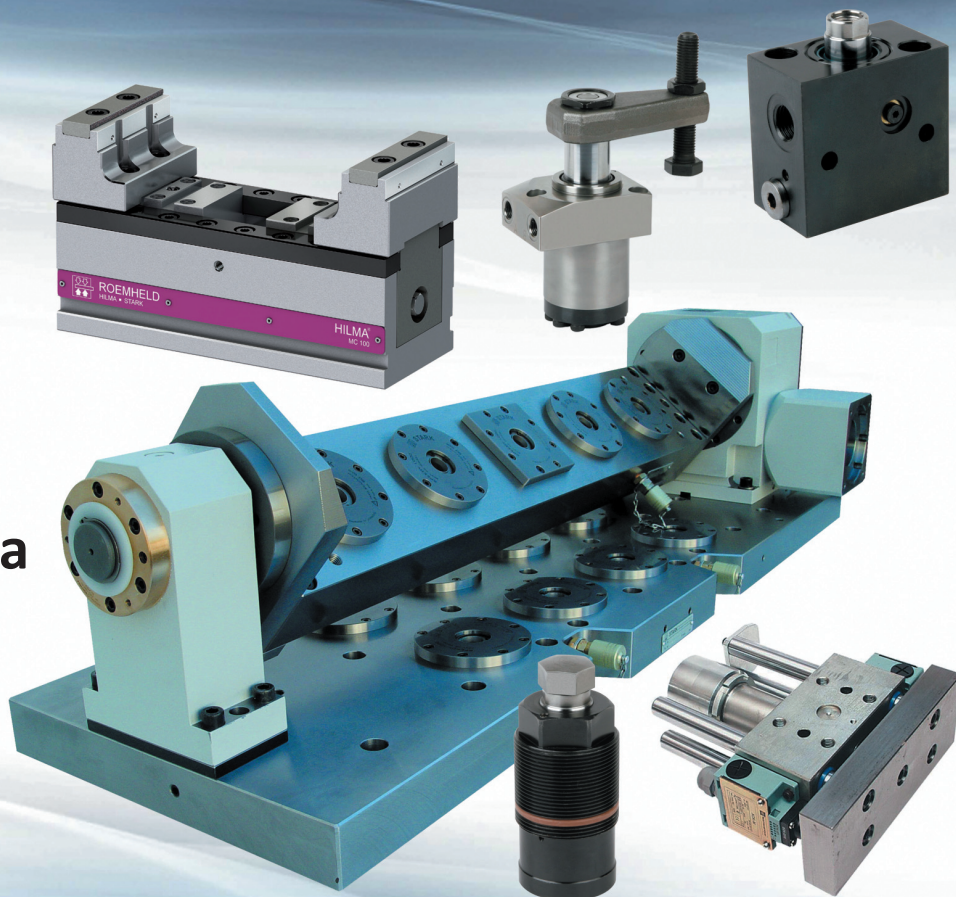
Projekt MARATON se izvaja v okviru evropskega teritorialnega sodelovanja Slovenija- Hrvaška 2007–2013 in ga sofinancirata Evropski sklad za regionalni razvoj in Služba Vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko.

TehnoCenter UM, d. o. o.



ROEMHELD
HILMA ■ STARK

vpenjalna tehnika
hidravlični cilindri
agregati
montažna tehnika
manipulacijska tehnika
pogonska tehnika
proizvodna tehnika
sistemske rešitve



HALDER
NORM+TECHNIK

HALDER d.o.o. ■ Bohova 73 ■ SI-2311 HOČE ■ Slovenija
T: +386 2 618-26-46 ■ www.halder.si ■ info@halder.si

Slovenija še korak bližje k polnopravnemu članstvu v Metrski konvenciji

V četrtek, 15. 1. 2015, je Vlada RS na svoji redni seji sprejela pobudo Urada RS za meroslovje za pristop Republike Slovenije k Metrski konvenciji. V sredo, 21. 1. 2015, pa je bila pobuda potrjena tudi na Odboru za zunanjo politiko Državnega zbora RS.

S tem se bo Republika Slovenija po 24 letih ponovno polnopravno vključila v Metrsko konvencijo, v katero je trenutno vključenih že 55 držav, 41 držav pa ima status pridružene članice. Metrsko konvencijo je že leta 1875 v Parizu podpisalo 17 držav. Dopolnjena in spremenjena leta 1921 predstavlja osnovo mednarodnega sporazuma o uporabi mer-skih enot, danes znanih v okviru SI sistema enot. Pristop k Metrski konvenciji bo Republiki Sloveniji poleg možnosti odločanja v njenih organih omogočil tudi sodelovanje Urada RS za meroslovje ter z njegove strani priznanih nosilcev nacionalnih etalonov v ključnih primerjavah CIPM (Mednarodna konferenca za uteži in mere), ki so nujno potrebne za zagotavljanje svetovno primerljivih meritev v RS. Prav tako bo lahko slovenski meroslovni sistem zagotavljal sledljivost na področjih mase, električnih veličin, časa in frekvence ter ionizirajočega sevanja neposredno, na najvišjem nivoju in brezplač-



Konvencija

no preko BIPM (Mednarodni urad za uteži in mere).

Pomen meroslovja v sodobni družbi

Z meroslovjem in merjenji se v življenju srečujemo vsak dan, na vsakem koraku, čeprav se tega niti ne zavedamo. Merjenja predstavljajo nepogrešljiv in pomemben del vsakega industrijskega in tudi drugih poslovnih procesov. Meroslovje podpira kakovost izdelkov in učinkovitost procesov preko hitrih, točnih in zanesljivih merenj, s čimer omogoča dvig produktivnosti. Merjenja igrajo ključno vlogo pri sprejemanju znanstvenih in tehnoloških inovacij, pri zasnovi in učinkoviti proizvodnji izdelkov, ki so skladni s

potrebami trga, in pri ugotavljanju ter preprečevanju neskladnih izdelkov. Meroslovje zagotavlja osnovno podporo za zdravstvo in varnost, varstvo okolja in zdravo hrano ter je osnova za pošteno trgovanje na nacionalni in mednarodni ravni.

V razvitih ekonomskih sistemih, še posebej v državah, ki usmerjajo svoje napore v obstoj in prodor na tuje trge, med katere sodi tudi Slovenija, predstavljajo merjenja v najširšem pomenu besede od 3- do 6-odstotni delež v bruto domačem proizvodu. V RS ocenjujemo, da se na letni ravni na podlagi meritev pridobi najmanj 8.500.000.000 evrov prihodkov, kar predstavlja letni proračun RS oziroma vsaj 12 % vseh prihodkov slovenskega gospodarstva.

Nacionalni meroslovni sistem, **za katerega je pristojen Urad RS za meroslovje**, zagotavlja v Sloveniji sledljiva in globalno primerljiva merjenja, reguliran sistem nadzora na področjih javnega interesa v podporo tehnološkemu in trajnostnemu razvoju družbe. S podpisom Metrske konvencije se bo slovenski meroslovni sistem neposredno vključil v mednarodni meroslovni sistem na najvišji ravni.

*Mag. Dominika Rozoničnik,
Urad RS za meroslovje*



NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA
NA VEČ KOT
140 STRANEH



Vodnik skozi množico informacij

- proizvodnja in logistika • obdelava nekovin • orodjarstvo in strojogradnja
- vzdrževanje in tehnična diagnostika • varjenje in rezanje • napredne tehnologije

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

Nov način pridobivanja revolucionarnega materiala, nanoceluloze – priložnost za industrijo

Na Kemijskem inštitutu so razvili nov, inovativen in poceni postopek za pridobivanje nanoceluloze – po najmanj 5-krat nižji ceni od dosedanje.

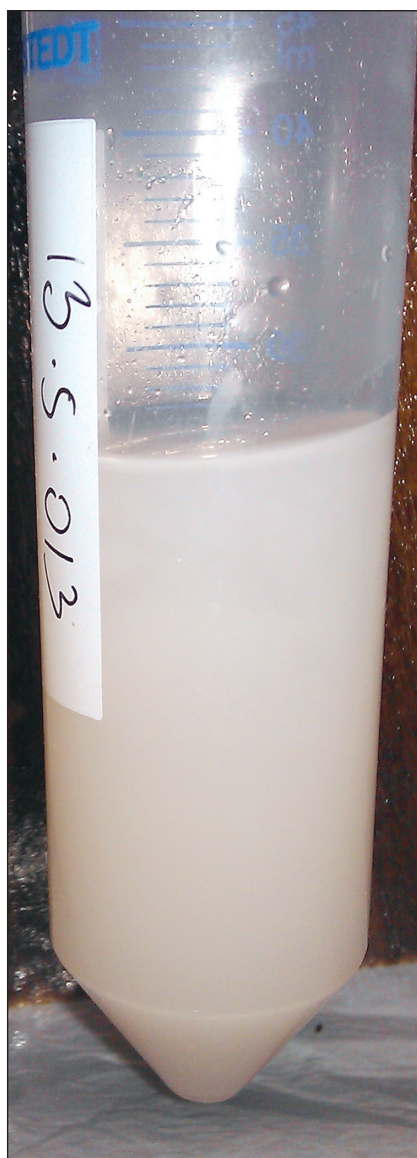
Medtem ko je veliko govora o čudežnih materialih, ki bodo krojili našo prihodnost, kot so ogljikove nanocevke, grafen itd., veliko obljublja tudi nanoceluloza, ki jo mnogi povezujejo z novo industrijsko revolucijo. Gre namreč za povsem naraven material, ki je biorazgradljiv in se pridobiva iz surovin obnovljivih virov, kot so lesna biomasa ter lesni in celulozni odpadki. Njegove izjemne mehanske lastnosti (nanoceluloza je 5-krat lažja in 5-krat močnejša od jekla, je iz obnovljivih virov in je biorazgradljiva) omogočajo uporabo v medicini, avtomobilski, papirni, lesni, gradbeni in drugi industriji. Doslej je drag in energetsko zahteven proizvodni proces omejeval njegovo široko uporabo, zahvaljujoč novemu postopku pridobivanja so sedaj možnosti široko odprte.

Danes v svetu poznajo predvsem dva postopka pridelave: s hidrolizo z žveplovo kislino, pri čemer uporabljajo kislino v koncentraciji 60 % in več, in z mehanskim mletjem. Oba postopka sta energetsko zahtevna, zaradi uporabe žveplove kisline pa neprijazna za okolje. Zato je tudi cena, če je nanoceluloza sploh dostopna, izjemno visoka.

Novi postopek je nastal na osnovi izkušenj in spoznanj pri raziskavah, povezanih z utekočinjanjem lesa oz. biomase, ki potekajo že več kot deset let. Ugotovili so, da lahko prav ta postopek uporabijo za pridobivanje nanoceluloze. Postopek utekočinjanja so v teh letih raziskav optimirali in prišli do novih znanstvenih spoznanj, ki so objavljena v vrhunskih revijah s tega področja. Novi postopek omogoča pridobivanje

nanoceluloze po najmanj 5-krat nižji ceni, brez obremenitve okolja, s preprosto, tehnološko nezahtevno tehnologijo.

Pri raziskavah so tesno sodelovali s slovensko industrijo in deloma tudi z Univerzo v Ljubljani. Mednarodna presoja patentne prijave (PCT) je ocenila novi postopek kot inovativen in uporaben za industrijo, kar se ne zgodi pogosto. Postopek bo objavljen v ugledni znanstveni reviji, cilj pa je pridobiti tudi sredstva za nadaljnje raziskave na tem področju.



Stabilna suspenzija nanoceluloze

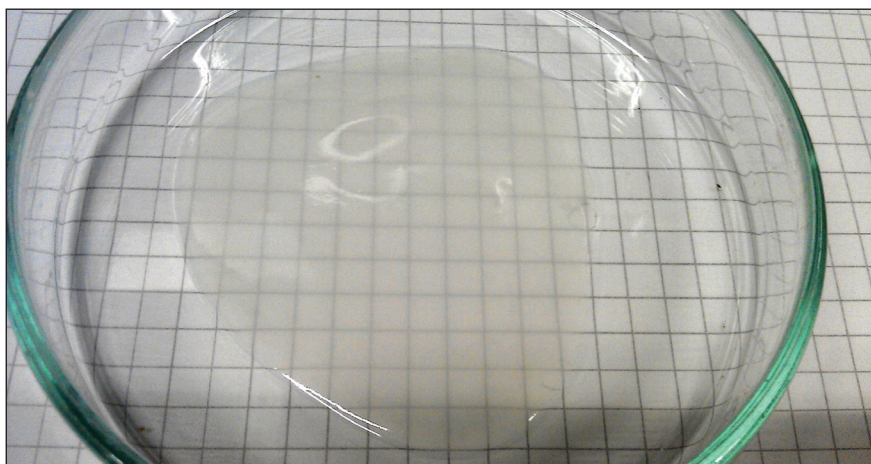
Namen oz. cilj projekta: proizvodnja nanoceluloze iz naravnih virov z visokim izkoristkom

Nanoceluloza je predmet intenzivnih raziskav po svetu, saj je naraven material, biorazgradljiva in ima izjemne mehanske lastnosti. Prav zato so že znane aplikacije, v katerih so jo uporabili kot ojačitev v polimernih kompozitih, kot nosilca zdravilnih učinkovin, v papirništvu in premazni industriji. Ker so do sedaj razviti postopki zahtevni in dragi, proizvodnja do danes še ni povsem zaživel. Večina znanih proizvajalcev je v fazi pilotnih preizkusov. Zato je tudi cena, če je nanoceluloza sploh dostopna, izjemno visoka.

Novi postopek omogoča pridobivanje nanoceluloze po najmanj 5-krat nižji ceni, brez obremenitve okolja, s preprosto, tehnološko nezahtevno tehnologijo. V Sloveniji že nekaj časa govorimo o novih načinih uporabe lesa, o boljšem izkoriščanju lesne biomase, o izboljšanjem položaju slovenske lesne industrije. Ta postopek je idealna prilika za to. Kemijski inštitut je vsa leta sodeloval z industrijo, kar se odraža tudi v skupnih patentnih zaščitah, v novih ali izboljšanih izdelkih, ki so plod tega sodelovanja. Zato želijo, da bi tudi proces pridobivanja nanoceluloze zaživel v industrijskem merilu. Vsekakor je postopek tako inovativen, da bo odmeven v svetovnem merilu.

Danes v svetu poznajo predvsem dva postopka: s hidrolizo z žveplovo kislino, pri čemer uporabljajo kislino v koncentraciji 60 % in več, in z mehanskim mletjem. Oba postopka sta energetsko zahtevna, zaradi uporabe žveplove kisline neprijazna za okolje, zato je novi postopek še toliko bolj inovativen in predstavlja izjemno priložnost za gospodarstvo.

Rezultati so dobro izhodišče tudi za slovensko lesno industrijo, saj



Suspenzija nanoceluloze v organskem topilu

omogočajo uporabo lesne biomase, lesnih odpadkov in celuloznih odpadkov na nov način, za izdelke z visoko dodano vrednostjo.

• Kako je prišlo do odkritja?

Postopek je nastal na osnovi izkušenj in spoznanj, ki so jih pridobivali od leta 2003, ko so se začeli ukvarjati z utekočinjanjem lesa oz. biomase. Pred dvema letoma so ugotovili, da lahko prav ta postopek uporabijo za pridobivanje nanoceluloze. V teh letih raziskav so

optimirali postopek utekočinjanja in prišli do novih znanstvenih spoznanj, ki so objavljena v vrhunskih revijah s tega področja. Rezultat sta tudi dve doktorski deli, ki sta nastali na Kemijskem inštitutu. Brez odličnega sodelovanja z industrijo in deloma tudi z Univerzo v Ljubljani to ne bi bilo mogoče.

• Zanimivost

Ko so pripravljali utekočinjeni les kot gorivo za turbinski motor (za pridobivanje električne in toplotne

energije), so se kar naprej pojavljali problemi z mašenjem filtrov. To je pravzaprav tista iskrica, ki jim je dala idejo, da imajo morda opravka s celuloznimi nanodelci.

• Sodelujoči pri raziskavah in odkritju:

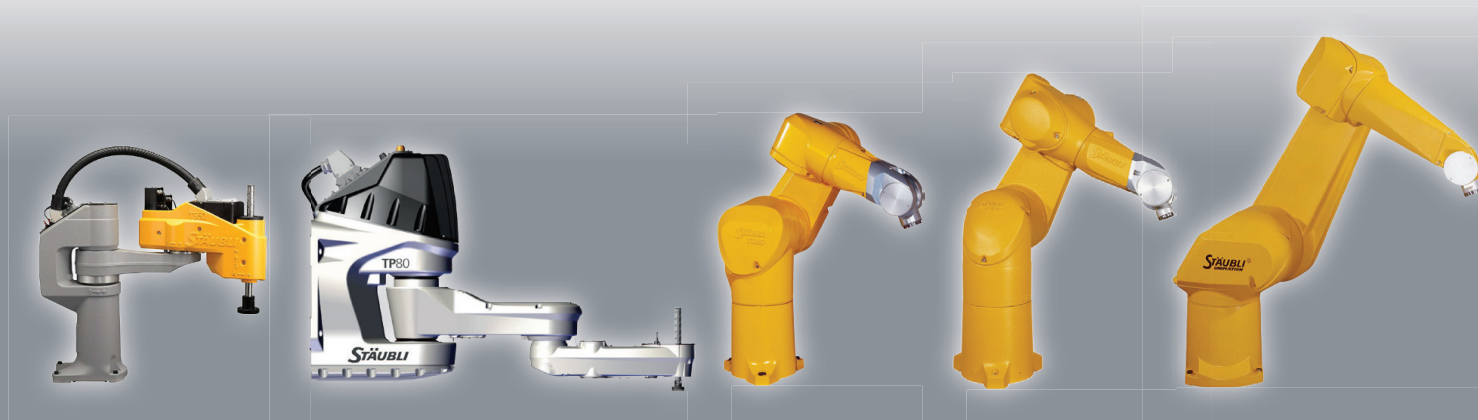
Delo je potekalo v Laboratoriju za polimerno kemijo in tehnologijo. Sodelovali so:

- nosilec raziskav: dr. Matjaž Kuna-
ver, prejemnik Puhove nagrade za
izume, razvojne dosežke in upo-
rabo znanstvenih izsledkov za ob-
novljive vire in njihovo uporabo
namesto surovin iz surove nafte;
- ostali sodelujoči: dr. Ema Žagar,
dr. Alojz Anžlovar, dr. Miroslav
Huskić, dr. Tomaž Kos, dr. David
Pahovnik.

Pri tem so sodelovali z GGP Postoj-
na in Navodnik, d. o. o. Prvi ima pi-
lotni reaktor, ki je služil za izdelavo
večje količine nanoceluloze, drugi
pa je pomagal pri izolaciji in čišče-
nju produkta.

*Brigita Pirc
Kemijski inštitut Ljubljana*

Kaj je natančnost, hitrost, zanesljivost?



Staubli roboti zagotovilo za optimalne rešitve v vseh industrijskih panogah.

DOMEL®
Trajnostne inovativne rešitve

STÄUBLI

Kontaktne podatki:
Brane Čenčič,
Tel: 00386 4 511 73 55,
E-mail: brane.cencic@domel.si,
www.staubli.com

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Pribor za hidravlične in pnevmatične naprave

Revija *Fluid* nadaljuje s posebnimi izdajami, ki so namenjene posameznim področjem fluidne tehnike. V juliju 2014 je tako med drugimi izdala poseben zvezek, namenjen priboru za hidravlične in pnevmatične naprave z naslovom *Fluid technik – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik*. Vsebina v obsegu 146 strani je razdeljena na štiri sklope. Najprej je na 90 straneh objavljenih okoli 30 strokovnih prispevkov avtorjev iz posameznih uveljavljenih izdelovalcev pribora za hidravliko in pnevmatiko. V nadaljevanju je na 15 straneh objavljen seznam izdelovalcev in dobaviteljev z izčrpnimi podatki o njihovih naslovih, vključno z logotipi. Na koncu pa so na 26 straneh predstavljene preglednice posameznih izdelkov in njihovih izdelovalcev oz. dobaviteljev. Skozi vse gradivo pa so navedeni številni reklamni prispevki (okoli 110) s podrobnejšim prikazom njihovih lastnosti in področij uporabe. Številni strokovni prispevki pa obsegajo naslednje vsebine:

1. Panorama

- *Aktualno* – Poročilo o raziskavah, trgu in branži

2. Gibki cevovodi

- *Katastrofalni izidi* – Intervju s S. Könnom in N. Van Loeyem, Gates
- *Če so gibki cevovodi v nuji* – Pregled služb za hidravliko v nuji
- *Vedno na osi* – Z monterji Pirteka pri servisu gibkih cevovodov
- *Stiskalnice s sistemom* – Kakovost izdelave gibkih cevovodov odvisna od celotnega procesa izdelave
- *Vsi gibki cevovodi niso enaki* – Parkerjev novi hidravlični gibki cevovod 692PU

3. Tesnilke

- *Višje, hitreje, ceneje* – Ko klasične tesnilke dosežejo mejo učinkovitosti
- *Z dvojnim brisalnim obročkom 846 je sistem tesen* – Intervju z A. Koenckejem, Dichtelemente Hallite
- *Dvojna zveza* – Izmenljivo partnerstvo pri Trelleborgu in Arburgu

4. Tehnika povezovanja

- *Ko se javijo gibki cevovodi* – Modulna gradnja napravi tehniko povezovanja v fluidni tehniki prilagodljivo
- *Prirobnice ali utori* – Primerjava različnih načinov povezovanja cevovodov
- *Dvojna uporabnost* – Varnostno ustrezna predelava pnevmatičnih sestavin
- *Sveže pocinkano* – Adapterji: primerjava dveh strategij
- *Zarezni obročki v sekundnem taktu* – Izboljšana serijska izdelava cevovodov
- *Hitrejše oblikovanje* – Nova generacija strojev za preoblikovanje cevovodov pri Eatonu
- *Cevni priključki in armature s klikom miške* – Žarišče in detajli: trgovine Schwer-Shop s 30.000 artikli online

5. Armature

- *Varnost pred vsem?* – Pister-armature zdržijo visoke tlake

6. Hidravlika

- *Poznati porabo* – S programsko opremo podprto snovanje sistemov s črpalkami
- *Tiho kot v tovarnjakih* – Nizka notranja hrupnost s hidravličnimi črpalkami Silence Plus
- *Dodatni deli s sistemskimi izkušnjami* – Hänchen – hidravlični pribor po individualnih zahtevah

- *Novo iz Kühltheke* – Visokosposobni hladilni sistemi za hidravlične pogone
- *Okolju prijazna hidravlika* – PHO-biološka olja zmanjšujejo okoljevarstvene probleme

7. Avtomatizacija

- *Naslovna tema: Višek z druge strani* – ifm electronic z novim senzorjem tlaka PNF
- *Majhno, toda oho!* – I/O-gradniki z varčevanjem prostora in lažjim ožičenjem
- *Inteligenca fluidov* – Krmiljenje gibanja za hidravlične pogone Rexroth
- *Jasna prozornost za Dampfkessel & Co.* – Detektor motnosti kot sistemski izdelek

8. Pneumatika

- *Otoki s priključkom* – Ventilski otoki kot prilagodljive sestavine pnevmatične avtomatizacije
- *Izdelovati okolju prijazno* – Zelena tovarna izdeluje z zelenimi vpenjalnimi tehnikami Tünkers
- *Vprašanje nastavljanja* – Povišanje produktivnosti z zasukom vijaka

9. Aplikacije

- *Sinergija za boljše performance* – Manjša poraba energije pri strojih za ulivanje z brizganjem

Vir:

Fluidtechnik – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik 2014 – Sonderausgabe der Zeitschrift Fluid 47(2014) – Zal.: Verlag Moderne Industrie, Justus-von-Libig-str. 1, 86899 Landsberg, BRD
tel.: +08491/125-0
faks: +08 191/125-4 44
journals@mi-verlag.de
www.mi-verlag.de



Dvostopenjski kompresorji učinkovitejši

Dvostopenjski kompresorji firme Voight prepričajo lastnike gospodarskih vozil z visoko energijsko učinkovitostjo, s pogonom, ki se redko pokvari, z manjšo težo in daljšimi intervali potrebnega vzdrževanja. Osnova teh prednosti je njihova dvostopenjska izvedba z vmesnim hlajenjem, ki zagotavlja visoko kakovost zraka in občuten prihranek goriva. Daljša življenjska doba je dodatna prednost takšnih kompresorjev, kar izkoriščajo tudi uporabniki avtobusov in tovornih vozil. Ker je med sesalno in tlačno komoro lahko še vmesna komora s hlajenjem, znižana temperatura stisnjenega zraka omogoča višje

stopnje vključenosti, celo do 85 %, in tako zviša razpoložljivost zraka ob sočasno povečani energijski učinkovitosti, saj vmesno hlajenje zagotavlja nižjo temperaturno raven kompresijskega procesa. Z delovanjem vmesnega hladilnika se zniža potrebna pogonska moč in tako se prihrani tudi gorivo.

Zaradi lahke gradnje z alumijskim ohišjem je kompresor v primerjavi s konvencionalno enostopenjsko gradnjo za sedem kilogramov lažji, kar omogoča dodatno znižanje porabe goriva. Dodatni samodejni sistem prostega teka pa še dodatno znižuje porabo goriva. V mestnih

avtobusih je poraba stisnjenega zraka posebno visoka, zato je Voightov dvostopenjski kompresor posebno učinkovit. Prihranek je lahko celo do 1 litra dizelskega goriva.

Najnovejši kompresorji generacij LP 725 in LP 490, ki so razstavljeni na zadnjem avtomobilskem sejmu, temeljijo na tehnologiji alumijskega tlačnega liva. Serijsko se že vgrajujejo v tovorna vozila Mercedes-Benz Actros, Artos in Arcos, v avtobuse Travego, Citaro in Setra in v generacijo motorjev Euro 6.

Po Fluid 47 (2014) 11–12, str. 14



EMERSON™

Process Management

ZASTOPA IN PRODAJA

ppt commerce d.o.o.

Celovška 334

1210 Ljubljana-Šentvid

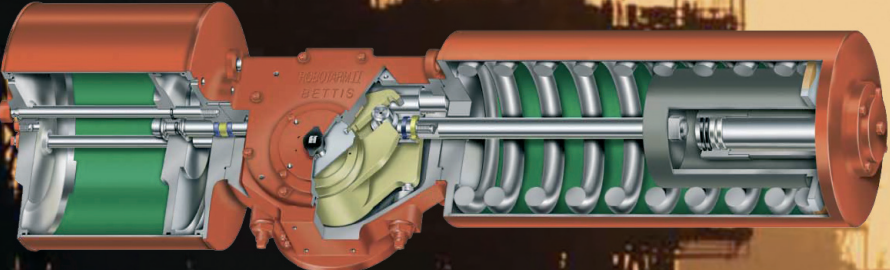
Slovenija

tel.: +386 1 514 23 54

faks: +386 1 514 23 55

e-pošta: ppt_commerce@siol.net

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






PPT Commerce – zastopanje podjetij ter projektiranje hidravličnih sistemov

Dragica NOE

Za kakovostno delovanje in vzdrževanje sistemov v vseh vejah industrije kakor tudi v kmetijstvu, geologiji in logistiki sta dober servis in oskrba s komponentami ključnega pomena. Pogovarjali smo se s podjetjem PPT Commerce, ki oskrbuje uporabnike v slovenskem prostoru s hidravličnimi in pnevmatičnimi komponentami, s komponentami za procesno tehniko različnih podjetij in jih tudi servisira. Del njihove dejavnosti pa je tudi projektiranje sistemov s komponentami matičnih firm.

Ventil: PPT Commerce je trgovsko podjetje, ki je nastalo na temelju sodelovanja s podjetjem Prva petoletka, ki je bilo pomemben proizvajalec komponent in sistemov fluidne tehnike. Lahko poveste kaj več o začetkih?

PPT Commerce: Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1993. Osnovano je bilo pravzaprav zaradi dolgo-

letnega zastopanja podjetja prva Petoletka iz Trstenika na področju hidravlike, industrijske pnevmatike, zavorne tehnike in drugih programov s področja fluidne tehnike.

»Po končanem študiju na Fakulteti za strojništvo v Zagrebu je bila moja prva zaposlitev v podjetju Rade Končar (energetsko podjetje) in prvi

projekt, pri katerem sem sodeloval, je bila obnova obločne peči v jeklarni RAVNE na Koroškem. Mehansko gnana obločna peč je bila obnovljena z novim hidravličnim sistemom. Pri tem projektu sem se spoznal z oljno in vodno hidravliko ter servo-hidravliko. Uspešno zaključenemu prvemu projektu so sledili še drugi, pri katerih smo opremili s hidravličnimi sistemi novo in obnovili še druge obločne peči. Očitno me je hidravlika zasvojila in ostal sem na tem področju. Kmalu sem začel delati kot zastopnik podjetja Prva petoletka. Delo pri podjetju Rade Končar, v Prvi petoletki in Jeklarni Ravne mi je dalo dovolj strokovnega znanja in poguma, da sem stopil na samostojno pot in ustanovil podjetje PPT Commerce, ki danes zaposluje šest ljudi,« je dejal direktor in lastnik podjetja Sava Ignjatović.

Ventil: Katera so tista področja, na katerih je podjetje dejavno danes?

PPT Commerce: Zastopamo različna podjetja s področja procesne in fluidne tehnike. Pomembne dejavnosti so svetovanje, projektiranje, dobava in servisiranje. Tako zastopamo M+S Hydraulics (počasi tekoči hidromotorji, servokrmilja, batno-aksialni motorji in črpalke ...), LINDE



Sogovorniki podjetja in strokovna ekipa

Hydraulics (batno-aksialne črpalke in motorji), MOOG (elektrohidravlični servosistemi, proporcionalni ventili, radialne batne črpalke), Parker (program hidravlike in dodatne opreme ...) in sisteme Bürkert (ventili, senzorji) za avtomatizacijo procesov, kjer so mediji voda, para, kisline, olja, goriva, kakor tudi podjetje Emerson (pogoni EL-O-Matic za avtomatizacijo industrijskih ventilov).

Več kot dvajsetletno sodelovanje z omenjenimi podjetji je zgledno tako na strokovnem in finančnem področju kakor tudi pri servisiranju dobavljenih opreme.

Ventil: Zastopate podjetje Bürkert. Prosim, predstavite podjetje in njegove najpomembnejše komponente, značilnosti in prednosti.

PPT Commerce: Podjetje Bürkert, ki je bilo ustanovljeno v Nemčiji leta 1946, je proizvajalec inteligentnih izdelkov, kot so posamezni ventili, visokotehnoški senzorji in sistemske rešitve za krmiljenje pretoka in tlaka, merjenje nivoja tekočine, merjenje temperature ter opreme za analize v procesni industriji. V kombinaciji vizije, inovacij in ogromne energije je podjetje Bürkert danes vodilno v svetu v proizvodnji krmilnih in kontrolnih sistemov za tekočine. Štirje razvojni centri zagotavljajo stalno izboljševanje izdelkov in prilagajanje potrebam in zahtevam trga. 2100 visoko usposobljenih strokovnjakov dela na področju raziskav, razvoja,



Naprava za analizo vode - Bürkert 8905

nadzora kakovosti in storitev za svetovanje, skrbi za proizvode Bürkert v smislu kakovosti, zanesljivosti in funkcionalnosti.

Ventil: V kateri industriji je vaše podjetje prisotno v slovenskem prostoru?

PPT Commerce: S programom izdelkov firme Bürkert smo prisotni v živilski industriji, proizvodnji vode, v tekstilni, papirni, kemični industriji, v industriji zdravil in v medicini. Kot primer odličnega izdelka predstavljamo modularni sistem TIP – spremljanje vseh pomembnih parametrov vode na eni platformi. To je naprava za neprekinjeno merjenje pH-vrednosti, prevodnosti, temperature, indikator za raztopljene vsebine in drugo.

Kakovost potrjuje dejstvo, da se izdelki in sistemi Bürkert uspešno uporabljajo tudi za opremo v najbolj zahtevnih primerih, kot so sateliti, vesoljski laboratoriji, jedrski reaktorji in raziskovanje morskih globin.

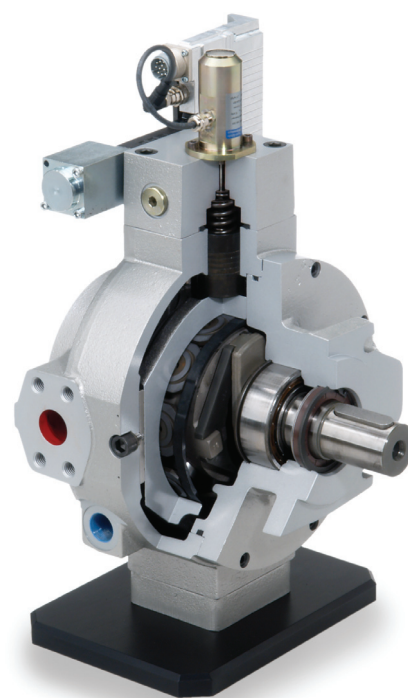
Danes s programom Bürkert dosežemo največjo rast prodaje, tudi do 50 % na leto.

Ventil: Izdelki podjetja MOOG so specifični in poznani po svoji kakovosti. Kje je vaše mesto v tem programu?

PPT Commerce: Podjetje MOOG je znano kot vodilni proizvajalec na področju servo- in proporcionalnih hidravličnih ventilov, servoelektromotorjev in po številnih specifičnih rešitvah v industrijskem okolju. Poudarek je na področju preoblikovanja kovin, predelavi plastike, energetskih sistemih, sistemih za testiranje in simulacijo in posebnih namenskih izdelkih.

MOOG je v proizvodni program dodal še radialne batne črpalke tipa RKP.

V Sloveniji izdelke MOOG najpogosteje srečamo v industriji kovin in predelavi plastike ter v termoelektrarnah (regulacija pretoka pare na turbino). Naše podjetje dobavlja



Radialne batne črpalke podjetja MOOG

rezervne dele in jih po potrebi tudi servisira. Za servis črpalk MOOG smo pooblaščen servis (šolani v tovarni MOOG), ostale ventile pa servisiramo v sodelovanju s tovarno.

Ventil: Zastopate tudi podjetje in komponente EL-O-Matic?

PPT Commerce: Podjetje EL-O-Matic razvija in izdeluje pogone za avtomatizacijo industrijskih ventilov. Proizvodni program vključuje pnevmatične in električne pogone in širok nabor nadzornih enot, kot so naprave za indikacijo položaja, magnetne ventile in regulatorje položaja za natančen nadzor in upravljanje pogonov. V bistvu se pnevmatični pogoni uporabljajo za zapiranje in odpiranje ventilov, pip in loput. Večja funkcionalnost se doseže z dodajanjem komponent za spreminjanje hitrosti odpiranja in zapiranja loput, za signalizacijo položaja in krmiljenje položaja pogona za odpiranje. Vse pogone je mogoče povezati z elektronskimi enotami za komunikacijo, s fieldbusom in drugimi digitalnimi sistemi.

Z združitvijo podjetja EL-O-Matic s skupino Emerson smo dobili do-



EL-O-Maticovi pogoni za ventile

stop do več kot tristo podjetij (med ostalim Fisher, Bettis ...), kar nam omogoča dostop do velike skupne baze podatkov o razvoju in proizvodnji izdelkov skupine Emerson.

Ventil: Katere značilnosti njihovih izdelkov pomenijo prednost pred drugimi proizvajalci?

PPT Commerce: Bistvena značilnost EL-O-Maticevih pogonov je enostavna konstrukcija, ki omogoča hitro dobavo iz zalog ter preprosto nadgradnjo krmilnih enot. Izdelki morajo

biti enostavni za montažo in morajo takoj zagotoviti brezhibno delovanje ter dolgo življenjsko dobo brez okvar. Zagotavljati morajo delovanje takoj pri prvem zagonu in pogosto v zelo težkih pogojih delovanja. Visoke temperature in korozivna okolja zahtevajo, da so pogoni izdelani iz naj-sodobnejših kakovostnih materialov.

Ventil: Kakšne so vaše izkušnje pri vgradnji EL-O-Maticovih pogonov?

PPT Commerce: Pnevmatični ak-tuatorji so uporabni pri širokem

spektru uporabnikov. Zaradi visoke in stalne kakovosti EL-O-Maticev-ve (Emerson) izdelke vgrajujemo v različnih industrijskih vejah, kjer so pogoji delovanja izredno zahtevni, npr. kemična industrija, farmacija in naftna industrija.

Pred letom smo izdelali in dobavili Naftni industriji Srbije (NIS) kroglič-ne pipe z EL-O-Maticevimi in Bettisovimi pnevmatičnimi pogoni ter ustrezno krmilno opremo. Montaža Bettisovega pogona je bila za nas nova izkušnja, predvsem zaradi ve-like mase vgrajenih komponent pri zahtevanem velikem momentu za pogon. Ta dobava nam je odprla vrata za sodelovanje pri investiciji Južni tok, žal je projekt prestavljen na druge čase.

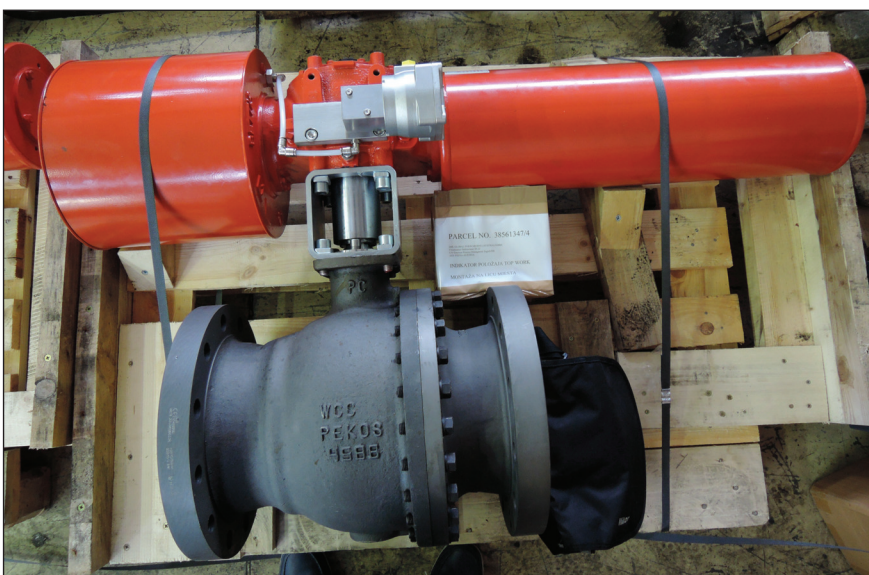
Ventil: Na katerem področju hidra-vličnih sistemov ste še dejavni, še po-sebno pri projektiranju in montaži?

PPT Commerce: Naše podjetje je tudi pooblaščen zastopnik za Lin-de Hydraulics in lahko pomaga pri izvedbi celotnega projekta pogon-skega sistema stroja od zasnove do dobave komponent ter prvega za-gona sistema. Za celoten program Linde Hydraulics nudimo tudi servis in dobavo rezervnih delov.

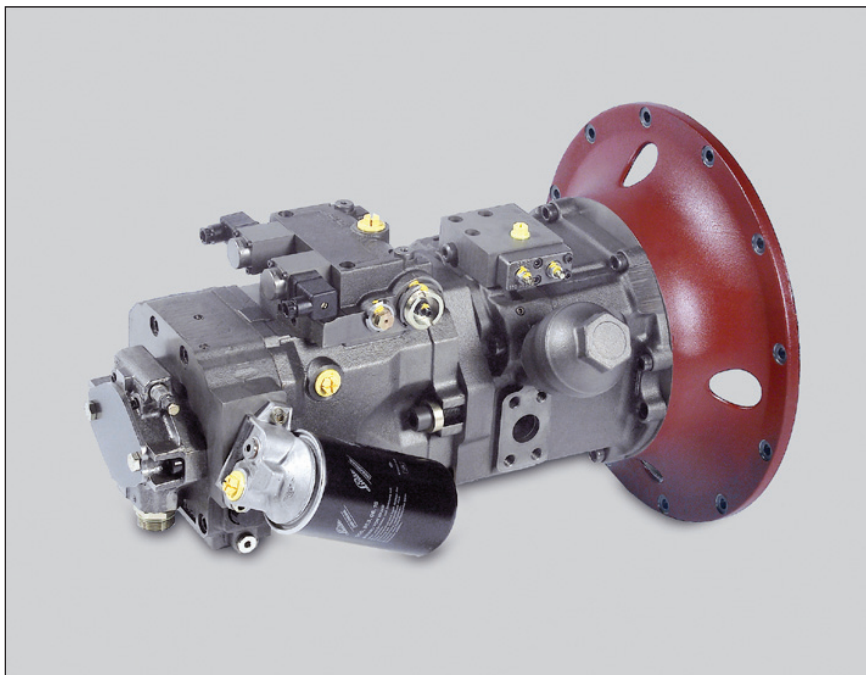
Linde Hydraulics je globalno podje-tje na področju razvoja in izdelave modularnih pogonskih sistemov, sestavljenih iz hidravlike, prenosni-kov moči in elektronike.

Kot vodilno podjetje na področju visokotlačne hidravlike je s svojimi pogonskimi sistemi postavilo nove standarde v smislu pomembnega znižanja porabe goriva in izpustov CO₂.

Proizvodni program podjetja Linde Hydraulics obsega visokotlačne hi-dravlične batne črpalke in motorje, hidravlične ventile, elektronske kr-milnike, rotacijske pogone in elek-tromotorje. Pogonski sistemi Linde Hydraulics so najpogostejše vgrajeni v mobilnih strojih, povečuje pa se tudi njihova uporaba v industrijskih postrojenjih.



Pogon BETTIS montiran na krogelni ventil (pripravljen za dobavo v naftno industrijo)



Visokotlačna batna črpalka LINDE

V svojem prodajnem programu in oskrbi uporabnikov ima naše podjetje še komponente podjetja M + S Hydraulic (Bolgarija), ki je vodilni proizvajalec hidravličnih motorjev in dodatnih elementov za krmiljenje v Evropi. Pokrivajo približno 70 % evropskega trga. Razen hidromotorjev imajo v programu servokrmilja (mobilna hidravlika), v bližnji preteklosti pa so razvili program batno-aksialnih črpalk in hidromotorjev. Njihove izdelke odlikujejo

izjemno visoka kakovost in izredno sprejemljive cene. S komponentami M + S Hydraulic pokrivamo področje kmetijske mehanizacije, komunale in lesne industrije za prvo vgradnjo in kasnejši servis.

Tako kot sestavljamo komponente Emerson v celovite delovne enote, smo poznani tudi po montaži različnih hidravličnih črpalk. Na zalogi jih imamo v izvedbi KIT in jih sestavljamo po zahtevah naročnikov.

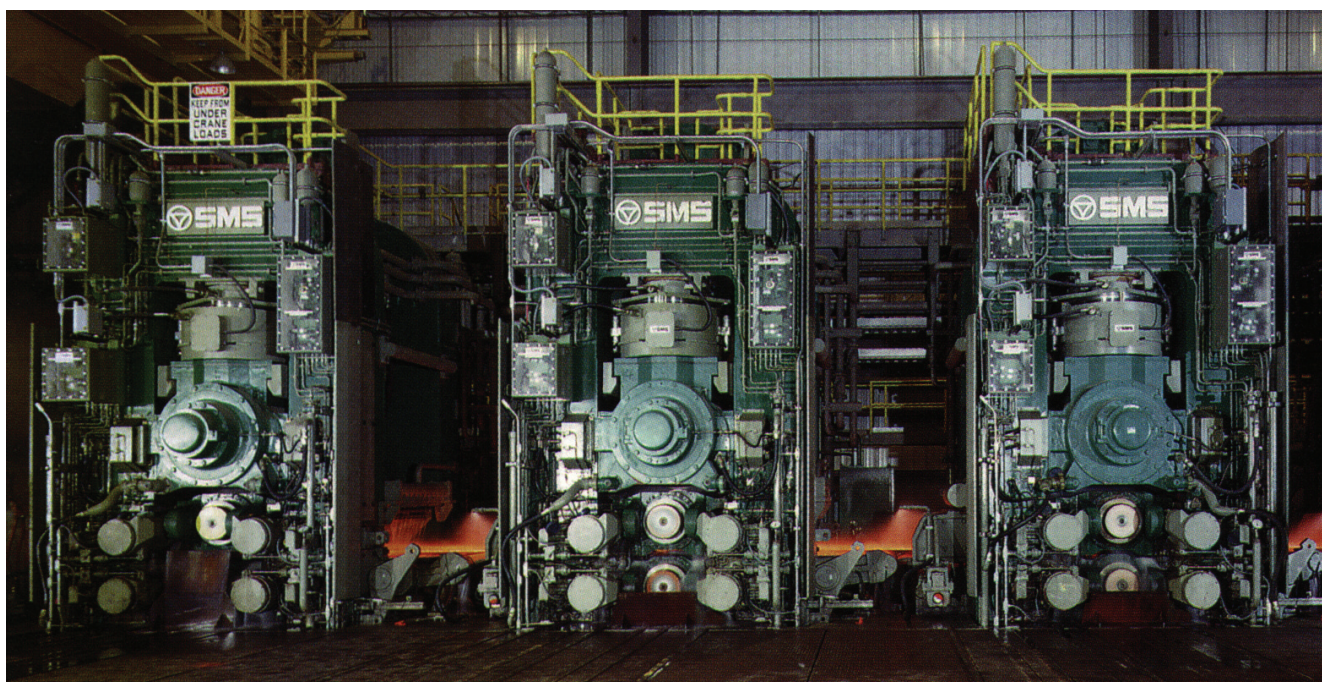
Ventil: Načrti za prihodnost?

PPT Commerce: Servis, proizvodnja, projektiranje in trgovina zahtevajo ustrezen poslovni prostor. Upam, da bomo uspeli najti rešitev za razširitev v čim krajšem času. Pri svojem delu želimo zadovoljiti svoje naročnike tako s kakovostno in hitro dobavo komponent kot tudi s servisom. V prihodnosti bi se radi še bolj usmerili v reševanje celovitih projektnih nalog na področju, ki ga že sedaj obvladujemo. V program dela pa bi radi vključili še proizvodnjo kompletnih enot s področij hidravlike in procesne tehnike.

Smo majhno podjetje, ki je nekoliko bolj konzervativno, kar pomeni, da vse obveznosti redno plačujemo, nimamo dolgov niti do dobaviteljev niti do bank, imamo izredno visoko boniteto in tako bi želeli poslovati tudi v prihodnosti.

Ventil: V imenu uredništva in bralcev hvala za pogovor ter uspešno delo še naprej.

Izr. prof. dr. Dragica Noe
UL, FS – uredništvo revije Ventil



Preše za avtomobilsko industrijo, opremljene z MOOG hidravliko

Diagnosticiranje napak hidravličnega motorja

Franc MAJDIČ, Jakob PINTAR

Izvleček: Hidravlični stroji in naprave se uporabljajo skoraj v vseh vejah tehnike. Ena od široko uporabljenih hidravličnih sestavin so hidravlični motorji, med drugimi tudi zobniški, tipa gerotor. Prispevek predstavlja odkrivanje napak na hidravličnem motorju s pomočjo precizne merilne opreme. Na del drsne površine rotorja hidravličnega motorja je bila namenoma vnesena napaka. Z natančnim inkrementalnim magnetnim kotnim dajalnikom smo to napako zaznali in dokazali, da je mogoče zgodnje odkrivanje napak s pomočjo tovrstne merilne opreme.

Ključne besede: mobilna hidravlika, hidravlični motor, meritve, diagnostika, inkrementalni kotni dajalnik

1 Uvod

Hidravlični sistemi se uporabljajo za krmiljenje in prenos energije na različnih področjih, od raznovrstne industrije, avtomobilizma, gradbene mehanizacije, kmetijske mehanizacije, ladjedelništva do letalstva itd. V splošnem hidravlični pogonsko-krmilni sistemi izvajajo kontroliran prenos hidravlične energije v linearna in rotacijska gibanja. Linearna gibanja izvajamo s hidravličnimi valji, rotacijska pa z zasučnimi valji in s hidravličnimi motorji. Obstaja več konstrukcijskih izvedb hidravličnih motorjev, in sicer, batne, lamelne in zobniške. Med zobniške izvedbe sodi tudi izvedba gerotor [1, 2]. Prednost omenjenih hidravličnih motorjev gerotor je v veliki iztisnini glede na njihovo velikost, v visokem vrtilnem momentu, majhnem številu sestavnih delov in razmeroma nizki ceni. To so bili razlogi, ki so Laboratorij za fluidno tehniko sodelujočega industrijskega partnerja (KGL d. o. o.) vodili k odločitvi za razvoj in serijsko izdelavo [3].

Med razvojem hidravličnega motorja tipa gerotor smo se pogosto

srečevali z obrabo drsnih površin in z različnimi okvarami. Za določitev okvar in obrab je bilo treba hidravlični motor večkrat razstaviti in vizualno pregledati, kar pa je bilo časovno zelo potratno. Iz omenjenega razloga smo se odločili, da zgradimo preizkuševališče, ki bo merilo karakteristike hidravličnega motorja v odvisnosti od kota zasuka med delovanjem v obremenjenem stanju. Primernost novega preizkuševališča in njegove merilne verige smo preverili z namensko vneseno napako. Na vrh drsne površine enega izmed devetih zob rotorja smo zarezali kanal in z meritvami preverili vpliv te poškodbe na delovne parametre hidravličnega motorja.

2 Testirani hidravlični motor

Glavna prednost hidravličnih motorjev tipa gerotor je torej v velikih navorih pri nizkih vrtiljajih pogonske gredi. V mobilni hidravliki so take potrebe pri kolesnih pogonih, prenosnikih rotacijskega gibanja, gozdarskih dvigalih, gozdarskih kleščah, mešalnikih betona ipd.

Testirani hidravlični motor (sl. 1) ima naslednje glavne sestavne dele: gred, rotor, rotorjev obroč, ohišje, ventilsko in pritrisno ploščo, krožnikasto vzmet, dva tlačno omejitelna

ventila, statična in dinamična visokotlačna rotacijska tesnila ter dva aksialno radialna ležaja. Rotor se centrično vrti na dveh ležajih, medtem ko rotorjev obroč le oscilira med zobmi rotorja in ohišja.

Rotacija gredi hidravličnega motorja in navor na gredi nastaneta zaradi dveh dejavnikov. Prvi, manj vpliven, je v razliki površin, ki v prid smeri vrtenja prinese le 5 % od celotnega navora motorja. Glavni izvor rotacije in navora na gredi hidravličnega motorja pa je v odtrivanju rotorja od rotorjevega obroča zaradi sočasnega delovanja tlaka v treh tlačnih komorah. Posledica odtrivanja je kotaljenje rotorja po rotorjevem obroču. Navor, ki je posledica odtrivanja rotorja od rotorjevega obroča, izračunamo po enačbi (1) [4].

$$M = \left(\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot r_{R \max}}{z} \right) \cdot b \cdot p \right) \cdot (\cos \alpha + \cos \beta + \cos \gamma) \cdot \left(\left(r_{R \max} - \frac{2h}{3} \right) \cdot 0,001 \right) \quad (1)$$

V enačbi (1) za računsko izbrani položaj rotorja proti obroču rotorja veljajo vrednosti:

kot $\alpha = 48^\circ$; kot $\beta = 10^\circ$; kot $\gamma = 25^\circ$;
 $r_{R \max}$ je največji polmer rotorja [mm];
 h je višina zoba rotorja [mm]; b je ši-

Doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Jakob Pintar, dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

rina rotorja [mm] in p je tlak [MPa]. Opisani parametri so že bili natančneje pojasnjeni v prispevku [4].

Kot je znano, nižanje volumetričnega izkoristka ne vpliva na navor hidravličnega motorja. Upošteva se to dejstvo, smo namensko vnesli poškodbo na vrh zoba rotorja (sl. 5). To je mesto, kjer je »kovinsko tesnjenje« med rotorjem in njegovim obročem, tu je le nekaj mikrometerske reže. Ta minimalna višina reže predstavlja tesnjenje med komorami z na eni strani visokim in na drugi strani nizkim tlakom znotraj hidravličnega motorja. Natančno smo merili parametre v odvisnosti od zasuka gredi in posledično njene kotne hitrosti. Iztisnino hidravličnega motorja izračunamo po enačbi (2) [2]. Povprečni oziroma konstantni, a dejansko pulzirajoči iztok hidravlične kapljevine iz motorja pa izračunamo po znani številski enačbi (3).

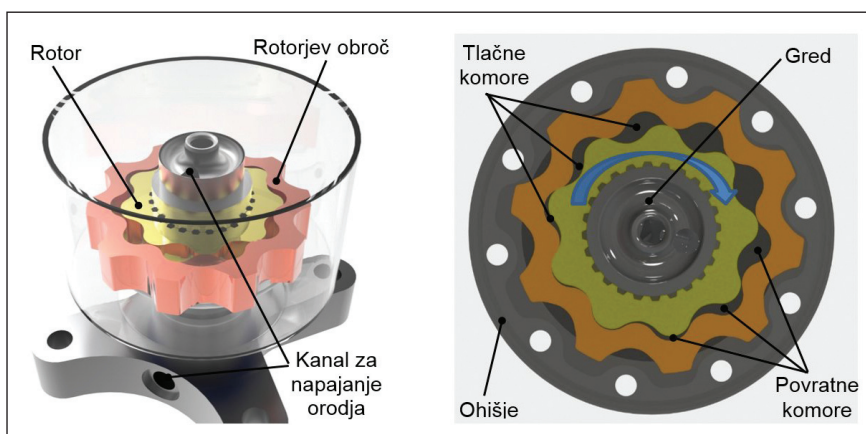
$$q_{HM} = e \cdot b \cdot d_2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \left(1 - \frac{1}{8 \cdot z_2}\right) \cdot z_2 \quad (2)$$

V enačbi (2) je q_{HM} [m³/vrt.] iztisnina hidravličnega motorja, e [m] višina zoba rotorja (od kinematičnega radija do vrha zoba), b [m] debelina rotorja, d_2 [m] kinematični premer rotorja in z_2 [m] število zob rotorja.

$$Q_{HM} = \frac{q_{HM} \cdot n_{HM} \cdot \eta_{vol, HM}}{1000} \quad (3)$$

V enačbi (3) je Q_{HM} [l/min] iztočna količina hidravlične kapljevine iz hidravličnega motorja v povratni vod, q_{HM} [cm³/vrt.] iztisnina hidravličnega motorja, n_{HM} [vrt./min] vrtilna frekvenca pogonske gredi hidravličnega motorja in $\eta_{vol, HM}$ [/] volumetrični izkoristek.

Hidravlični motor deluje tako, da dovedemo hidravlično kapljevino sočasno v tri tlačne komore med rotor in rotorjev obroč (slika 1). Na drugi strani kotalnega stika rotorja v rotorjevem obroču pa se olje po treh povratnih komorah umika ven iz hidravličnega motorja. Omenjene komore se med rotacijo neprestano premikajo po obodu. Ko se ena tlačna komora zapre, se

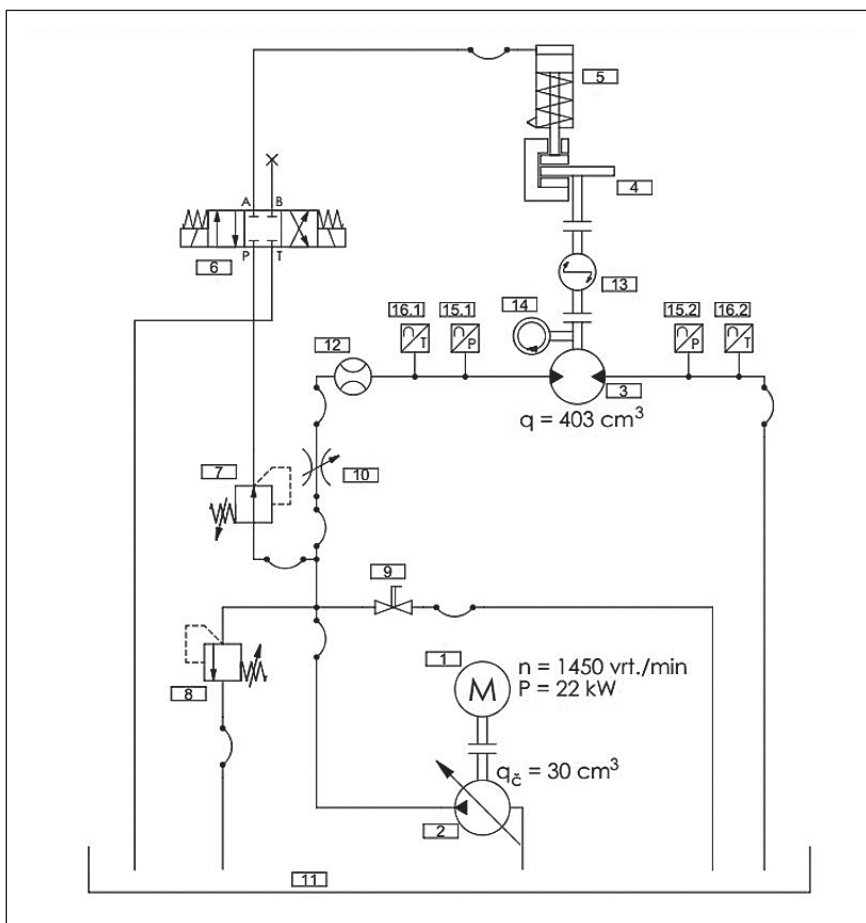


Slika 1. Glavni sestavni deli testiranega hidravličnega motorja

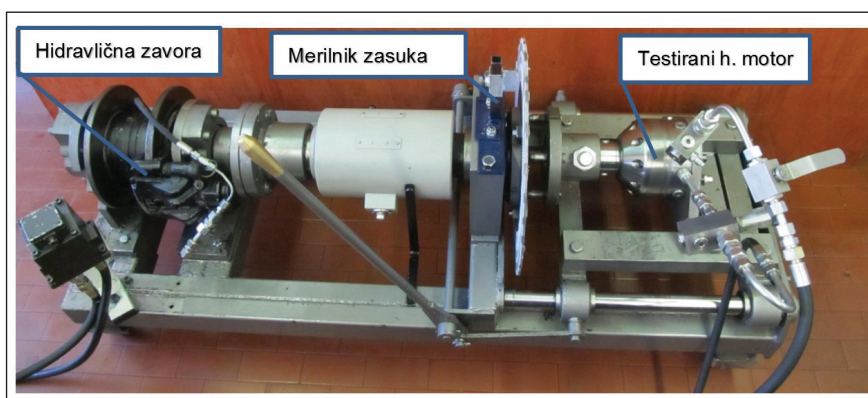
odpre nova. Prav tako je s povratnimi komorami. Za opisano premikanje tlačnih in povratnih komor po obodu pri rotirajočem rotorju skrbi ustrezno zasnovana ventilska plošča z izmeničnimi, to je tlačnimi in povratnimi izvrtinami.

Ključ do funkcionalnega delovanja hidravličnega motorja se torej skriva v pravilnem odpiranju in zapiranju rež, za kar skrbita rotor

in ventilska plošča. V enem obratu rotorja in posledično gredi hidravličnega motorja se reže tlačnih izvrtin tridesetkrat sinhrono odprejo in tridesetkrat zaprejo »po zaslugi« desetih lukenj v ventilski plošči. Enako je tudi z režami povratnih izvrtin. Zelo pomembno je, da so tlačne komore dobro tesnjene, saj to vpliva na volumetrični izkoristek motorja in posledično na vrtilno frekvenco gredi.



Slika 2. Hidravlična shema preizkuševališča za merjenje karakteristik hidravličnega motorja



Slika 3. Preizkuševališče za merjenje karakteristik hidravličnega motorja

Tehnični podatki testiranega hidravličnega motorja [3]:

- iztisnina: 403 cm³/vrt,
- najvišja dopustna tlačna razlika med vstopnim in izstopnim priključkom: 300 bar,
- dopustno število vrtljajev gredi: od 0,5 do 30 vrt./min,
- navor: do 1200 Nm pri tlačni razliki 300 bar.

■ 3 Merjenje karakteristik hidravličnega motorja

3.1 Zgradba preizkuševališča

Hidravlična shema preizkuševališča je prikazana na *sliki 2*. Za krmiljenje preizkuševališča in zajemanje izmerjenih podatkov z zaznaval (poz. 12, 13, 14, 15 in 16) smo uporabili nadzorno-merilni sistem CRIO podjetja National Instruments. Elektromotor (poz. 1) poganja črpalko s spremenljivo iztisnino (poz.

2). V črpalko vteka hidravlično olje ISO VG 46 iz 200-litrskega rezervoarja (poz. 11). Črpalka olje tlačí v tlačni vod po tokovnem ventilu (poz. 10), zaznavala pretoka (poz. 12) in temperaturnem (poz. 16.1) ter tlačnem (poz. 15.1) zaznavalu do testiranega hidravličnega motorja (poz. 3). Olje se iz testiranega hidravličnega motorja vrača mimo tlačnega (poz. 15.2) in temperaturnega (poz. 16.2) zaznavala po ceveh nazaj v rezervoar. Dopustni sistemski tlak je nastavljen s tlačnim omejitelnim ventilom (poz. 8). Rotacijska obremenitev hidravličnega motorja je zagotovljena s hidravlično zavoro (poz. 4 in poz. 5). Tlak zaviranja in posledično zaviralni navor se nastavi s tlačnim reducirnim ventilom (poz. 7). Zavora se vklopi, izklopi in razbremeni z elektromagnetnim monostabilnim 4/3 potnim ventilom (poz. 6). Položaj gredi merimo z inkrementalnim kotnim dajalnikom (poz. 14), navor pa z zaznavalom navora (poz. 13). Tlačno raz-

bremenitev pri zagonu zagotovimo s krogelnim ventilom (poz. 9).

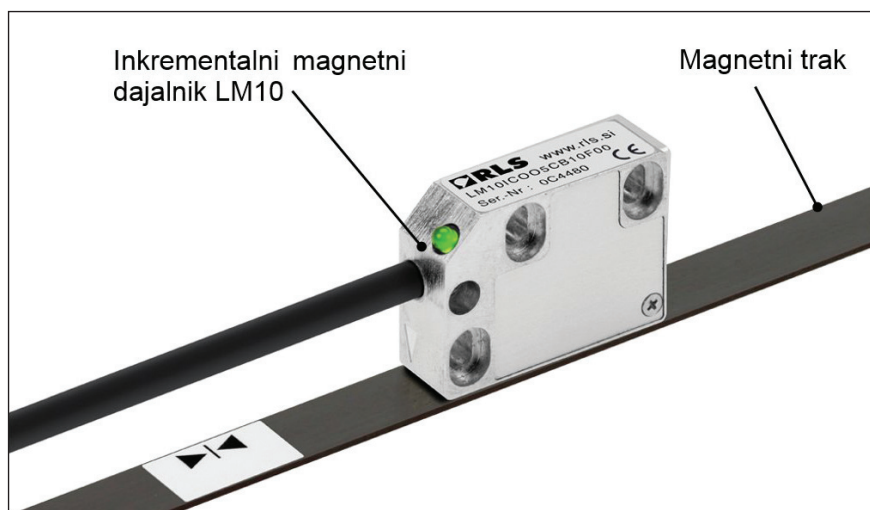
Glavni del preizkuševališča je prikazan na *sliki 3*, kjer so vidni testirani hidravlični motor (sl. 2, poz. 3), nastavljiva hidravlična zavora (sl. 2, poz. 4, 5, 6 in 7) ter zaznavala (sl. 2, poz. 12, 13, 14, 15 in 16). Hidravlični motor je povezan z zavoro, ki predstavlja rotacijsko obremenitev hidravličnega motorja. Zaznavala so vgrajena na mestih pred vstopom in po izstopu hidravlične kapljavine iz hidravličnega motorja. Tako je mogoče jasno določiti vplivne parametre hidravličnega motorja med delovanjem.

Za zajem podatkov iz zaznaval smo uporabili strojno in programsko opremo proizvajalca National Instruments. S to opremo zajemamo podatke do 20 kHz in več. Zaradi visoke frekvence zajemanja smo v glavnem izbrali zaznavala z analognim izhodnim signalom. Za razliko od zaznaval z digitalnim izhodnim signalom pa je hitrost zajemanja podatkov omejena, saj so ti podatki v diskretni obliki (0–1).

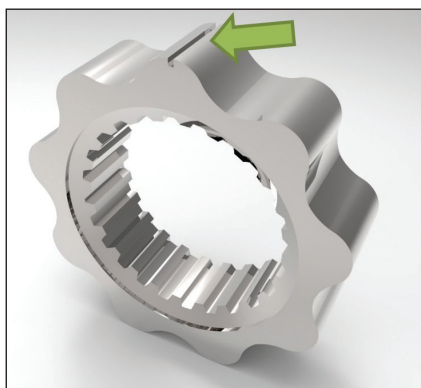
Pri merilniku kota zasuka smo imeli na voljo samo digitalna zaznavala. Zato smo izbrali merilnik, ki je primeren za takšne hitrosti zajemanja podatkov. Izbrali smo inkrementalno linearno magnetno zaznavalo LM10 proizvajalca RLS [5]. To zaznavalo kotnega zasuka je sestavljeno iz inkrementalnega magnetnega dajalnika in magnetnega traku. Dajalnik mora biti vpet na nepremično mesto, magnetni trak, sklenjen v krog, pa se namesti na mesto, kjer želimo meriti kot zasuka gredi. Dajalnik nato v neposredni bližini magnetnega traku bere njegovo pozicijo in vrtilno hitrost. V našem primeru je magnetni trak nameščen na valj premera 350 mm, trak ima resolucijo 5 µm, največja dopustna hitrost vrtenja pa je 120 vrt./min.

3.2 Postopek prepoznavanja napak

Za preizkus delovanja opisanega preizkuševališča hidravličnih motorjev smo na drsno površino ro-



Slika 4. Inkrementalno linearno magnetno zaznavalo LM10 – RLS [3]

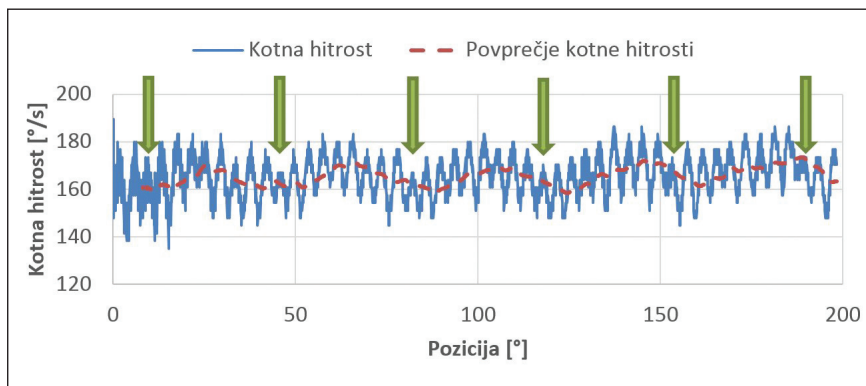


Slika 5. Namensko vnesena poškodba (zareza) rotorja

torja vnesli znano napako – vrh enega izmed zob smo zarezali po širini rotorja. Tako smo dobili hidravlični motor z napako, saj smo z zarezo umetno povečali notranje puščanje med dvema komorama in poslabšali volumetrični izkoristek. Nato smo izmerili karakteristike delovanja motorja z znano poškodbo na rotorju.

■ 4 Rezultati meritev karakteristik z napako

Povečanje notranjega puščanja zaradi namenske poškodbe rotorja se najbolj odraža na kotni hitrosti obremenjene gredi hidravličnega motorja. Tako kot pri večini hidravličnih motorjev je tudi za obravnavane motorje gerotor značilno, da kotna hitrost neprestano enakomerno niha. Iz meritev pri kotni hitrosti 28 vrt./min (sl. 6) je razvidno, da je nihanje povprečne kotne hitrosti ponovljivo. Vsak izmerjen vrh kotne hitrosti predstavlja posame-



Slika 6. Izmerjena kotna hitrost gredi hidravličnega motorja s poškodbo na enem zobu rotorja

zen rotorjev zob. Ob natančnejšem pogledu na rezultate meritev (sl. 6) pa ugotovimo, da je vsak deveti vrh pri kotni hitrosti najmanjši. Na *sliki 6* so s puščicami označeni nižji vrhovi kotnih hitrosti, ki predstavljajo namenoma poškodovano drsno površino na enem izmed devetih vrhov zob rotorja. To pomeni, da je v tistih pozicijah hidravlična kapljevina bolj puščala iz ene v drugo komoro, kar ima za posledico nižjo kotno hitrost.

■ 5 Zaključek

Zasnovali in izdelali smo kompleksno hidravlično preizkuševališče za določitev karakteristik hidravličnih motorjev. Z ustrezno merilno opremo je mogoče diagnosticirati morebitne napake in jih odkriti še v zgodnji fazi nastanka. V prispevku prikazujemo uspešno uporabo natančnega merilnika zasuka gredi. Ta nam lahko točno locira napako znotraj hidravličnega motorja. Tak pristop vodi h kvalitetnejšemu napo-

vednemu vzdrževanju, ki zmanjšuje število rezervnih delov v skladišču. Glavni namen takega vzdrževanja pa so, poleg zanesljivega delovanja, predvsem nižji stroški obratovanja.

Literatura

- [1] Pezdirnik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, 2011.
- [2] Ivantysyn, J., Ivantysynova, M.: Hydrostatic pumps and motors: Principles, Design, Performance, Modelling, Analysis, Control and Testing; Akademia Books International, 2001.
- [3] KGL, Kataloški list hidravličnega rotatorja Modularis drive 5 t, Litija, 2013.
- [4] Majdič, F., Voje, R., Ljoki, A.: Nov hidravlični rotator »modularis drive« nosilnosti 5 in 10 ton, Ventil, vol. 19, 2013.
- [5] RLS, Kataloški list LM10 Linear Magnetic Encoder, dostopno na: <http://www.rls.si/lm10-linear-magnetic-encoder-system>.

Error Diagnostics of Hydraulic Motor

Abstract: Presence of hydraulic devices and machines are almost in all branches of technics. One of wide use hydraulic components are hydraulic motors, also gear type gerotor. Article presents fault diagnostics on hydraulic motor with precise measuring equipment. The one part of hydraulic motor rotor sliding surface has been intentional damaged. Error on the rotor was detected with precision incremental magnetic encoder. It has been proven that the early detection of faults on the hydraulic motor is possible with an angular encoder.

Key words: Mobile hydraulics, Hydraulic motor, Measurements, Diagnostics, Incremental angle sensor

Zahvala

Avtorja se zahvaljujeva podjetju RLS Merilna tehnika, d. o. o. za donacijo inkrementalnega linearnega magnetnega zaznavala LM10.

Metoda za spremljanje kakovosti izdelka v proizvodnji papirja

Tom BAJCAR, Andrej ŠINKOVEC, Aleš MALNERŠIČ,
Brane ŠIROK, Lovrenc NOVAK

Izvleček: Predstavljena je vizualizacijska računalniško podprta metoda za spremljanje kakovosti papirja med njegovo proizvodnjo. Metoda temelji na obdelavi posnetkov papirne mase pred vstopom v sušilnik in papirja po izstopu iz njega. Vlaknasta struktura papirja je bila spremljana v izbranih opazovalnih oknih z velikostjo, ki se je prilagajala hitrosti potovanja papirja skozi stroj. Obdelava posnetkov je bila izvedena s pomočjo osnovnih statističnih metod, kar omogoča hitro odzivnost opazovalnega sistema. Prikazana metoda je sposobna zaznati anomalije v papirni masi in papirju po časovnih vrstah povprečnih jakosti sivin v opazovalnih oknih. S prikazanimi relacijami je omogočeno tudi ugotavljanje primernosti vstopne papirne mase za doseganje želene gramature končnega proizvoda. Razvoj metode se kaže v smeri prilagajanja velikosti opazovalnih oken, optimiranja napovedi pri nizkih gramaturah in določevanja tolerančnih meja znotraj posamezne gramature.

Ključne besede: papir, vizualizacija, nadzor kakovosti

■ 1 Uvod

Papir predstavlja pomemben proizvod za različne uporabe v industriji ali človekovem vsakdanu, od embalirnega sredstva, pisarniškega materiala do osebne higiene, zato ne kaže, da se bodo potrebe po papirju zmanjšale. Zaradi velikih potreb, pa tudi zaradi porabe surovin in energije, ki so značilne za proizvodnjo papirja, je potrebna nenehna optimizacija procesa. Slednje vpliva ne le na zmanjšanje stroškov in povečano kakovost izdelka, pač pa tudi na zmanjševanje neugodnih vplivov na okolje.

V zvezi s tem se je v zadnjih dveh desetletjih pojavilo kar nekaj metod,

ki služijo spremljanju celotnega procesa proizvodnje papirja v zvezi z odkrivanjem mehanskih napak (npr. trganje papirnega filma [1]) ali pa spremljanju kvalitete papirja. V zvezi s slednjim je bilo izdelanih nekaj študij in patentov, ki so se usmerile predvsem na brezdotične optične računalniško podprte metode spremljanja vlaknaste strukture papirja med proizvodnjo z uporabo nevronske mreže [2], frekvenčne [3] ali frekvenčno-časovne [4,5] analize ali multivariacijske slikovne analize posnetkov papirja [6]. Navedene metode omogočajo spremljanje vrste parametrov papirja, ki vplivajo na njegovo kakovost, med drugim tudi na obliko anomalij in usmerjenost vlaken v papirju. Težava teh metod je v kompleksnih algoritmi, ki zahtevajo obsežnejše izračune in otežujejo spremljanje procesa v realnem času.

Pri proizvodnji papirja je pogosto pomembna hitra odzivnost pri iskanju napak (anomalij), hkrati pa je marsikateri parameter ali podatek, ki ga posredujejo kompleksne metode, manj pomemben v določenem segmentu procesa.

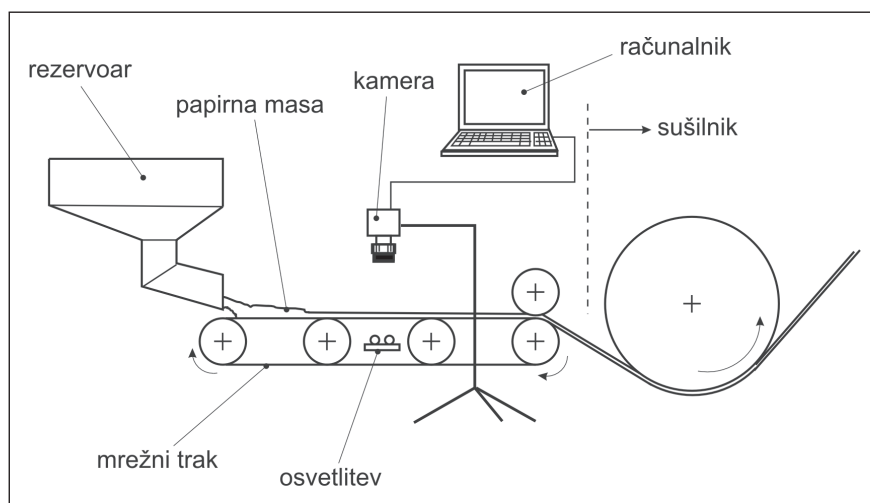
Namen tega članka je v iskanju osnovnih relacij, ki omogočajo ugotavljanje kakovosti papirja. Predstavljena je računalniško podprta optična metoda, namenjena spremljanju ključnih informacij o trenutnem stanju v procesu proizvodnje papirja, pri čemer je poudarek predvsem na robustnosti uporabljene opreme in hitri odzivnosti sistema.

■ 2 Eksperimentalni del

Eksperiment je bil izveden na Inštitutu za celulozo in papir v Ljubljani na stroju za proizvodnjo papirja, in sicer s pomočjo snemanja plasti (filma) papirne mase pred vstopom v sušilnik stroja in nato suhega papirja po izstopu iz sušilnika. Slika 1 prikazuje shemo eksperimentalne proge. Papirna masa iz rezervoarja prehaja na mrežni trak, kjer se razporedi s periodičnimi prečnimi nihanji traku. Od tu potuje naprej skozi sušilnik, iz njega izstopi kot trak suhega papirja.

Za snemanje je bila uporabljena digitalna videokamera Fastec

Doc. dr. Tom Bajcar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; Andrej Šinkovec, univ. dipl. inž., Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana; Aleš Malneršič, univ. dipl. inž., prof. dr. Brane Širok, univ. dipl. inž., dr. Lovrenc Novak, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Shema eksperimentalne proge (postavitev kamere pred sušilnikom)

HiSpec 4, ki omogoča snemanje črno-belih slik in se krmili s pomočjo osebnega računalnika. Frekvenca zajemanja slik je bila nastavljena na 300 slik/s. Osvetlitev je bila izvedena s pomočjo štirih vrst tračnih LED-diod, ki so bile pritrjene na letev, ta pa je bila položena pod premični mrežni trak (pred vstopom v sušilnik) ali pod plast papirja (na izstopu iz sušilnika) pravokotno na smer premikanja papirne mase ali papirja. Svetloba je bila dovolj močna, da je presvetljevala papirno maso in papir ter s tem omogočila opazovanje in snemanje vlaknaste strukture.

Pri eksperimentu so bile uporabljene tri različne vrste papirne mase, ki so se razlikovale po gostoti (t. i. gramaturi) končnega proizvoda – papirja. Končni proizvod, ki je izhajal iz sušilnika, je imel glede na posamezno uporabljeno papirno maso gramaturo 50 g/m², 110 g/m² ali 210 g/m².

Posnetih je bilo 6 zaporedij (sekvenc) posnetkov, in sicer za vsako gramaturo na vstopu in izstopu iz sušilnika. Posamezna sekvenca je vsebovala 500 posnetkov. Na sliki 2 so prikazani tipični posnetki strukture papirja ali papirne mase pred vstopom v sušilnik in na izstopu iz njega. Vlaknasta struktura se na posnetkih lahko razbere po sivih območjih različne jakosti. Jakost sivine ima lahko 256 stopenj, in sicer od nič (črna) do 255 (bela). Če privzamemo, da se ho-

mogenost vlaknaste strukture na sliki 2 kaže v enovitosti (enakomernosti) lokalnih jakosti svin in s tem prosojnosti na posameznem posnetku, je opazno, da se homogenost vlaknaste strukture papirne mase veča s povečevanjem gramature papirja. Še bolj je to opazno v končnem produktu – papirju, ki izstopa iz sušilnika.

Za vsako zaporedje (serijo) posnetkov so bili izbrani segmenti kvadratne oblike (opazovalna okna), v katerih se je spremljalo spreminjanje vrednosti sivine med trajanjem celotnega zaporedja. Zaradi spreminjajoče se intenzitete osvetlitve po celotnem posnetku posameznega zaporedja so bila izbrana tri opazovalna okna: na sredini posnetka in na skrajnih mejah v prečni smeri posnetka (slika 3). Velikost posameznega opazovalnega okna je bila izbrana tako, da je njegova izmera v smeri premikanja papirne mase ali papirja ustrezala premiku, ki ga papirna masa ali papir opravi med dvema zaporednima posnetkoma. Na ta način so bile zajete vse spremembe v svinah na izbranem mestu na posnetkih, nastale med zajemanjem sekvence posnetkov. Po drugi strani pa se dobljena informacija s posnetkov ni nikoli ponavljala. Z izbiro več oken na isti sekvenci posnetkov (vzorcu) in povprečenjem rezultatov med njimi se je poskušalo nadomestiti tudi ponavljanje snemanja pri različnih vzorcih iste gramature, saj je kamera omogočala le okoli 2 s

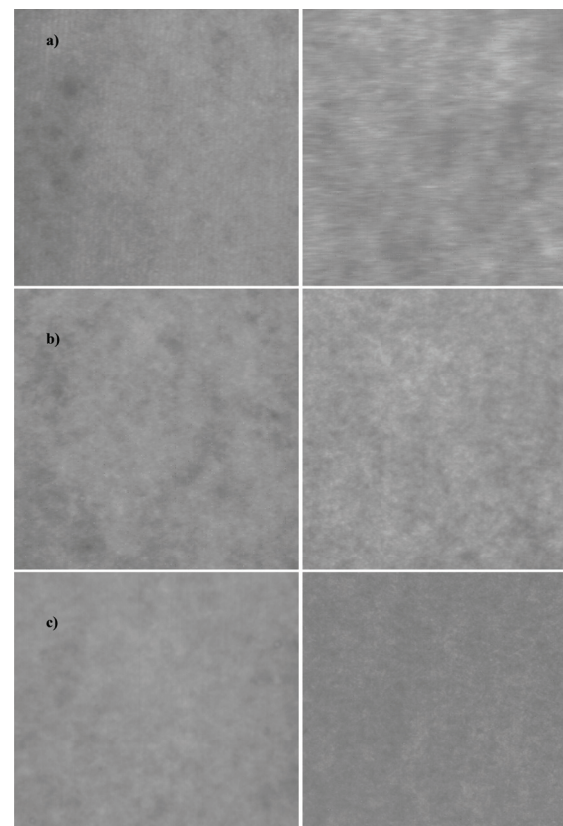
snemalnega časa na sekvenco.

Vrednosti sivine v vsakem opazovalnem oknu so bile statistično obdelane. Posamezno opazovalno okno je zajemalo več slikovnih točk, v vsaki točki pa se je lahko določila vrednost sivine. Srednja vrednost jakosti sivine A v opazovalnem oknu na posameznem posnetku se določi v skladu z naslednjo enačbo [7]:

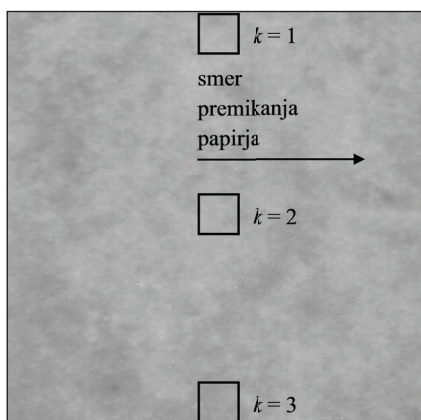
$$A(k, t) = \sum_l \sum_m E(l, m) \quad (1)$$

kjer je k označba opazovalnega okna na posameznem posnetku (središčno ali skrajni okni), t pa označuje posnetek v sekvenci. E označuje jakost sivine v posamezni slikovni točki, l in m pa sta koordinati položaja posamezne slikovne točke v opazovalnem oknu k .

Ker je že s posnetkov na sliki 2 razvidna razlika v prosojnosti strukture glede na gramaturo papirja, je bila



Slika 2. Struktura papirne mase (levo) in papirja (desno):
vrsta a – gramatura 50 g/m²,
vrsta b – gramatura 110 g/m²,
vrsta c – gramatura 210 g/m²



Slika 3. Postavitev opazovalnih oken

kot cenilka uporabljena tudi standardna deviacija jakosti sivine s v posameznem opazovalnem oknu čez celotno sekvenco posnetkov [8]:

$$s(k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (A(k,t) - \overline{A(k)})^2} \quad (2)$$

$$\overline{A(k)} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A(k,t), \quad (3)$$

kjer je n število posnetkov v sekvenci, $\overline{A(k)}$ pa je srednja vrednost jakosti sivine v k -tem opazovalnem oknu za celotno sekvenco posnetkov.

3 Rezultati

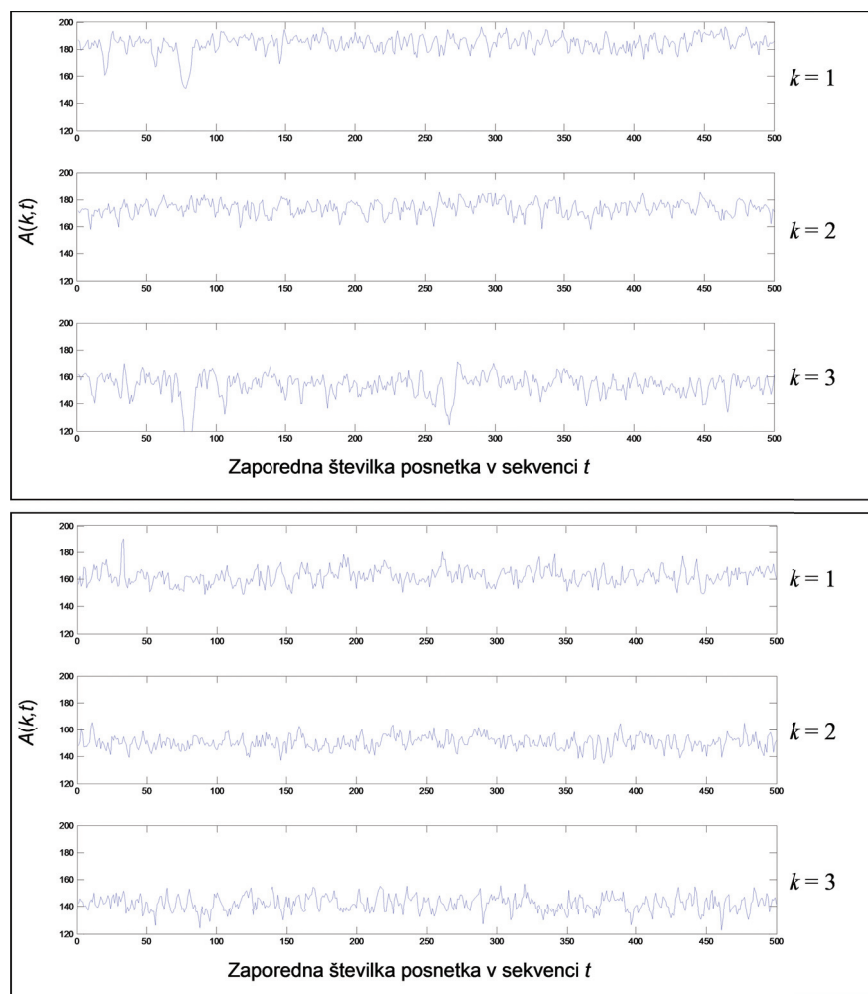
Slika 4 prikazuje časovne vrste srednjih vrednosti jakosti sivine $A(k,t)$ pri sekvenci posnetkov gramature 110 g/m^2 pred vstopom v sušilnik in po izstopu iz njega. S slike 4 je razvidno, da se srednja vrednost sivine v sekvenci med posameznimi okni nekoliko spreminja, kar je posledica predvsem nekoliko neenakomerne osvetlitve prečno na glavno smer premikanja papirne mase in papirja. Signali med opazovalnimi okni so si sicer precej podobni, prav tako so si podobni odzivi pred sušilnikom in po njem, pri čemer so amplitude nihanja srednje vrednosti sivine posameznega posnetka nekoliko nižje v slednjem primeru. Močnejši skoki v jakosti sivine običajno pomenijo prisotnost neželenih vključkov ali anomalij v papirni masi. Tako je npr. pred sušilnikom na sliki 4 opazen pojav anomalije v opazovalnih oknih $k = 1$ in $k = 3$

na posnetkih 70–90, kjer se srednja vrednost jakosti sivine občutno zniža, v oknu $k = 2$ pa ne; anomaliji v obliki temnih lis, kot sta z belima puščicama označeni na sliki 5, sta se pojavili le na skrajnih delih posnetkov. Podobna anomalija se pojavi tudi npr. v oknu $k = 3$ na posnetkih 255–275 pred sušilnikom (slika 4).

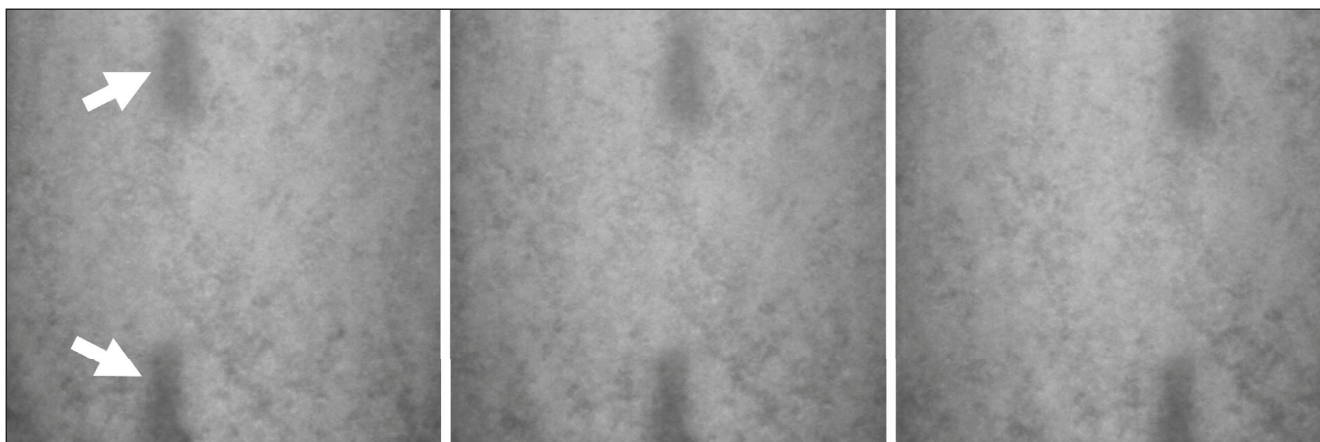
Razlika v časovnih vrstah jakosti sivin v opazovalnih oknih med različnimi gramaturami je opazna na sliki 6, kjer je prikazana primerjava med gramaturama 50 g/m^2 in 210 g/m^2 po izstopu iz sušilnika. Glede na velikost amplitud nihanja srednje vrednosti jakosti sivine posameznega posnetka okoli srednje vrednosti celotne sekvence je opazno višje v primeru manjše gramature. Pričakovano naj bi bil tudi večji raztros in s tem višja vrednost standardne deviacije srednje vrednosti jakosti sivine v primeru manjše gramature. Na sliki 7 je

prikazan diagram standardne deviacije povprečne srednje vrednosti jakosti sivine (tj. povprečje med vsemi tremi opazovalnimi okni v posamezni sekvenci) za vse tri različne gramature.

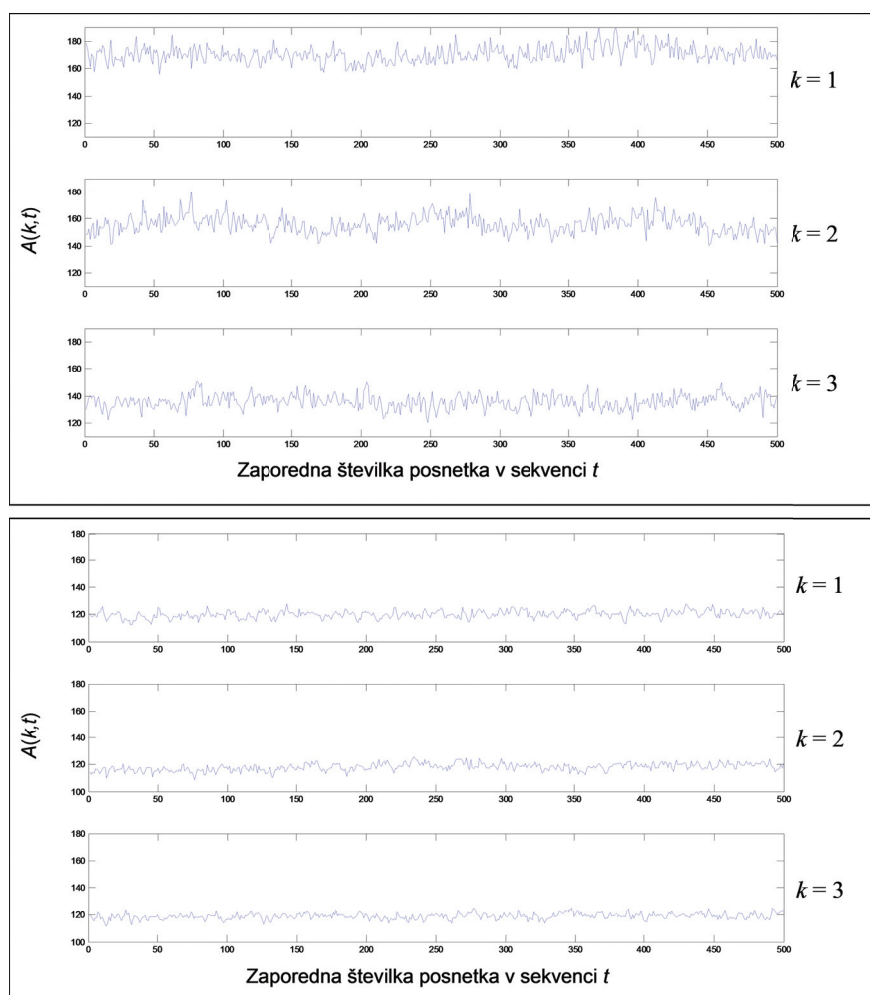
Z diagrama na sliki 7 je razvidno, da se na izstopu papirja iz sušilnika povprečna standardna deviacija jakosti sivine v opazovalnih oknih značilno manjša z naraščanjem gramature. Pri gramaturah 110 g/m^2 in 210 g/m^2 to velja tudi za papirno maso pred vstopom v sušilnik, pri čemer je razvidno, da so vrednosti standardne deviacije pri odgovarjajoči gramaturi v tem primeru nekoliko višje od vrednosti na izstopu iz sušilnika. Posnetki papirja po sušenju so namreč prosojnejši, zaradi večje suhosti so lokalne spremembe v jakostih sivine manj izrazite. Izstopa pa vrednost povprečne standardne deviacije jakosti sivine pred



Slika 4. Primerjava časovnih vrst jakosti sivin v posameznem opazovalnem oknu k pri gramaturi 110 g/m^2 pred vstopom v sušilnik (zgoraj) in po izstopu iz njega (spodaj)



Slika 5. Gramatura 110 g/m^2 pred sušilnikom, posnetki št. 70, 80 in 90: pojav anomalij v papirni masi



Slika 6. Primerjava časovnih vrst jakosti sivin v posameznem opazovalnem oknu k na izstopu iz sušilnika pri gramaturi 50 g/m^2 (zgoraj) in gramaturi 210 g/m^2 (spodaj)

sušilnikom v primeru gramature 50 g/m^2 . Tu so vrednosti bistveno nižje kot na izstopu iz sušilnika. Razlog je zelo verjetno v mrežnem traku pred vstopom v sušilnik (slika 1). Struktura traku ima izrazite, gosto posejane linije pod kotom pribl. 85° glede na smer premikanja papirne mase.

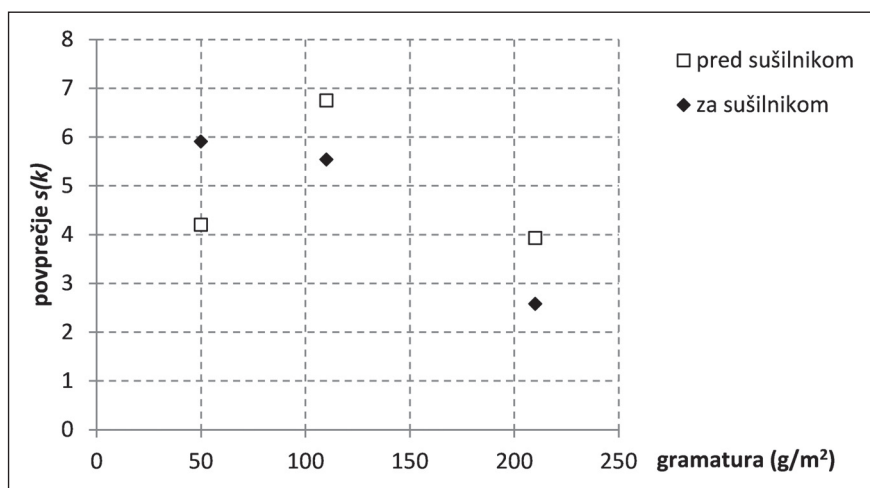
Ta struktura deloma zastira svetlobo iz svetlobnega vira in povzroči navidezno povečanje enakomernosti jakosti sivine (prosojnosti) na posnetkih papirne mase, kjer je ta redka (nizke gramature). Zato se povprečna standardna deviacija jakosti sivine v opazovalnih oknih zniža

in doseže vrednost, ki je bistveno nižja od tiste na izstopu iz sušilnika pri isti gramaturi.

4 Zaključki

V prispevku je bila prikazana izhodiščna metoda kot možnost spremljanja kakovosti papirja med proizvodnjo na papirnem stroju od izstopa papirne mase iz rezervoarja do izstopa končnega produkta iz sušilnika. Kakovost papirja je v tem primeru predstavljala stopnja jakosti sivine – prosojnost vlaknaste strukture na izbrani površini, ki se je ugotavljala s pomočjo posnetkov papirne mase pred vstopom v sušilnik papirnega stroja in posnetkov papirja na izstopu iz sušilnika. V ta namen so bile uporabljene statistične metode na izbranih opazovalnih površinah (oknih) na posnetkih traku s papirno maso ali končnega produkta – papirja.

Rezultati so pokazali, da sta srednja vrednost jakosti sivine v izbranih opazovalnih oknih in njena povprečna standardna deviacija v sekvenci posnetkov lahko uporabni kot merilo za ugotavljanje kakovosti papirja. Časovna vrsta povprečnih jakosti sivin v izbranih opazovalnih oknih lahko služi za odkrivanje prisotnosti anomalij, njihovih lokacij in velikosti v papirni masi ali papirju. Standardna deviacija jakosti sivin kot merilo za raztros okoli srednje vrednosti daje informacijo o kakovosti vlaknaste strukture in s tem o primernosti želene gramature končnega proiz-



Slika 7. Povprečna standardna deviacija jakosti sivine po posamezni sekvenci glede na gramaturo papirja

voda. Eksperiment je pokazal, da se z višanjem gramature zmanjšuje standardna deviacija jakosti sivin na izbranih opazovalnih mestih sekvence posnetkov papirne mase ali papirja. Prav tako je standardna deviacija jakosti sivin nižja po izstopu iz sušilnika kot pred njim.

Predstavljena metoda je zaradi zgoraj navedenih značilnosti, robustne opreme in preprostih uporabljenih statističnih algoritmov (hitler odziv) lahko uporabna za spremljanje primernosti uporabljene papirne mase za proizvodnjo papirja želene gramature ter za hitro odkrivanje anomalij v papirju med njegovo proizvodnjo. Za praktično uporabo pa bi bila v prihodnje potrebna še dodatna optimizacija metode v zvezi z vključitvijo in preučitvijo dodatnih gramatur, op-

timiranjem velikosti opazovalnih oken, določitvijo sprejemljivih meja standardnih deviacij za posamezno gramaturo papirja ter odstranitvijo določenih pomanjkljivosti, ki so se pokazale predvsem pri obdelavi podatkov pri najnižji gramaturi.

Literatura

- [1] Trunkhardt, M., Wiericks, C., 2012. Faster and More Accurate Decision-making Using Integrated Solutions Throughout the Paper Manufacturing Process. O Papel 73, str. 69–73.
- [2] Lampinen, J., 1994. Optimization and Simulation of Quality Properties in Paper Machine with Neural Networks. Proc. IEEE World Congress on Computational Intelligence,

Orlando, Florida, June 28–July 2, 1994, str. 3812–3815.

- [3] Bernié, J.-P., Murray Douglas, W. J., 2001. Paper quality determination and control using scale of formation data. United States Patent, Patent No. US 6,301,373 B1.
- [4] Reis, M. S., Bauer, A., 2009. Using Wavelet Texture Analysis in Image-Based Classification and Statistical Process Control of Paper Surface Quality. 10th International Symposium on Process Systems Engineering – PSE2009, Rita Maria de Brito Alves, Claudio Augusto Oller do Nascimento and Evaristo Chalbaud Biscaia Jr. (Editors), str. 1209–1214.
- [5] Reis, M.S., Bauer, A., 2009. Wavelet texture analysis of on-line acquired images for paper formation assessment and monitoring. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 95, str. 129–137.
- [6] Facco, P., Masiero, A., Bezz, F., Barol, M., Beghi, A., 2011. Improved multivariate image analysis for product quality monitoring. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 109, str. 42–50.
- [7] Širok, B., Blagojević, B., Novak, M., 2002. Influence of blow away velocity field on the primary layer fibre structure in the mineral wool production process. Glass Technology 43, str. 188–194.
- [8] Sachs, L., 2003. Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden. Springer, Berlin.

Method for monitoring product quality in paper production process

Abstract: The paper presents a computer-aided visualization method for monitoring of paper quality during paper production process. The method is based on processing of images of paper mass layer before it enters the drier, and of paper after it exits the drier. Fibrous structure of the paper was monitored in selected observation windows with the size that was adapted to the paper mass velocity through the paper machine. Image processing was carried out by applying some basic statistic methods, which enable quick response of the monitoring system. The presented method is able to detect anomalies in paper through time series of average greyscale level intensities in observation windows. Presented relations enable the determination of suitability of the raw paper mass to achieve the desired grammage of the end product. Further development of the method shall focus on adjustment of observation windows' size, on optimization of prediction for low grammages and on determination of tolerance limits for different paper grammages.

Keywords: paper; visualization; quality control



MOS^{48.}

Celjski sejem, 8.–13. september 2015

6
sejemskih
dni,
od torka do
nedelje

**Dobro je
vedeti!**

- **Dobre prakse zadnjega sejma bodo dobile ugodne dodatke** (simbolična vstopnina prvi dan sejma, cenejše vstopnice po 16. uri, ugodnejše cene gostinskih storitev ...)
- **Brezplačne e-vstopnice za vsak m² najetega razstavnega prostora** (PRIMER: 50 m² = 50 brezplačnih unovčenih e-poslovnih vstopnic).
- **b2b srečanja za nove poslovne priložnosti**

Novosti, ki jih ne smete zamuditi:

**Zgodba
o lesu**
– celostna
predstavitev
gozdno-lesne
verige

**Kamping
& Outdoor
ponudba**



CE sejem



CE sestanek



CE novice



www.ce-sejem.si



Zasnova in testiranje brezkontaktnega merilnega sistema za nadzor raztezanja membrane mehanskega termostata

Jure REJC, Marko MUNIH

Izvleček: Članek opisuje izbiro ustreznega merilnika za merjenje raztezka membrane diastata v fazi polnjenja s polnilnim oljem. Izbrali smo brezkontaktni merilnik razdalje, ki dimenzijsko ustreza vgradnji na obstoječe rotacijske polnilne naprave. Merilnik izmerjene vrednosti posreduje v obliki analogne napetosti, zato smo v ta namen razvili tudi mikrokrmilniški sistem z namensko programsko opremo, ki je skrbela za zajem, statistično analizo in posredovanje meritev centralnemu računalniku. Detajlna testiranja so pokazala, da je celoten merilni sistem sicer potrjen temperaturnemu leženju, vendar so časovne konstante veliko večje od časa polnjenja enega diastata. Nelinearnost merilnega sistema se je izkazala za preveliko glede na podane zahteve, zato je bila v mikrokrmilniški program vnesena kompenzacija nelinearnosti. Celoten merilni sistem je del večjega regulacijskega sistema, ki je podjetju znatno znižal proizvodne stroške, predvsem pa dvignil kvaliteto napolnjenosti diastatov.

Ključne besede: raztezanje membrane, brezkontaktno merjenje razdalje, nelinearnost, temperaturno leženje

1 Uvod

Članek opisuje metodologijo in rezultate preverjanja parametrov merilnika oddaljenosti za izvajanje točnih meritev razdalje v industrijskem okolju za podjetje ETA Cerklje, članico nemškega koncerna E.G.O. Merilni sistem je del večjega implementiranega sistema za nadzor polnjenja sistema, imenovanega diastat, s posebnimi olji na rotirajočih napravah.

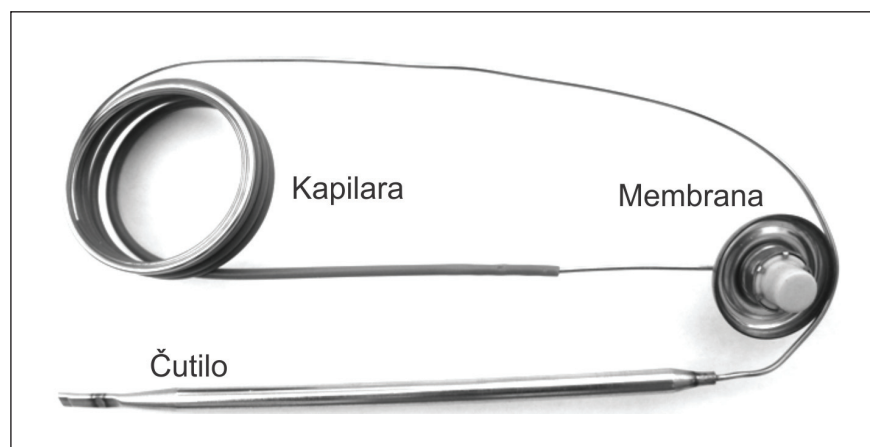
Dandanes podjetja razvijajo in v proizvodne sisteme vgrajujejo različne napredne sisteme za izboljšanje kvalitete svojih produktov, znižanje količine slabih kosov zaradi vhodnih surovin ali slabe proizvodnje [1] in tudi da zadostijo zahtevam medna-

rodnih standardov, kot recimo ISO. Mednje sodijo računalniško podprta proizvodnja [2], razni merilni sistemi [3] in sistemi za umetni vid [4].

Na področju industrijskih meritev je najbolj željeno področje izvajanja meritev med 0,01 m in 40 m [5], kjer prednjačijo ultrazvočni merilniki, merilniki na principu laserske triangulacije [6] in merilniki na principu laser-

ske interferometrije [7]. Vendar pa se v proizvodne procese množično vgrajujejo tudi naprave, ki omogočajo merjenje izredno majhnih razdalj z zelo veliko merilno točnostjo [8].

V predstavljenem delu smo uporabili objavljeno literaturo in ustrezen merilnik razdalje ter testirali njegovo delovanje. Primerjalne meritve smo opravljali s cetrificiranim mi-



Slika 1. Diastat

Dr. Jure Rejc, univ. dipl. inž.,
prof. dr. Marko Munih, univ.
dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za elektrotehniko,
Laboratorij za robotiko

krometrom in realnimi objekti. Ker s karakteristikami izbranega merilnika nismo bili zadovoljni, smo njegove karakteristike z matematičnimi pristopi znatno izboljšali, kar ponazarjamo s podanimi rezultati.

■ 2 Uporabljena oprema

a) Diastat

Diastat je najpomembnejši del kapilarnega termostata, ki se množično uporablja v vsakodnevnem življenju, predvsem v elementih bele tehnike kot glavni regulacijski temperaturni element [9, 10]. Termostati se razlikujejo po svoji zgradbi in namenu uporabe. Podjetje ETA Cerkno ima v svojem programu 6 različnih družin termostатов, s katerimi pokrivajo regulacijska področja temperature med -5°C in $+550^{\circ}\text{C}$.

Diastat je sklop, ki ga sestavljajo membrana, kapilara in čutilo (slika 1). Sklop je napolnjen s posebnim oljem, polnjenje pa poteka na rotirajočih polnilnih napravah, kjer je v fazi polnjenja naenkrat 48 diastatov. Če je število družin termostатов nizko, pa je število različnih tipov diastatov zelo veliko, saj le tako lahko dosega jo regulacijo različnih temperaturnih območij. Različnih tipov diastatov je okrog 3200, na letni ravni pa se jih naredi 15.000.000.

Najpomembnejši del diastata je membrana, ki s svojimi mehanskimi zasnovami in dimenzijami omogoča pretvarjanje spremembe temperature olja v linearne raztezke oz. skrčke. Izdelujejo in vgrajujejo se predvsem membrane s keramičnim gumbom, poleg njih pa se v manjših količinah vgrajujejo tudi take s kovinsko sijočo ploščico, vendar razlika ne vpliva na delovanje termostata.

Na rotirajočih polnilnih napravah se polnijo diastati z enim in drugim tipom membrane v mnogo kombinacijah z različnimi dolžinami čutil ter kapilar. Za pravilno delovanje termostata v pravem temperaturnem območju je potrebno zagotoviti ustrezno napolnjenost diastata z ustreznim oljem. Za pravilno na-

polnjenost diastata je potrebno pri izmerjeni polnilni temperaturi olja z ustreznim tlakom v sklop potisniti olje in sklop, ko je membrana ustrezno raztegnjena, zapreti s stiskanjem in točkanjem konice čutila. Zaradi zagotavljanja večje kvalitete polnjenja se je pojavila težnja, da bi se med samim polnjenjem meril raztezek membrane in glede na meritve prilagajal polnilni tlak. Detajli, povezani s teorijo pravilne napolnjenosti diastata, presegajo temo tega članka.

Evropski standard EN 14597 [11] na področju kvalitete temperaturnih regulacijskih elementov predpisuje, da je lahko največje odstopanje termostata od nastavljene temperature $\pm 5\%$, kar pri temperaturi 200°C pomeni tolerančno območje $\pm 10^{\circ}\text{C}$. V podjetju so zaradi težnje po izpolnjevanju standarda svoje interne tolerance postavili na $\pm 8^{\circ}\text{C}$. Na tolerančno območje regulacije temperature mehanskega termostata vpliva predvsem izdelava mehanskih delov, najbolj pa pravilna napolnjenost diastata.

Ozke tolerance smo morali upoštevati pri zasnovi merilnega sistema. Namreč: raztezek membran je pri polnjenju na polnilni napravi med 0,07 mm in 0,5 mm, odvisno od uporabe termostata. Če raztezke membrane preračunamo na temperaturno območje najpogostejšega pečniškega termostata, potem raztezek membrane za 0,01 mm pomeni spremembo temperature za okrog 3°C . Ta podatek narekuje merilno točnost

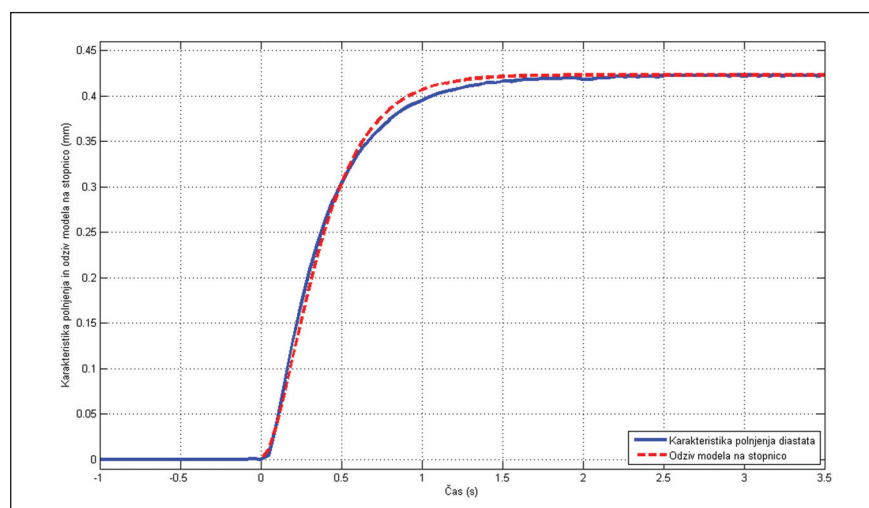
vgrajenega sistema v območju vsaj $\pm 5\ \mu\text{m}$, kar predstavlja napako temperature od 1°C do 2°C .

b) Dinamika raztezanja membrane med polnjenjem

Pri izbiri ustreznega merilnika je potrebno upoštevati tudi dinamiko merjenega sistema. V ta namen smo z merilnikom, ki ima sicer preveliko merilno glavo, na posebni pripravi izmerili polnilno karakteristiko za izbrani diastat in polnilno olje. Uporabili smo merilnik podjetja Micro-Epsilon, tip ILD2200-10, z mejno frekvenco 10 kHz in merilnim območjem 10 mm.

Iz množice posnetih polnilnih karakteristik smo izbrali tisto, ki ima najbolj strmo polnilno karakteristiko. Tak diastat je napolnjen z zelo tekočim polnilnim oljem. Nastavljeni polnilni tlak je bil 7,0 bar, temperatura polnilnega olja pa 27°C .

Prvotno smo hoteli karakteristiko opisati s sistemom 1. reda, vendar smo pri analizi opazili, da imajo vse karakteristike prevojno točko, ki pa je značilna za sisteme višjih redov. Za matematični opis karakteristike polnjenja smo uporabili Strejčevo metodo [12], ki temelji na določanju značilnih parametrov: ojačenja K, časa zakasnitve TZA in čas izravnave TIZ oziroma umiritveni čas. Z omenjeno metodo smo določili naslednje parametre: red sistema je 2, ojačenje 0,06043, časovna konstanta (τ) 0,19819 s in mejna frekvenca približno 5 Hz.



Slika 2. Karakteristika polnjenja diastata in odziv modela na stopnico

S polno črto na *sliki 2* je označena dejanska polnilna karakteristika, z rdečo črtkano črto pa prenosna funkcija sistema. Na *sliki 2* vidimo matematični opis polnilne karakteristike s sistemom 2. reda, ki je za naše potrebe povsem zadovoljiv.

c) Izbira ustreznega merilnika razdalje

V našem primeru smo pri izbiri ustreznega merilnika poleg merilne točnosti, ustrezne dinamike ter merilnega območja morali upoštevati tudi dejstvo, da dodelujemo starejše polnilne naprave z zelo omejenim prostorom. Pri izbiri merilnika je imela odločilno vlogo tudi odločitev, da se v začetni fazi izbira in testiranje merilnika podvržeta karakteristikam diastata s keramičnim gumbom zaradi večjega števila izdelanih diastatov tega tipa.

Za izvajanje točnih meritev je najprimernejši pristop v obliki kontaktnega merilnika, kjer bi ob vstavljanju čutila diastata v poseben nosilec vstavili tudi membrano ter primaknili kontaktni merilnik. Po tehtnem premisleku smo zaključili, da uporaba kontaktnega merilnika zahteva eno operacijo preveč oziroma da je trajanje cikla polnilne naprave prekratko. Poleg tega je bil vprašljiv tudi prostor namestitve, saj bi merilnik že segal v območje naslednje polnilne glave. Ta dva razloga sta bila dovolj, da smo posegli po brezkontaktnem pristopu merjenja raztezka. Ena izmed možnosti je videokamera, vendar bi tudi tak sistem zasedel preveč prostora. Tako smo našli rešitev v triangulacijskem merilniku razdalje. Največja težava teh je običajno v zelo veliki merilni glavi in v laserskem izvoru svetlobe, kar v skrajnih primerih lahko povzroči nevarnost za delavce [13]. Obe prepreki smo premostili z izbiro triangulacijskega merilnika Keyence PT-165.

d) Merilnik Keyence PT-165

Izbrani merilnik zadosti tako zahtevi po velikosti merilne glave kot po varnosti, saj kot vir svetlobe uporablja običajno rdečo LED-diodo. Sprejemni element ni CCD (Charge Coupled Device), ampak PSD (Position Sensitive Device) [14].

Merilna glava je velika samo 36×39 mm in ima oznako PT-165, priključena pa je na analogni krmilnik z oznako PT-A160. Merilnik ima 4 mm merilnega območja oziroma ± 2 mm s sredino območja oddaljeno 22 mm od merilne glave. Proizvajalec navaja, da je njegova ponovljivost merjenja $3 \mu\text{m}$ na beli papirnati površini. Temperaturno delovno območje je med 0°C in 50°C ter pri relativni vlažnosti med 35 % in 85 %.

Proizvajalec navaja tudi temperaturno odvisnost za merilno glavo in krmilnik. Temperaturna odvisnost je definirana kot sprememba analognega napetostnega izhoda glede na spremembo temperature okolice za 1°C . Za merilno glavo je temperaturna odvisnost na celotnem merilnem območju $0,1\% / ^\circ\text{C}$ ($4 \mu\text{m}$), za krmilnik pa $0,05\% / ^\circ\text{C}$ ($2 \mu\text{m}$). Žal pa proizvajalec ne navaja izredno pomembnega podatka, in ta je linearnost meritev, kot tudi ne stopnje zaščite merilne glave ter krmilnika (IP – Ingress Protection).

Merilna glava je priključena na krmilnik, ki z dvema potenciometroma uporabniku omogoča nastavljanje izhodne vrednosti 0 V in tudi naklon ojačenja izhodne karakteristike. Krmilnik omogoča podajanje meritev le preko napetostnega analognega izhoda, ki je v območju ± 2 V, torej povsem sorazmeren merilnemu območju. Na krmilniku je nameščeno tudi majhno stikalo, s katerim lahko spreminjamo frekvenčni odziv merilnika. Možnosti sta dve, in to 1 ms in 10 ms, sami pa uporabljamo le 1 ms. Frekvenčni odziv je mišljen v smislu

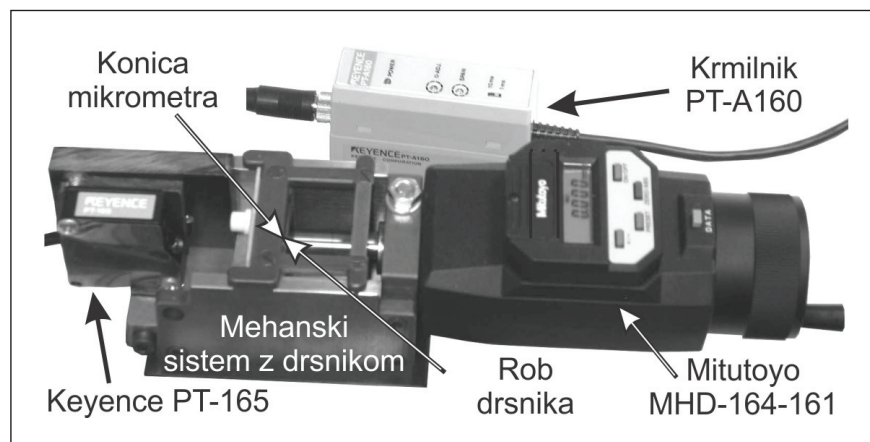
hitrosti spreminjanja merjene razdalje, kar se odraža na napetostnem izhodu meritve. Proizvajalec navaja, da je slabljenje izhodnega napetostnega signala -3 dB za nastavitev 1 ms pri frekvenci 400 Hz, za nastavitev 10 ms pa pri 40 Hz.

e) Mikrokrmilniški sistem za zajem analogne izmerjene vrednosti

Ker merilnik podaja izmerjene vrednosti v analogni napetostni obliki, je bilo potrebno realizirati pretvorbo v digitalno obliko. V ta namen smo razvili povsem namenski mikrokrmilniški sistem za vsako izmed šestih polnilnih naprav, ki služi za zajem analognih vrednosti, njihovo obdelavo in nadaljnje brezžično posredovanje z vsake polnilne naprave posebej. Tako je tudi mikrokrmilniški sistem postal del merilnega sistema.

Srce mikrokrmilniškega sistema je 8-bitni mikrokrmilnik Mega8 proizvajalca Atmel, v katerem teče namenski program. Sistem zajema analogno vrednost s konstantno frekvenco 1 kHz, jo statistično obdelava in pošilja centralnemu računalniku s frekvenco 20 Hz. Programska oprema omogoča tudi vnos parametrov kompenzacije nelinearnosti v obliki koeficientov polinoma. Za pretvorbo analognih izmerjenih vrednosti v digitalno obliko smo uporabili 12-bitni AD-pretvornik.

Ker so največji polnilni raztezki membran do 0,5 mm, smo se odločili, da uporabimo samo polovico merilnega območja merilnika, torej od 0 mm do 2 mm (0 V do 2 V izho-



Slika 3. Testni sistem brez mikrokrmilniškega dela

dne napetosti). Glede na vgrajeno notranjo referenčno napetost AD-pretvornika 4,096 V in uporabljeno polovično merilno območje 2,048 V smo dosegli ločljivost analognega signala 0,5 μm na bit.

f) Referenčni kontaktni merilnik

Slika 3 kaže testni sistem brez mikrokrmilniške enote. Sestavlja ga merilna glava PT-165, umerjen kontaktni mikrometer Mitutoyo MHD-164-161 z merilnim pogreškom $\pm 2 \mu\text{m}$ in ločljivostjo 1 μm . Med obema merilnikoma je namenska mehanska priprava, ki omogoča premik drsnika med obema merilnikoma. Mehanski sistem je izredno točno izdelan, skoraj brez zračnosti, vendar vseeno brez vodil in mazil, pa vseeno lahek za premikanje. Drsnik na eni strani potiska mehanski mikrometer v smeri brezkontaktnega merilnika Keyence.

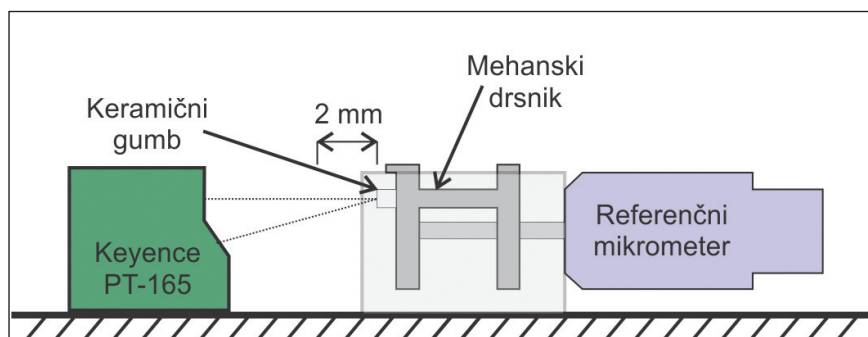
3 Metodologija

a) Določanje nelinearnosti merilnika Keyence PT-165

Proizvajalec v katalogu za izbrani merilnik podaja mnogo karakteristik, vendar ne navaja zelo pomembnega parametra – linearnosti merilnika. Linearnost merilnika je običajno standardni podatek takih merilnikov, ki ga od proizvajalca nismo dobili.

Opisali smo že zelo ozko dovoljeno območje pogreška in zato smo podatek o linearnosti merilnika potrebovali ter ga izmerili. V merilni verigi ni samo merilnik, ampak tudi mikrokrmilniški sistem. Tako smo določali linearnost merilnika skupaj z mikrokrmilniškim sistemom v določenem delovnem področju od 0 mm do 2 mm. V ta namen smo uporabili mehanski sistem (slika 3), shematično predstavljen na sliki 4.

Postopek določanja nelinearnosti smo pričeli tako, da smo premični mehanski sistem, opremljen s keramičnim gumbom, z merilnikom Mitutoyo premikali toliko časa, da je merilnik Keyence s pripadajočo elektroniko vračal 0 V oziroma 0,000 mm. V tej poziciji smo na 0,000 mm



Slika 4. Testni sistem za določanje nelinearnosti merilnega sistema

nastavili tudi mehanski mikrometer. Z vrtenjem gumba mikrometra smo ga premaknili za 2,000 mm v smeri merilnika Keyence. V tem trenutku smo opazovali izhod merilnega sistema, ki običajno ni kazal 2,000 mm. Da bi merilni sistem kazal pravo vrednost, smo s priloženim plastičnim izvijačem vrteli potenciometer na krmilniku PT-A160. S tem smo karakteristiko merilnega sistema vpeli med 0,000 mm in 2,000 mm.

Da smo določili karakteristiko linearnosti merilnega sistema med tema dvema točkama, smo z referenčnim mikrometrom premikali premični sistem s keramičnim gumbom. Premiki so bili po korakih približno 0,1 mm. Pri vsakem koraku smo odčitali vrednost referenčnega mikrometra in vrednost, ki ga vrača merilni sistem z merilnikom Keyence. Postopek smo večkrat ponovili brez nastavljanja potenciometrov krmilnika, tudi z daljšimi časovnimi premori.

b) Stabilnost merjenja fiksne razdalje z merilnikom Keyence PT-165

Kljub navedenim podatkom proizvajalca glede temperaturne stabilnosti meritev smo te v proizvodnih prostorih opravili tudi sami. S tem smo v meritve hoteli zajeti tudi vse vplivne parametre iz proizvodnje: spremembe temperature, vibracije, morebitne elektromagnetne motnje, spremembe vlažnosti itn. Zanimala nas je predvsem kratkotrajna stabilnost, saj je opravljanje meritev raztezka membrane relativna, in to za čas okrog 2 minut, kar je cikel polnjenja enega diastata. Meritve smo opravljali z vsemi komponentami, ki sestavljajo merilni sistem na polnilni napravi:

- triangulacijski merilnik oddaljenosti Keyence,
- mehanski sistem z zaklenjenim drsnikom,
- mikroprocesorski sistem,
- brezžični WLAN-oddajnik Moxa NPort W2150.

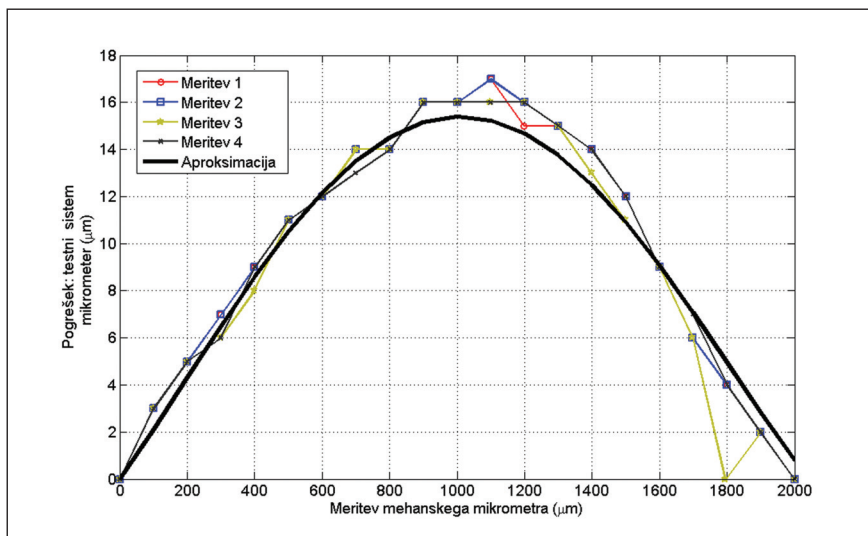
Komponente smo postavili na rotirajočo polnilno napravo, ki je bila v običajnem delovanju, torej je na njej potekalo polnjenje diastatov. Podatke smo prejemali in shranjevali na prenosnem računalniku, kjer smo jih analizirali s programom Matlab. Merilni sistem smo, s predhodnim vnosom potrebnih parametrov v mikrokrmilniški sistem, linearizirali. Meritve so trajale več ur, temperature prostora pa nismo zajemali.

4 Rezultati

a) Določanje nelinearnosti merilnika Keyence PT-165

Slika 5 kaže merilno karakteristiko merilnika Keyence PT-165, merjeno skupaj z mikrokrmilniškim sistemom v primerjavi z umerjenim mikrometrom. Na abscisni osi je vrednost mikrometra Mitutoyo v μm , na ordinatni osi pa pogrešek merilnega sistema glede na mikrometer. Izrisane so štiri meritve od več opravljenih. Največji pogrešek znaša 17 μm , meritve pa so izredno ponovljive, tudi v časovnem obdobju nekaj dni. Največje odstopanje med izmerjenimi karakteristikami je namreč le 4 μm . Na sliki je opaziti tudi debelejšo črto črne barve, ki predstavlja aproksimacijo navedenih štirih karakteristik s polinomom 4. stopnje.

Omeniti velja, da je prikazana karakteristika določena na enem komple-



Slika 5. Pogrešek testnega merilnega sistema in polinomska aproksimacija pogreška

tu merilnega sistema za eno polnilno napravo in ni popolnoma enaka pri drugih kompletnih merilnega sistema, zato omenjeni polinom ne opiše stanja merilne karakteristike vseh izdelanih kompletov. Skupno vsem kompletom je, da je mogoče vse merilne karakteristike dokaj dobro opisati s polinomom 4. stopnje.

Omenjeno je že bilo, da je največji raztezek membrane v fazi polnjenja v območju do 0,5 mm. Zato je potrebno pri ugotavljanju pogreška upoštevati merilno okno 0,5 mm in ne celotnega merilnega območja merilnika oddaljenosti. Glede na obliko karakteristike in okno 0,5 mm je pomembno, kje v karakteristiki je to merilno okno. Če upoštevamo okno od 0,0 mm do 0,5 mm, je pogrešek 11 µm, pri oknu od 0,8 mm do 1,3 mm pa je pogrešek le 3 µm. Ker je pogrešek lahko večji od želenega, smo se zaradi dobre ponovljivosti karakteristik odločili, da vpeljemo kompenzacijo nelinearnosti merilnika s polinomi. V prid kompenzacije govori tudi dejstvo, da je v proizvodnji zelo težko zagotoviti popolno ponovljivost vpenjanja diastatov, torej zagotavljanje merilnega območja znotraj okna z nizkim pogreškom.

Z enačbo polinoma s *slike 5* smo kompenzirali druge izmerjene merilne karakteristike, kar kaže *slika 6*. Na abscisni osi so navedene vrednosti mikrometra, na ordinatni pa

pogrešek merilnega sistema glede na referenčni mikrometer. Vpeljana kompenzacija omeji pogrešek znotraj območja 4 µm na celotnem merilnem območju 2 mm.

b) Stabilnost merjenja fiksne razdalje z merilnikom Keyence PT-165

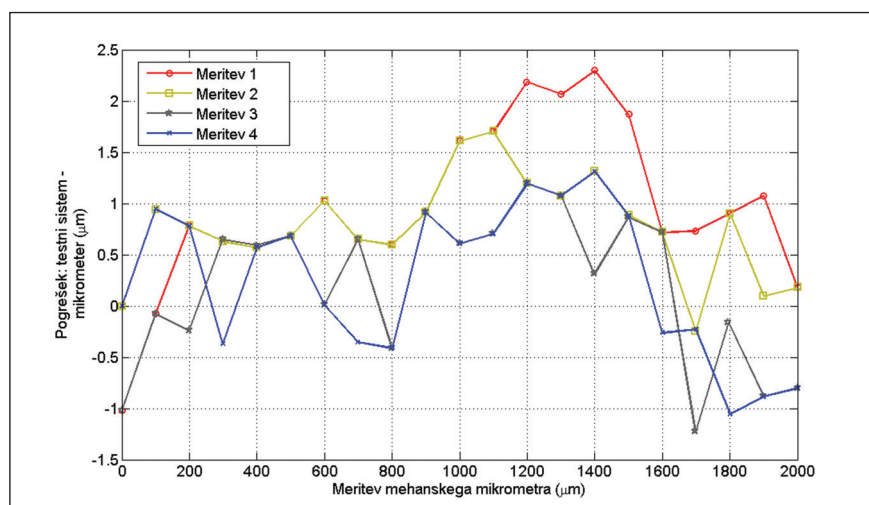
Značilno merilno karakteristiko fiksne razdalje v daljšem časovnem obdobju kaže *slika 7*. Na horizontalni osi je podan čas v urah, merjena razdalja v mikrometrih pa je na vertikalni osi. Čas merjenja je dobrih 8 ur. Karakteristika je zanimiva, ker lahko opazimo ne samo naraščanje merjene razdalje zaradi ogrevanja prostora, ampak tudi padanje. Prvotna merjena razdalja je znašala 790 µm, nato je narasla na 810 µm.

Ta sprememba znaša 20 µm v času nekaj ur. Vendar se je v prostoru zaradi odprtja okna temperatura zelo hitro znižala, saj so meritve potekale v zimskem času. Ker smo poznali čas začetka meritev, smo lahko tudi določili, da se je dogodek z odprtim oknom zgodil med menjavo izmene, ko so zaposleni prezračili prostor. Tako se je merjena razdalja spremenila z 806 µm na 791 µm.

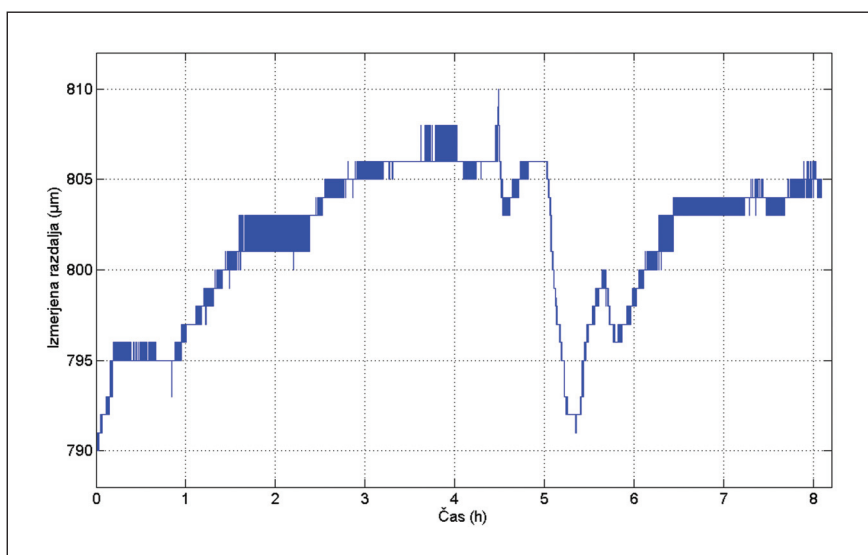
Meritve so nazorno pokazale, da je merilni sistem temperaturno občutljiv, vendar v veliko daljših časovnih intervalih kot traja dvominutni proces polnjenja diastata. Meritve so demonstrirale možnost velikih težav zaradi odpiranja oken, kar vpliva na temperaturo polnilnih olj in še bolj utemljuje potrebo po izdelavi in vpeljavi avtomatskega merilno-regulacijskega sistema za nadzor polnjenja diastatov, ki bi meril in upošteval tudi temperaturo polnilnega olja.

5 Zaključek

Razvili smo brezkontaktni merilni sistem za merjenje raztezka membrane v fazi polnjenja sklopa, imenovanega diastat, s polnilnim oljem. Glavni del tega sistema je merilni del, ki je sestavljen iz brezkontaktnega merilnika razdalje Keyence PT-165, analognega krmilnika PT-A160 in mikroprocesorskega sistema za zajem in po-



Slika 6. Pogrešek testnega merilnega sistema z upoštevanjem kompenzijskega polinoma



Slika 7. Stabilnost celotnega merilnega sistema v daljšem časovnem obdobju

sredovanje izmerjenih podatkov na centralni računalnik. V osnovi je bil sistem razvit za membrane diastata s keramičnim gumbom, ki se jih v primerjavi s takimi s kovinsko ploščico izdela 3-krat več, vendar pa smo med vpeljavo sistema v proizvodnjo našli rešitev tudi za merjenje raztezka membran s kovinsko ploščico.

Vgrajeni merilni senzor je bil izbran zaradi svoje kompaktnosti in dobrih merilnih karakteristik. Obstoječe polnilne naprave so rotacijske in omogočajo polnjenje 48 diastatov naenkrat. Izkazalo se je, da merilne karakteristike izbranega merilnika skupaj z mikrokrmilniškim sistemom niso bile povsem zadovoljive, zato jih je bilo potrebno izboljšati. S kompenzacijskim polinomom smo kompenzirali nelinearnost celotnega merilnega sistema in tako zagotovili pogrešek pod 4 µm na merilnem območju 2 mm. Poleg merilne točnosti smo testirali tudi temperaturni vpliv na meritve v daljšem časovnem obdobju. Merilna točnost merilnega sistema na posamezni napravi se testira vsakih 14 dni in v primeru merjenja izven toleranc se ponovi postopek kalibracije, ki pa presega tematiko članka.

Ustreznost celotnega merilnega sistema skupaj s celotnim regulacijskim sistemom je v daljšem časovnem obdobju pokazala, da je

rešitev dobra in zato so se pokazali tudi ekonomski učinki, predvsem v obliki večje kvalitete napolnjenosti diastatov ter posledično manjšega števila reklamacij. Po oceni podjetja ETA Cerkljevo sistem na letni ravni privarčuje podjetju vsaj 130.000 € zaradi povečanja kvalitete napolnjenosti diastatov.

Literatura

- [1] K. Vacharanukul, S. Mekid, »In-process dimensional inspection sensors«, *Measurement*, Vol. 38, No. 3, 2005, pp. 204–218.
- [2] Hossein, Golnabi, »Role of laser sensor systems in automation and flexible manufacturing«, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 19, No. 1–2, 2003, pp. 201–210.
- [3] J. Rejc, J. Činkelj, M. Munih, »Dimensional measurements of a gray-iron object using a robot and a laser displacement sensor«, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 25, No. 1, 2009, pp. 155–167.
- [4] R. T. Chin, C. A. Harlow, »Automated visual inspection: A survey«, *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on PAMI*, Vol. 4, No. 6, 1982, pp. 557–573.
- [5] J. Thiel, T. Pfeifer, M. Hartmann, »Interferometric measurement of absolute distances of up to 40 m«,

Measurement, Vol. 16, No. 1, 1995, pp. 1–6.

- [6] Z. Ji, M. Leu, »Design of optical triangulation devices«, *Optics & Laser Technology*, Vol. 21, No. 5, 1989, pp. 339–341.
- [7] R. Bapna, R. Verma, D. Joshi, »Interferometric inspection of glass shell laser targets«, *Optics & Laser Technology*, Vol. 24, No. 1, 1992, pp. 51–53.
- [8] X. Xing, M. Li, S. Ozono, J. Kato, G. Bai, W. Zheng, C. Li, »High accuracy microdimension measurement system by using laser and CCD«, *Measurement*, Vol. 5, No. 2, 1987, pp. 91–95.
- [9] T. Pfeffer, M. Pritoni, A. Meier, C. Aragon, D. Perry, »How people use thermostats in homes: A review«, *Building and Environment*, Vol. 46, No. 12, 2011, pp. 2529–2541.
- [10] European standard EN 60947-5-1, Low-voltage switch gear and control gear, Part 5–1: »Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices« (IEC 60947-5-1:2003), Chapter 4: Characteristics, 4.2.1. (2003).
- [11] European standard EN 60335-1, »Household and similar electrical appliances – Safety, Part 1: General requirements« (IEC 60335-1:2001, modified), Chapter 4: General requirements. (2001).
- [12] M. Alexik, »Tutorial 2: Precise parameter identification of dynamic systems verified by simulation experiments«, *Computer Modelling and Simulation, UkSim 13th International Conference*, pp. 28–30.
- [13] European standard EN 60825-1:2007, Edition 2, »Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements«, (2007).
- [14] M. K. Shin, H. S. Yoon, K. H. Park, »Study on comparing the signal processing of a linear ccd with a psd for displacement measurement«, *Intelligent Signal Processing and Communication Systems - ISPACS 2004, Proceedings of 2004 International Symposium*, pp. 762–766.

Evaluation of the Contactless Distance Measuring System for Membrane Expansion

Abstract: The article describes how a suitable micrometer range distance sensor for diastat membrane expansion measurements during diastat oil filling was chosen. The contactless distance sensor was chosen for its dimensions that were appropriate for mounting on the existing filling rotary machines. The distance measurement is given as an analog voltage and that is why a dedicated microprocessor with dedicated software was also developed. This system samples analog voltage as input data, performs statistical calculations and transmits the data to the central computer. Comprehensive testing of the developed measuring system demonstrated that the time constant of the whole system temperature drift is much higher than the time of a single diastat filling process. The tests also showed that the output of the entire measuring system is nonlinear and for this reason nonlinearity compensation was added to the microprocessor system. The entire measuring system is part of the main control system which has significantly decreased the manufacturing costs and raised the quality of diastat filling with the special oil.

Keywords: membrane expansion, contactless distance measurements, non-linearity, temperature drift



Univerza v Mariboru
Fakulteta za Strojništvo
Laboratorij za Oljno Hidravliko



University of Maribor
Faculty of Mechanical Engineering
Oil Hydraulics Laboratory

M A R I B O R , 1 7 . & 1 8 . S E P T E M B E R 2 0 1 5

jubilejna mednarodna konferenca

Fluidna Tehnika 2015

Vabilo

Mednarodna konferenca Fluidna Tehnika 2015 je osrednji bienalni strokovni dogodek s področja hidravlike in pnevmatike v Sloveniji in JV delu Evrope. Z že 20 letno tradicijo je brez dvoma pravi barometer dogajanja na področju uporabe te tehnike pri nas in v svetu.

Poslanstvo konferenc FLUIDNA TEHNIKA je predstaviti nova spoznanja in dosežke domačih in tujih strokovnjakov, pospešiti prenos najnovejših raziskovalno-razvojnih dosežkov ter spoznanj v vsakodnevno prakso, kot tudi predstaviti nove proizvode in storitve z vseh področij tehnike, kjer sta prisotni hidravlika ali pnevmatika.

Vabimo vas, da kot avtor prispevka, kot razstavljaivec ali kot pokrovitelj konference najavite svoje sodelovanje.

Podrobnejše informacije o konferenci, tematikah, okvirnem programu in spremljajočih dogodkih, kot tudi vse informacije o načinu prijave, lahko najdete na domači spletni strani konference.

jubilee international conference

Fluid Power 2015

Invitation

The International Fluid Power 2015 Conference is a two day event which is, by its content, intended for all those professionally-involved with hydraulic or pneumatic power devices.

The gathering of internationally-recognised experts at this conference in Maribor has been a tradition since 1995, and is organised by the Faculty of Mechanical Engineering at the University of Maribor.

The main purpose of the conference Fluid Power is to introduce the latest achievements and results of research and development work, to offer insights into daily practice, as well as to present new products and services over a wide-range of applications.

We would like to invite you to participate as an author, exhibitor or sponsor of the conference.

Visit the conference web-site for more information.



<http://ft.fs.um.si>

IFM

international trade fair of
automation & mechatronic



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



27.-29.01.2016

Celje, Slovenija
www.icm.si

Identifikacija lineariziranega modela sinhronskega generatorja

Jožef RITONJA, Martin PETRUN, Danilo KLASINC

Izvleček: Članek predstavlja uporabo rekurzivne identifikacijske metode najmanjših kvadratov z eksponentnim pozabljanjem za identifikacijo parametrov poenostavljenega lineariziranega vhodno-izhodnega modela sinhronskega generatorja, ki obratuje v sinhronizmu z močnim elektroenergetskim sistemom. Uporaba identifikacijske metode nadomesti potrebo po poznavanju ali meritvah konstrukcijskih podatkov sinhronskega generatorja in povezovalnega voda. V članku je prikazana podrobna analiza vpliva parametrov identifikacijske metode na hitrost in natančnost identifikacije. Na osnovi analize so postavljene smernice za izbiro parametrov identifikacijske metode. Uporabnost dobljenih rezultatov je potrjena s primerjavo časovnih odzivov nelinearnega dq-modela in identificiranega lineariziranega vhodno-izhodnega modela sinhronskega generatorja z napetostnim regulacijskim sistemom, ki obratuje sinhrono z močnim elektroenergetskim sistemom.

Ključne besede: sinhronski generator, identifikacija, rekurzivna identifikacijska metoda najmanjših kvadratov

■ 1 Uvod

Za gospodarno in zanesljivo delovanje sinhronskih generatorjev v elektroenergetskem sistemu je potrebno uporabiti ustrezne regulacijske sisteme [1]. Za načrtovanje in sintezo teh regulacijskih sistemov je potrebno poznavanje ustreznih matematičnih modelov sinhronskih generatorjev. Razvoj, klasifikacija in izpeljava najpogosteje uporabljenih dinamičnih matematičnih modelov sinhronskih generatorjev, priključenih na omrežje sinusne napetosti konstantne amplitude in frekvence, so podrobneje predstavljene v članku [2].

V [2] je prikazano, da so znani matematični modeli v primeru poznanih podatkov primerni za analizo, simulacije, načrtovanje in sintezo regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev. V praksi pa je njihova uporabnost velikokrat omeje-

na zaradi nepoznavanja številnih konstrukcijskih in funkcionalnih podatkov sinhronskih generatorjev in regulacijskih elementov, ki so potrebni za izračun parametrov teh matematičnih modelov. V [2] je kot predlagana rešitev predstavljena kombinirana iterativna uporaba teoretičnega modeliranja in identifikacije. V ta namen je bil izpeljan matematični model sinhronskega generatorja, ki je priključen na omrežje sinusne napetosti konstantne amplitude in frekvence. Ta model smo imenovali poenostavljen lineariziran vhodno-izhodni model sistema SMIB (SMIB = single machine connected to the infinite bus). Za določitev parametrov tega modela ni nujno poznavanje konstrukcijskih in funkcionalnih podatkov sinhronskega generatorja, ampak je možna določitev parametrov s pomočjo identifikacijskih metod.

Predstavljeni model zadovoljivo opisuje strukturo sinhronskega generatorja, priključenega na neskončne zbiralke. Na osnovi poznane strukture sistema lahko izberemo identifikacijsko metodo, s pomočjo katere izračunamo parametre modela. Tako dobljen model je primeren za razvoj regulacijskih sistemov sinhronskega generatorja.

V članku je podrobno predstavljena parametrična identifikacijska metoda najmanjših kvadratov z eksponentnim pozabljanjem. Predstavljen je osnovni algoritem identifikacijske metode in izpostavljeni so parametri, ki vplivajo na kvaliteto identifikacije. Temeljito je analiziran in predstavljen vpliv identifikacijskih parametrov na hitrost in natančnost identifikacije. Za sinhronski generator z napetostnim regulacijskim sistemom so predstavljeni rezultati simulacij popolnega nelinearnega dq-modela 7. stopnje in identificiranega poenostavljenega lineariziranega vhodno-izhodnega modela 3. stopnje.

■ 2 Poenostavljen lineariziran vhodno-izhodni model sistema SMIB

Za uspešno uporabo parametričnih identifikacijskih metod je potrebno čim bolj natančno poznavanje zgradbe vhodno-izhodnega modela identificiranega sistema. V [2] izpeljan poenostavljen lineariziran vhodno-izhodni model sistema SMIB z napetostnim regulacijskim sistemom je predstavljen s šestimi prenosnimi funkcijami, ki opisujejo

Izr. prof. dr. Jožef Ritonja, univ. dipl. inž., dr. Martin Petrun, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; Danilo Klasinc, univ. dipl. inž., Dravske elektrarne Maribor

povezavo med dvema vhodoma in tremi izhodi. Vhoda modela sta odstopanje mehanskega navora pogonske turbine $T_{m\Delta}(t)$ in odstopanje referenčne vrednosti statorske napetosti $V_{t,ref\Delta}(t)$, izhodi modela pa so odstopanje statorske napetosti $V_{t\Delta}(t)$, odstopanje električnega navora $T_{e\Delta}(t)$ in odstopanje rotorske kotne hitrosti $\omega_{\Delta}(t)$. Podroben opis odvisnosti parametrov modela od podatkov sinhronskega generatorja in napetostnega regulacijskega sistema je podan v [2].

Takšna struktura matematičnega modela omogoča neposredno uporabo parametričnih identifikacijskih metod za določitev njegovih parametrov. Uporaba identifikacijskih metod ne zahteva odklopa sinhronskega generatorja od omrežja in je možna med njegovim koristnim delovanjem. Na ta način je možna enostavna, hitra in poceni določitev poenostavljenega modela sistema SMIB.

■ 3 Uporaba identifikacijskih metod za določitev parametrov matematičnih modelov

V nasprotju s teoretičnim modeliranjem, ki temelji na podlagi fizikalnih zakonitosti, temelji eksperimentalno modeliranje ali identifikacija na sintezi matematičnih modelov s pomočjo meritev. Pri tem so zelo dobrodošla tudi predhodna znanja o procesu, ki jih lahko pridobimo tako s teoretično analizo kot tudi z eksperimenti in izkušnjami. Ta znanja nam omogočijo ter olajšajo načrtovanje in izvedbo identifikacijskega procesa.

Na podlagi meritev vhodne $u(t)$ in izhodne veličine $y(t)$ procesa lahko s pomočjo identifikacijskega postopka določimo parametre matematičnega modela. Za vzbujanje procesa, ki ga želimo identificirati, lahko v določenih primerih uporabimo naravne vzbujalne signale (signale, ki sami po sebi nastopajo v procesu), v večini primerov pa so potrebni ustrezni umetni preizkusni signali, ki zadostno vzbudijo proces

za potrebe identifikacije. Rezultat identifikacije je vhodno-izhodni matematični model [3], [4].

Parametri v eksperimentalnem modelu so le številčne vrednosti, katerih funkcijska povezava s fizikalnimi podatki o procesu ostane neznana. Prav tako lahko z meritvijo vhodnih in izhodnih signalov dobimo samo vhodno-izhodne modele, ne pa tudi modelov, ki opisujejo notranjo zgradbo procesov. Kljub temu pa imajo dobri vhodno-izhodni modeli visoko uporabnost in kar nekaj prednosti. Z njimi lahko običajno točneje opišemo trenutno dinamično obnašanje procesa, model procesa pa dobimo enostavnejše in z manjšimi stroški. Potrebno je tudi bistveno manj znanj (podatkov) o procesu, ki ga modeliramo. Identificirani model sicer velja le za raziskovalni proces in določeno stanje obratovanja, zato pa lahko to stanje opišemo relativno točno. Ker je postopek identifikacije nezahteven in hiter, lahko matematični model prilagajamo z različnimi stanji obratovanja in delovnimi točkami, kar je velika prednost pri kompleksnih in nelinearnih procesih, kot je na primer obravnavanje sistema SMIB.

Najprimernejši matematični model za modeliranje obravnavanega sistema je **parametrični, časovno diskretni model, ki omogoča sprotno (on-line) ocenjevanje parametrov modela**. Takšen model lahko zapišemo v obliki diskretne prenosne funkcije $G_p(z^{-1})$ (1), kjer sta red modela m in mrtvi čas d predhodno izbrana.

$$G_p(z^{-1}) = \frac{y_u(z)}{u(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_m z^{-m}} z^{-d} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_m z^{-m}} z^{-d} \quad (1)$$

V enačbi lahko predpostavimo, da je $b_0 = 0$, saj so sistemi z možnostjo skočne spremembe v praksi izjemno redki, če ne nemogoči, zagotovo pa to ne velja za sisteme SMIB.

Slabost izbire parametričnega modela je, da moramo poznati struk-

turo in red modela, ki ga želimo identificirati. V primeru obravnave sistema SMIB lahko strukturo in red modela določimo na podlagi teoretičnih modelov, ki so predstavljeni v [2]. V praksi se lahko potrebni red modela za identifikacijo sistema SMIB tudi spremeni, za ugotavljanje ustreznega reda pa obstajajo določeni praktični postopki, ki so podrobneje opisani v [3].

Kot najboljša parametrična identifikacijska metoda za ocenjevanje parametrov modela SMIB sistema se je izkazala **rekurzivna metoda najmanjših kvadratov z eksponencialnim pozabljanjem (RLSFF)**. Izbiro te metode upravičujejo naslednje prednosti:

- je zelo enostavna in računsko nezahtevna in omogoča sprotno ocenjevanje parametrov modela,
- je robustna in zelo dobro konvergira,
- je dolgo poznana in temeljito preizkušena v mnogih različnih aplikacijah,
- potrebuje krajši čas za uspešno identifikacijo parametrov kot druge metode,
- ima dobre numerične lastnosti,
- omogoča identifikacijo parametrov v zaprti zanki ipd.

■ 4 Rekurzivna identifikacijska metoda najmanjših kvadratov z eksponencialnim pozabljanjem

Za potrebe regulacijskih sistemov potrebujemo sprotno ocenjevanje parametrov matematičnega modela, saj potrebujemo ocene parametrov že med meritvijo. Z uporabo metode RLSFF lahko parametre na novo ocenimo po vsakem koraku meritev, pri tem pa ni potrebno shranjevanje podatkov prejšnjih meritev, kot je to potrebno pri nerekurzivnih metodah. Metodo RLSFF lahko zapišemo z enačbami (2) do (4), podrobnejša izpeljava metode je prikazana v [3].

$$\begin{aligned} \theta(k+1) &= \theta(k) + \\ \gamma(k) &[y(k+1) - \psi^T(k+1)\theta(k)] \end{aligned} \quad (2)$$

$$\gamma(k) = \mathbf{P}(k+1)\psi(k+1) = \frac{\mathbf{P}(k)\psi^T(k+1)}{\psi^T(k+1)\mathbf{P}(k)\psi(k+1) + \lambda} \quad (3)$$

$$\mathbf{P}(k+1) = \frac{1}{\lambda} [\mathbf{I} - \gamma(k)\psi^T(k+1)] \mathbf{P}(k) \quad (4)$$

V enačbah (2) do (4) predstavljata ψ^T podatkovni vektor (5) in θ vektor ocenjenih parametrov (6), ki sta odvisna od predpostavljene strukture in reda modela m .

$$\psi^T(k) = [-y(k-1), \dots, -y(k-m) | u(k-d-1), \dots, u(k-d-m)] \quad (5)$$

$$\theta(k) = [a_1, \dots, a_m | b_1, \dots, b_m] \quad (6)$$

Parameter λ predstavlja faktor pozabljanja [3]. Za faktor pozabljanja mora veljati $1 \geq \lambda > 0$. Izbira vrednosti je kompromis med boljším sledenjem spremembam procesa, vendar večjo občutljivostjo na motnje ($\lambda \rightarrow 0$) ali počasnejšim sledenjem ter manjšim vplivom motenj ($\lambda \rightarrow 1$). Pri večjih vrednostih dosežemo tudi boljšo konvergenco. V praksi se uporabljajo vrednosti med $1 \geq \lambda > 0.9$ [3]. Faktor pozabljanja λ je lahko konstanten, lahko pa metodo priredimo tudi tako, da se faktor pozabljanja λ med procesom identifikacije spreminja.

Pri ocenjevanju parametrov najprej izračunamo korekturni vektor $\gamma(k)$, podan z enačbo (3), nato nove ocene parametrov $\theta(k+1)$ z uporabo enačbe (2). Izračunu ocen parametrov $\theta(k+1)$ nato sledi izračun kovariančne matrike za naslednji korak $\mathbf{P}(k+1)$ po enačbi (4). V naslednjih korakih se zaporedje izračunov ponavlja. Vrednosti korekturnega vektorja γ in ocenjenih parametrov θ na ta način dobimo takoj po zajemu novega para podatkov izmerjenih vhodne in izhodne spremenljivke procesa $u(k)$ in $y(k)$. Tako imamo nove ocene parametrov na razpolago takoj po vsakem zajemu novega para meritev.

V začetku rekurzivnih algoritmov moramo poznati še začetni vredno-

sti $\theta(0)$ in $\mathbf{P}(0)$. Začetni vrednosti lahko določimo na več načinov, kot sta na primer start identifikacijskega algoritma z nerekurzivno metodo ali uporaba ocen iz predhodnih znanj [3], [4]. Vendar je v splošnem enostavneje in primerneje, če na podlagi poznavanja teoretičnega ozadja identifikacije enostavno izberemo ustrezne začetne vrednosti [3]. Matriko začetnih vrednosti lahko podamo z izrazom (7):

$$\mathbf{P}(0) = \alpha \mathbf{I} \quad (7)$$

kjer je $\mathbf{I}$ enotska matrika, α pa izbrana začetna vrednost kovariančne matrike. Iz analize, pobliže predstavljene v [3], je razvidno, da je izbira α obratno sorazmerno odvisna od kvadrata sprememb signalov $u(t)$ in $y(t)$, ki jih uporabimo za potrebe identifikacije. To pomeni, da lahko ob velikih spremembah signalov uporabimo manjše začetne vrednosti α , če pa merimo majhne spremembe signalov, moramo uporabiti velike vrednosti α .

Pri izbiri začetnih vrednosti je kritična izbira začetnih vrednosti kovariančne matrike $\mathbf{P}(0)$, medtem ko so začetne vrednosti ocenjenih parametrov $\theta(0)$ bistveno manj pomembne in jih lahko zaradi enostavnosti postavimo na $\theta(0) = \mathbf{0}$. Začetna vrednost kovariančne matrike namreč določa vrednost ojačanja γ . Če bodo začetne vrednosti matrike velike, bo to pomenilo visoko začetno ojačanje γ , kar bo povzročilo hitre spremembe vrednosti ocenjenih parametrov θ v naslednjem koraku. Če pa bodo začetne vrednosti $\mathbf{P}(0)$ majhne, se bodo ocenjene vrednosti θ le malo spremenile.

Z drugimi besedami lahko zapišemo, da začetne vrednosti $\mathbf{P}(0)$ določajo, koliko zaupamo začetnim vrednostim $\theta(0)$. Če imamo točne začetne vrednosti $\theta(0)$, lahko $\mathbf{P}(0)$ vsebuje majhne vrednosti α . V tem primeru ne potrebujemo velike spremembe ocen parametrov θ v naslednjih korakih, saj smo že blizu pravih vrednosti. Če pa imamo neznane vrednosti $\theta(0)$, ki so potencialno daleč od pravih vredno-

sti, pa je smiselno izbrati ustrezno visoke začetne vrednosti α kovariančne matrike $\mathbf{P}(0)$. Na ta način se bomo hitreje približali pravih vrednostim ocenjenih parametrov. Kot vidimo, imamo z izbiro začetnih vrednosti $\mathbf{P}(0)$ neposreden vpliv na hitrost spreminjanja parametrov. S tem lahko dosežemo tudi ustrezno konvergenco parametrov. Vendar moramo biti pozorni, da vrednosti niso previsoke, saj lahko to povzroči prevelik skok v izbiri ocenjenih parametrov v naslednjem koraku. V [3] je na primer izpostavljeno, da je v splošnem dobra začetna izbira α med 100 in 10000, vendar je za določitev optimalne začetne vrednosti pogosto potrebna eksperimentalna analiza.

■ 5 Analiza vpliva parametrov identifikacijske metode na kvaliteto identifikacije

V tem poglavju so sistematično prikazani vplivi posameznih parametrov, ki neposredno vplivajo na delovanje identifikacijskega algoritma. Na podlagi analize v tem poglavju so načrtane smernice in pripravljeni napotki za izvedbo identifikacije na realnem sistemu SMIB. Pri analizi vpliva parametrov identifikacijske metode na kvaliteto identifikacije so izbrana naslednja izhodišča:

- čas vzorčenja
 $T_s = 0,005$ s,
- dolžina simulacije
 $T_{sim} = 10$ s,
- red matematičnega modela
 $m = 4$,
- zakasnitev izhoda
 $d = 0$,
- začetni pogoji identifikacije
 $\alpha = 10^{10}$,
 $\theta(0) = \mathbf{0}$,
- faktor pozabljanja
 $\lambda = 0,99$
- identifikacija prenosne funkcije med referenčno napetostjo regulatorja $u(t) = V_{t,ref\Delta}(t)$ in izhodno močjo $y(t) = T_{e\Delta}(t)$,
- delovna točka SG
 $P = 1$,
 $\cos\varphi = 0,85$,

- zanemarimo pojav motenj v merilnih signalih.

V nadaljevanju je prikazana sistematična analiza vpliva variacij posameznih parametrov identifikacijske metode na kvaliteto identifikacije, kjer so vrednosti ostalih parametrov nespremenjene.

5.1 Preizkusni vzbujaalni signali

Poenostavljen lineariziran model sistema SMIB (v nadaljevanju krajše PLM sistema SMIB) z regulacijo napetosti ima red $m = 4$. Za uspešno vzbujanje takšnega sistema je potreben vzbujaalni signal, ki zagotavlja *stalno vzbujanje reda* najmanj $m = 4$ [3]. V nadaljevanju sta predstavljena dva umetna vzbujaalna signala, kjer znaša amplituda obeh uporabljenih signalov 5 % glede na referenčno vrednost statorske napetosti:

- prvi vzbujaalni signal je **sinusne oblike** $u(t) = 0,05\sin(2\pi t)$ (slika 1a);
- drugi vzbujaalni signal je **pseudonaključen binarni signal (PRBS)**, pridobljen s pomočjo premikalnega registra s šestimi

stopnjami (slika 2a). Takšen signal ustvari binarno vsebino dolžine $N = 63$, kar pomeni, da zagotovi stalno vzbujanje reda $m = 63$. Za takt signala je uporabljen čas $\beta = 0,1$ s.

Na naslednjih slikah $a_{1,2,3,4}$ in $b_{1,2,3,4}$ označujejo parametre identificirane prenosne funkcije, $a_{1,2,3,4}$ pa predstavljajo parametre referenčne prenosne funkcije, ki jo identificiramo.

Iz rezultatov je razvidno, da sinusni vzbujaalni signal PLM sistema SMIB ne vzbudi dovolj, zato v tem primeru ocenjeni parametri, pridobljeni z identifikacijsko metodo, odstopajo od pravih vrednosti (slika 1d). Posledično odstopa tudi frekvenčna karakteristika diskretne prenosne funkcije identificiranega modela, ki je prikazana na sliki 3.

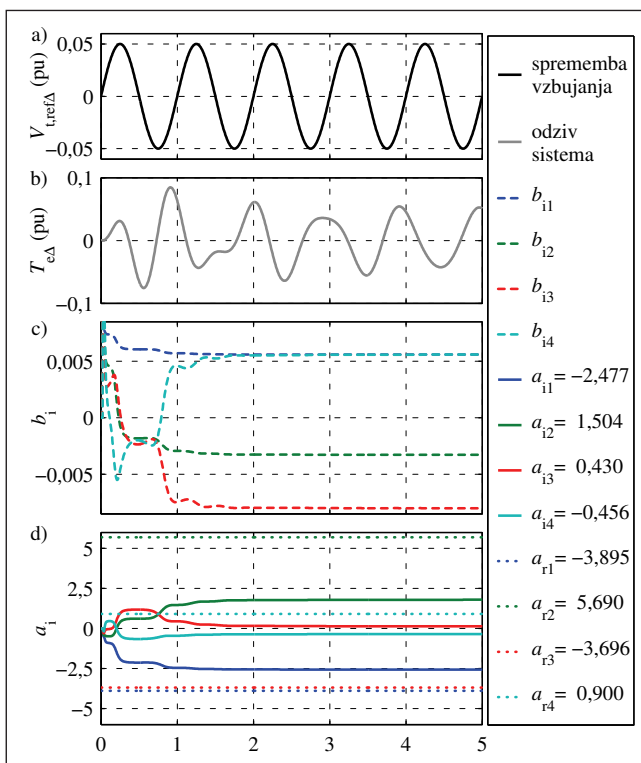
Na sliki 2a in 2b sta prikazana vzbujaalni PRB signal in posledično nihanje električne moči SG okoli delovne točke. Analiza konvergence ocenjenih parametrov pokaže, da le-ti zelo dobro in hitro konvergirajo k pravih vrednostim in jih v času 4 s tudi dosežejo (slika 2d). Posle-

dično se zelo dobro ujemata tudi frekvenčni karakteristiki identificiranega modela in obravnavanega PLM sistema SMIB (slika 3). Manjša odstopanja v fazni karakteristiki se pojavijo nad 10 Hz, kar pa je frekvenčno področje, ki ni zanimivo za delovanje večine regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev. Identificirani model je zato primeren za načrtovanje regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev.

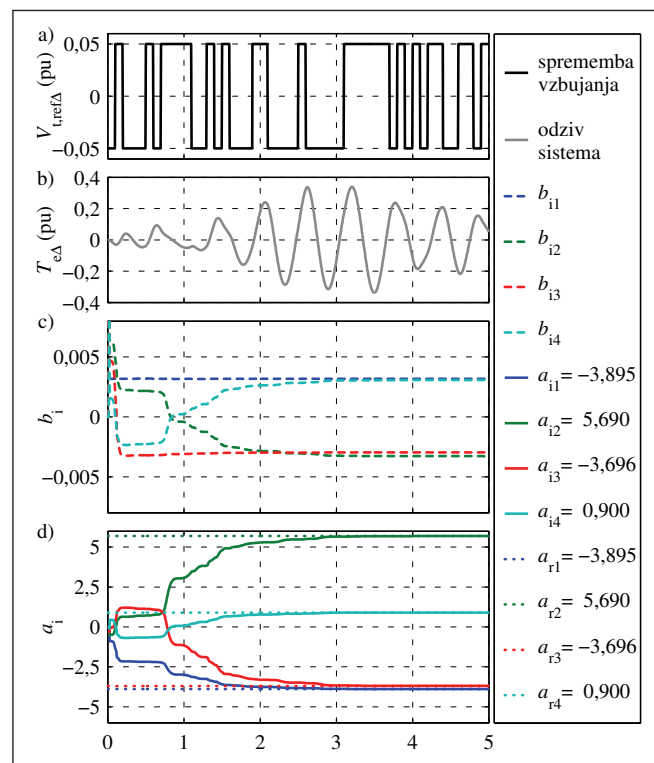
Rezultati analize so tako potrdili teoretično predpostavko, da je PRB signal najbolj primeren za vzbujanje sinhronskih generatorjev za potrebe identifikacije, zato bo takšna oblika preizkusnega signala uporabljena tudi v vseh analizah, ki sledijo v naslednjih podglavljih. Uspešna izvedba identifikacije modela je mogoča tudi pri manjših amplitudah PRB signala, npr. 1 %.

5.2 Čas vzorčenja

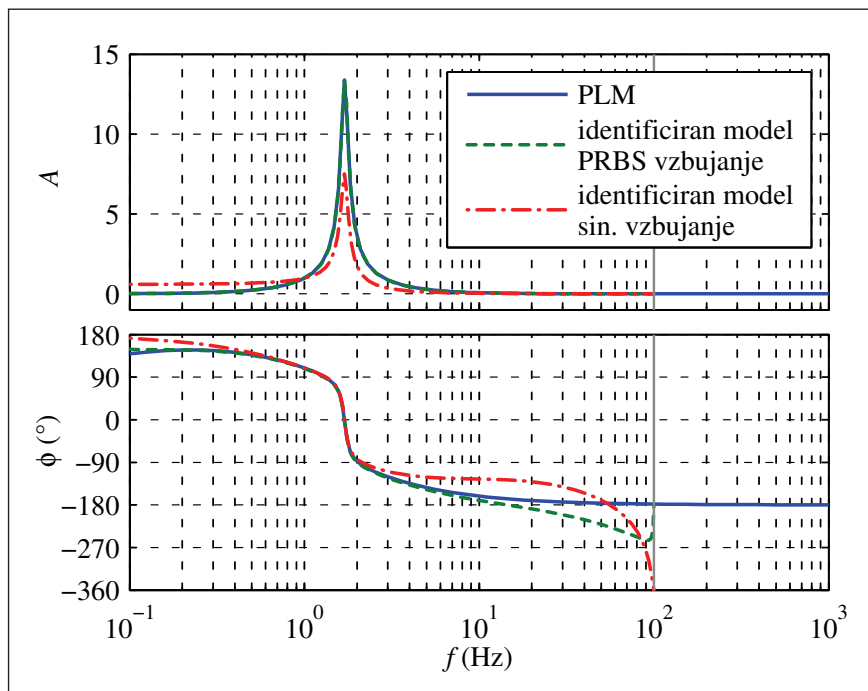
Čas vzorčenja T_s ima velik vpliv na identifikacijo modela [3]. Ker je uporabljen PRB vzbujaalni signal s taktom $\beta = 0,1$ s, so za analizo izbra-



Slika 1. Sinusni vzbujaalni signal, posledično nihanje $T_{e\Delta}$ okoli delovne točke ter ocenjeni parametri diskretne prenosne funkcije v odvisnosti od časa t



Slika 2. PRB vzbujaalni signal, posledično nihanje $T_{e\Delta}$ okoli delovne točke ter ocenjeni parametri diskretne prenosne funkcije v odvisnosti od časa t



Slika 3. Primerjava frekvenčnih karakteristik PLM in identificiranih modelov

ni trije karakteristični časi vzorčenja glede na $T_s = \beta/k$, in sicer $k = 1, 2$ in 20 . Tako dobimo $T_s = 0,1$ s (najdaljši smiselni čas vzorčenja glede na takt PRB signala), $T_s = 0,05$ s in $T_s = 0,005$ s. Izbira takšnih časov je dodatno utemeljena v nadaljevanju. Na *sliki 4* so prikazani izmerjeni vhodni in izhodni signali za identifikacijo s časoma vzorčenja $T_s = 0,1$ s (*slika 4c*) in $T_s = 0,05$ s (*slika 4a*), ki imajo daljša časa vzorčenja kot vhodni in izhodni signal s $T_s = 0,005$ s na *sliki 2*.

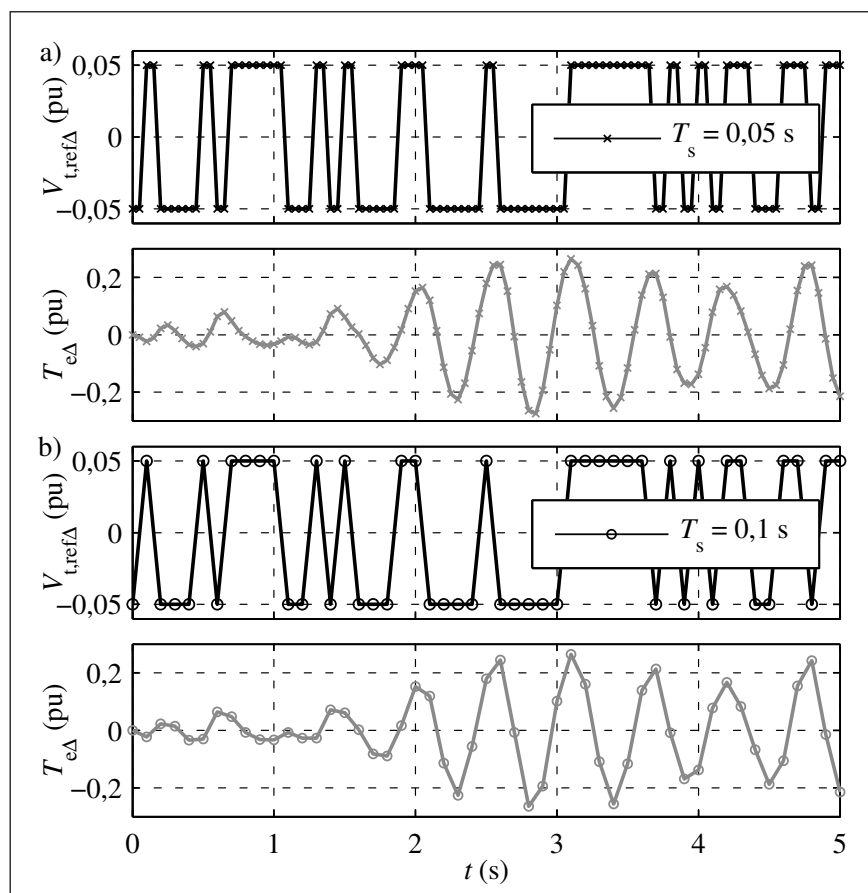
S pomočjo analize frekvenčnih karakteristik na *sliki 5* dobimo mejne vrednosti časov vzorčenja T_s . Od časa vzorčenja je namreč odvisno tudi frekvenčno območje, na katerem je identificirani model definiran. Za načrtovanje regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev je zanimivo frekvenčno področje do 10 Hz, kar pomeni, da je lahko najdaljši čas vzorčenja $T_s = 0,05$ s. Daljši čas vzorčenja od mejnega ($T_s = 0,1$ s) ne zagotovi ustreznega modela v diskretnem prostoru, pojavijo pa se tudi odstopanja frekvenčnih karakteristik. V primeru nadaljnjega povečevanja časa vzorčenja ($T_s > 0,1$ s) bi prišlo do pojava prekrivanja (angl. aliasing).

Prav tako lahko določimo najmanjši ustrezeni čas vzorčenja; le-ta znaša $T_s = 0,05$ s. Pri takšnem času vzorčenja je model v diskretnem prostoru definiran do 100 Hz (*slika 5*), njegovo

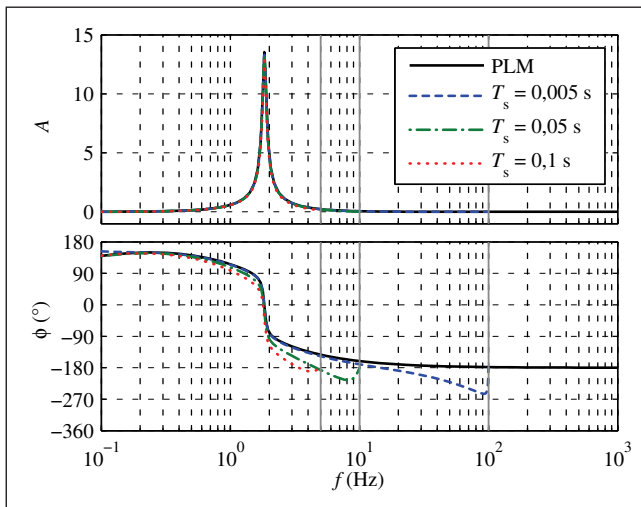
ve frekvenčne karakteristike pa se odlično ujemajo s karakteristikami modela v frekvenčnem področju do 10 Hz. Nadaljnje zmanjševanje časa vzorčenja ($T_s < 0,005$ s) pa lahko povzroči numerične težave in pogreške pri izračunu ocen parametrov modela, saj s tem povzročimo premajhno spreminjanje vhodnih veličin identifikacijske metode med posameznimi koraki izračuna.

5.3 Red modela

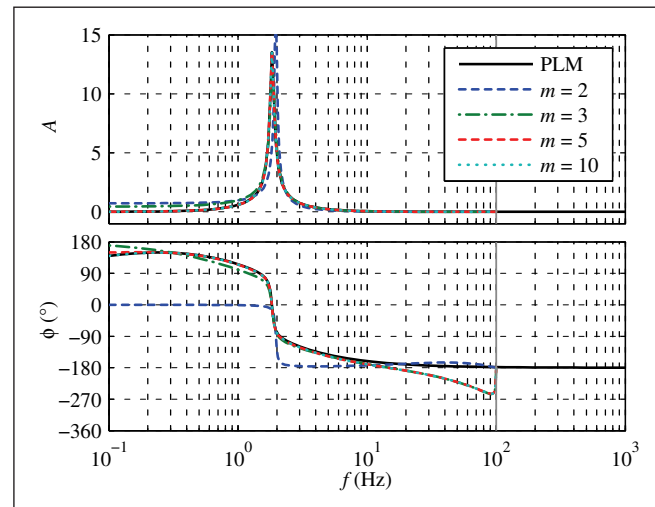
Kljub znanemu redu PML sistema SMIB ($m = 4$) je smiselno opraviti tudi analizo vpliva reda identificiranega modela na kvaliteto identifikacije. Glavni razlog je ta, da se lahko v primeru identifikacije realnega sistema SMIB zaradi nemo delirane dinamike red modela, ki je potreben za uspešno identifikacijo, spremeni. Na simulacijskem modelu so bili identificirani modeli redov $m = 2, 3, 5$ in 10 . Ustrezna primerjava frekvenčnih karakteristik identificiranih modelov in referenčnega PLM je prikazana na *sliki 6*.



Slika 4. PRBS vzbujanje in odziv PLM: a) $T_s = 0,05$ s in b) $T_s = 0,1$ s



Slika 5. Primerjava frekvenčnih karakteristik PLM in identificiranih modelov z uporabo različnih časov vzorčenja signalov



Slika 6. Frekvenčne karakteristike identificiranih modelov različnih redov v primerjavi s frekvenčno karakteristiko PLM

Iz frekvenčnih karakteristik je razvidno, da nastanejo odstopanja odzivov dobljenih modelov, ki imajo premajhen red ($m < 4$). Odstopanja so tem večja, čim manjši je red identificiranega modela. Najbolj odstopa frekvenčna karakteristika, kjer smo predpostavili red modela $m = 2$, medtem ko model reda $m = 3$ že skoraj dobro opiše obnašanje PLM sistema SMIB v dokaj širokem frekvenčnem območju.

Če predpostavimo red modela višji od dejanskega reda (v obravnavanem primeru $m > 4$), tako identificirani model dobro opiše obnašanje modela SMIB v celotnem frekvenčnem območju. Slednjo lastnost uporabimo v primerih, če moramo

red modela povečati zaradi motenj v merjenih signalih.

5.4 Začetni pogoji identifikacije

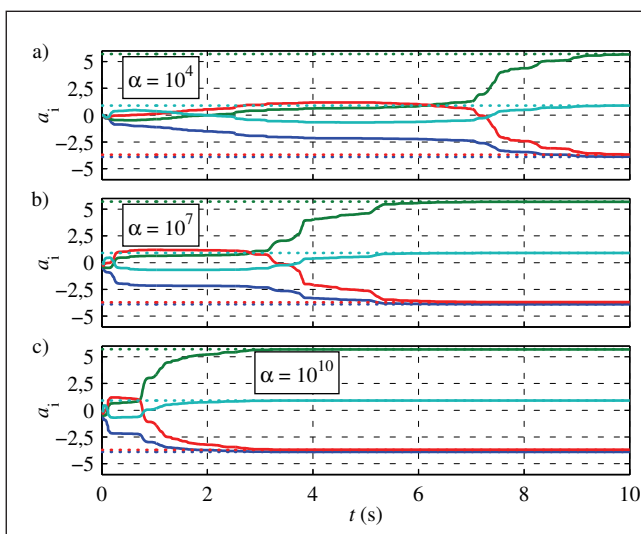
Ker postavitev začetnih vrednosti ocenjenih parametrov $\theta(0)$ ni tako problematična (dodatno je te začetne vrednosti v realnosti težko oceniti), so predpostavljene začetne ocene parametrov $\theta(0) = \mathbf{0}$. V nadaljevanju je analiziran vpliv začetnih parametrov kovariančne matrike, in sicer za primere $\alpha = 10^4, 10^7$ in 10^{10} (slika 7). Ker so začetne vrednosti ocenjenih parametrov $\theta(0) = \mathbf{0}$ precej oddaljene od pravih, je za hitro spreminjanje novih ocen in hitrejšo

konvergenco potrebna visoka vrednost začetne vrednosti $\alpha = 10^{10}$.

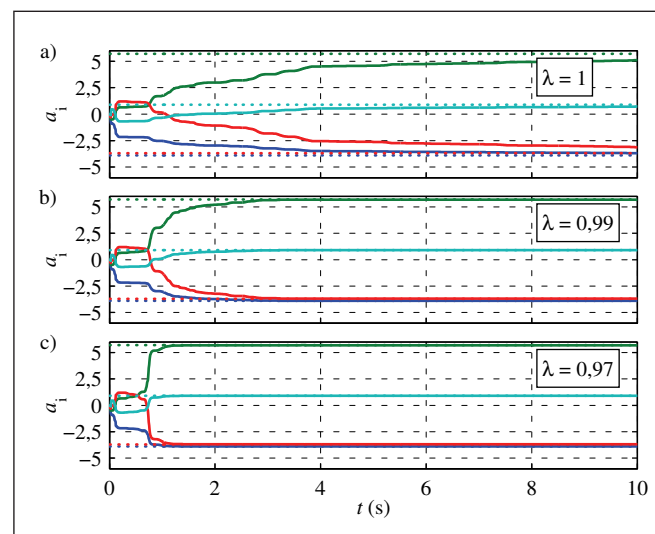
5.5 Faktor pozabljanja

Na sliki 8 je prikazan vpliv faktorja pozabljanja λ na konvergenco ocen parametrov identificiranega modela θ .

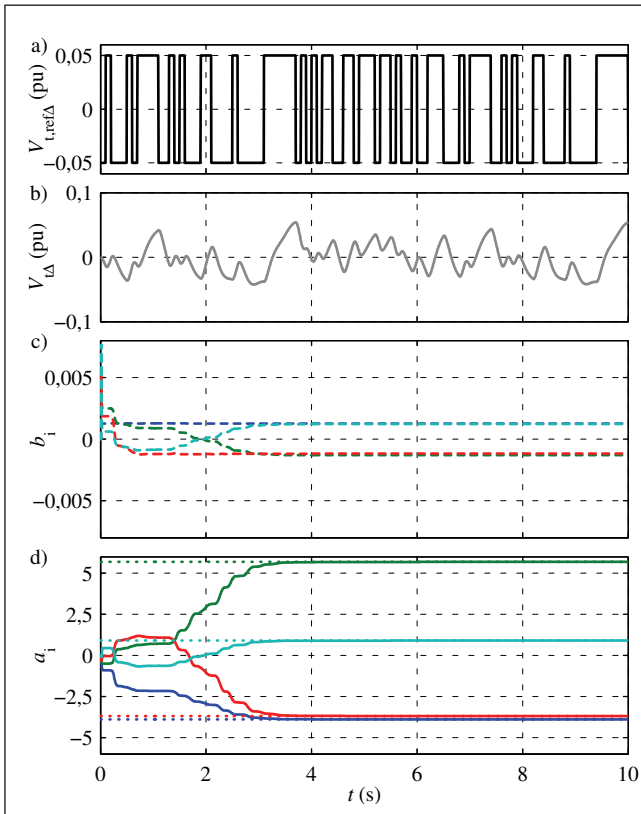
Razvidno je, da z manjšanjem faktorja λ ocene parametrov bistveno hitreje konvergirajo. Ob uporabi faktorja $\lambda = 1$ (slika 8a) identifikacijski algoritem potrebuje veliko časa, da ocenjene vrednosti parametrov modela dosežejo prave vrednosti (več kot 50 s), zato je uporaba faktorja pozabljanja smiselna. Vendar pa se



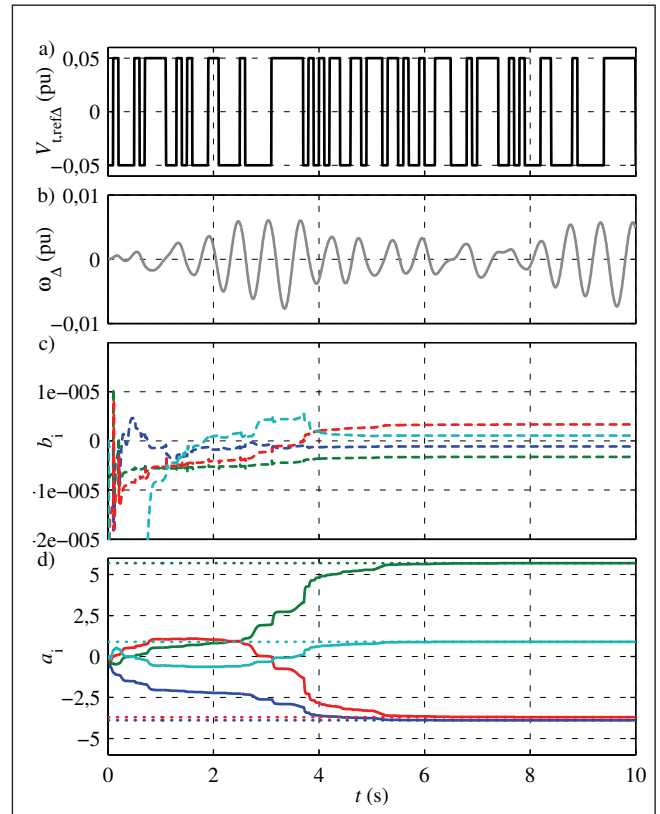
Slika 7. Vpliv začetnih vrednosti na konvergenco ocenjenih vrednosti parametrov modela



Slika 8. Konvergenca parametrov identificiranega modela za različne faktorje pozabljanja λ



Slika 9. Odziv spremembe izhodne napetosti $V_{t\Delta}(t)$ na PBRS vzbujaње in konvergenca identificiranih parametrov



Slika 10. Odziv spremembe kotne hitrosti $\omega_{\Delta}(t)$ na PBRS vzbujaње in konvergenca identificiranih parametrov

moramo zavedati, da z manjšanjem faktorja λ zelo povečamo občutljivost izračuna na motnje, ki so v realnih primerih vedno prisotne. Zato je priporočena vrednost faktorja na začetku $\lambda \rightarrow 1$, dobro izhodišče pa je $\lambda = 0,99$. Z eksperimentalnimi preizkusi identifikacije se lahko nato določi smiseln faktor λ glede na motnje v merjenih signalih.

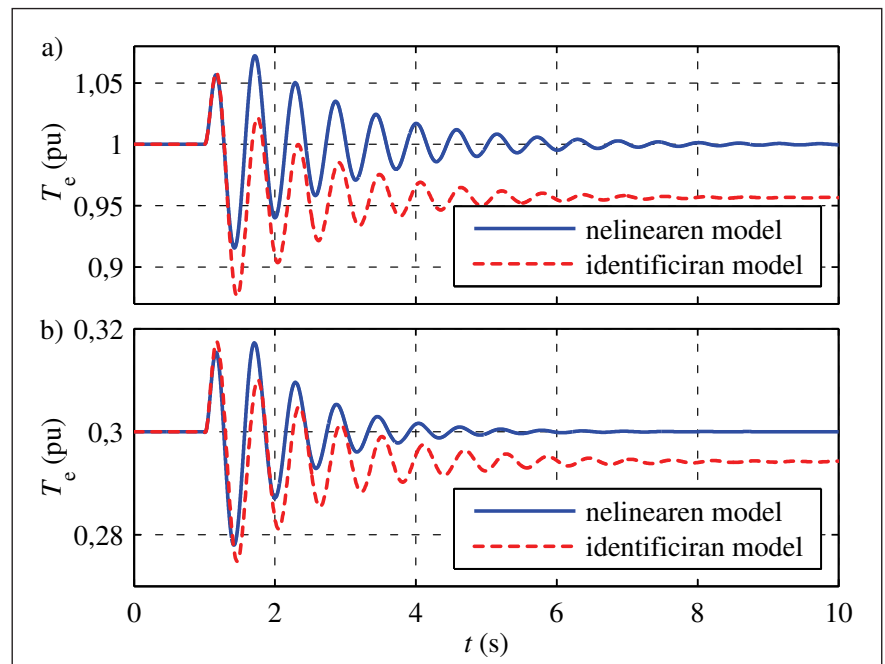
5.6 Identifikacija različnih prenosnih funkcij PLM sistema SMIB

Model sinhronskega generatorja lahko identificiramo iz različnih izhodnih signalov PLM sistema SMIB, pri tem pa kot vhod vedno uporabimo referenčno vrednost regulatorja napetosti ($u(t) = V_{t,ref\Delta}(t)$). V nadaljevanju sta prikazana primera identifikacije iz statorske napetosti $y(t) = V_{t\Delta}(t)$ na *sliki 9* ter kotne hitrosti vrtenja $y(t) = \omega_{\Delta}(t)$ na *sliki 10*.

Na *sliki 9* je prikazan odziv spremembe izhodne napetosti $V_{t\Delta}(t)$ na PBR vzbujačni signal, na *sliki 10* pa odziv spremembe kotne hitro-

sti $\omega_{\Delta}(t)$ na enak vzbujačni signal. Iz primerjav potekov ocenjenih parametrov diskretne prenosne funkcije vidimo, da lahko iz obeh veličin uspešno identificiramo prenosno

funkcijo. Vendar pa je iz rezultatov razvidno tudi, da se oba opisana izhodna signala sinhronskega generatorja ($V_{t\Delta}(t)$ in $\omega_{\Delta}(t)$) bistveno manj spreminjata ob istem vhodnem si-



Slika 11. Odziv nelinearnega in identificiranega modela na stopnično spremembo vzbujačne napetosti $V_{t,ref\Delta}: 0 \rightarrow 0,1$ [pu] v $t = 1$ [s] a) $P = 1$, $\cos\varphi = 0,85$ in b) $P = 0,3$, $\cos\varphi = 0,29$

gnalu v primerjavi z delovno močjo $T_{e\Delta}(t)$, prikazano na sliki 2. V praksi bi zaradi relativno manjših signalnih sprememb prišlo do zmanjšanja razmerja signal/motnje, kar neugodno vpliva na identifikacijski proces. Prav tako je v primeru merjenja kotne hitrosti $\omega(t)$ merilnik le-te v veliko primerih premalo natančen. Zato je identifikacija modela sistema SMIB na osnovi sprememb izhodne moči $T_{e\Delta}(t)$ dosti bolj smiselna kot identifikacija z merjenjem statorske napetosti $v_t(t)$ ali kotne hitrost $\omega(t)$.

6 Rezultati identifikacije sinhronskega generatorja

Zaključki analize, predstavljene v prejšnjem poglavju, so bistveni pri načrtovanju identifikacije na realnem sistemu SMIB. Delovanje identifikacijskega algoritma pa lahko preverimo tudi na nelinearnem dq -modelu sistema SMIB, saj ta predstavlja boljši približek realnemu sistemu kot poenostavljeni linearizirani model sistema SMIB. Rezultati identifikacije na primeru nelinearnega dq -modela sistema SMIB so za dve različni delovni točki prikazani na sliki 11.

Iz rezultatov, prikazanih na sliki 11, je razvidno, da se frekvenci in du-

šenji odzivov identificiranega in nelinearnega modela v obeh delovnih točkah zelo dobro ujemata, pojavi pa se pogrešek v stacionarnem stanju. Ker je za potrebe načrtovanja in sinteze regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev pomembno predvsem dinamično obnašanje identificiranih modelov, pogrešek v stacionarnem stanju ne predstavlja večjih ovir. Identificirani modeli predstavljajo dobro osnovo za načrtovanje in sintezo regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev.

7 Zaključek

V članku je predstavljena uporaba rekurzivne identifikacijske metode najmanjših kvadratov z eksponentialnim pozabljanjem za identifikacijo parametrov matematičnega modela sinhronskega generatorja z napetostnim regulacijskim sistemom. Predstavljena identifikacijska metoda je računsko nezahtevna in robustna. Njena uporaba omogoča hitro določitev parametrov matematičnega modela in ne zahteva prekinitve koristnega obratovanja sinhronskega generatorja.

Podrobna analiza vpliva identifikacijskih parametrov na hitrost in natančnost identifikacije je podala smernice za izbiro najpomembnejših identifikacijskih parametrov.

Podana so priporočila za izbiro dinamike preizkusnega signala, časa vzorčenja, stopnje identificiranega modela, začetnih vrednosti in faktorja pozabljanja.

Uporaba identifikacijskih metod za izpeljavo parametričnega matematičnega modela sinhronskega generatorja se je izkazala kot zelo primerna. Tako dobljen model dobro opisuje vse pomembne dinamične lastnosti sinhronskega generatorja in je primeren za simulacije in analizo dinamičnih lastnosti ter za načrtovanje in sintezo regulacijskih sistemov sinhronskih generatorjev.

Viri

- [1] Ritonja, J., Polajžer, B., »Regulacijski sistemi sinhronskih generatorjev«, Ventil, let. 20, št. 6, 2014.
- [2] Ritonja, J., Petrun, M., »Matematični modeli sinhronskega generatorja«, Ventil, let. 21, št. 1, 2015.
- [3] Isermann, R., Münchhof, M., »Identification of dynamic systems: An introduction with application«, Springer-Verlag, Berlin, 2011.
- [4] Ljung, L., »System identification: Theory for the user (second edition)«, Prentice Hall, PTR, 1999.

Identification of synchronous generator linearized model

Abstract: The paper presents the use of the recursive least squares identification method with the exponential forgetting to identify the parameters of the simplified linearized input-output model of the synchronous generator connected to the infinite bus. The application of the identification methods replaces the need for knowledge or measurement of construction's data of the synchronous generator and the transmission line. The article presents a detailed analysis of the influence of the identification method parameters on the speed and accuracy of the identification. Based on this analysis the guidelines for the selection of identification method parameters are developed. The applicability of the results is confirmed with the time responses of the nonlinear dq -model and the identified linearized input-output model of the synchronous generator connected with the transmission line to the infinite bus.

Keywords: synchronous generator, identification, recursive least square identification method

Robotsko mikrokovanje

Matej MIKLAVČIČ, Mitja MUHIČ

Izvleček: Kontroliran postopek mikrokovanja (angl: Shot Peening) je že dlje časa znana površinska obdelava v hladnem, uporabljena predvsem pri izdelavi dinamično obremenjenih mehanskih komponent. Mikrokovanje je močno kontrolirana obdelovalna operacija, s katero se povečajo trajne dinamične trdnosti in korozijske odpornosti obremenjenih površin elementov.

Za doseganje želene produktivnosti, učinkovitosti, ponovljivosti in praktične uporabnosti obdelanih izdelkov je pri samem postopku potrebno spremljati procesne parametre, ki opisujejo obdelovanec, in parametre same obdelave. Tovrstni sistemi so za aplikacije v letalski industriji strogo specifikirani po aktualnem standardu SAE AMS-2432.

Uporaba računalniško vodenega robotskega mikrokovanja omogoča proizvajalcem komponent doseganje strogih zahtev, kijih narekuje proces. To še posebej velja za področje izdelave visoko učinkovitih turboreaktivnih motorjev, kjer se zaradi kompleksnih geometrij in vse strožjih zahtev klasične metode ne uporabljajo več.

Ključne besede: mikrokovanje, zaprtozančna regulacija, robotska manipulacija, ponovljivost, fleksibilnost, učinkovitost, procesno vodenje, zajemanje podatkov, procesna zgodovina

■ 1 Uvod

Proces obstreljevanja površine s sferičnimi delci je pomembna in že dolgo poznana površinska obdelava v hladnem. Osnova procesa mikrokovanja je obstreljevanje površine obdelovancev s sferičnimi delci z visoko hitrostjo. Vsak strel, ki zadene predmet, posledično ustvari plastično deformacijo površinskega sloja, podobno kot udarec majhnega kladiča. Intenzivnost posameznega udarca je funkcija kinetične energije delca in kota, pod katerim delec zadene ob obdelovano površino. Na površinski plasti obdelovanca prihaja do povečanja trdote, nastajanja kompresijskih zaostalih napetosti, spremembe površinske topografije in v nekaterih primerih do možnosti strukturnih sprememb (razpad zaostalega avstenita). Vse to vodi k povečanju dinamične trdnosti elementov, ki so bili obdelani s postopkom mikrokovanja. Vpliv prej omenjenih učinkov na poveča-

nje dinamične trdnosti ni odvisen samo od trdnosti izpostavljenega materiala, ampak tudi od procesnih pogojev samega postopka.

Za razliko od klasičnega peskanja, ki se uporablja za čiščenje površine obdelovancev s curkom drobnih abrazivnih delcev, pa se mikrokovanje uporablja za učvrstitev oz. izboljšanje površine. To se izvaja z reguliranim curkom majhnih krogelnih delcev, ki so lahko iz jekla, litega železa, stekla in keramike.

Obvladovanje procesa obdelave je vse prej kot enostavna tehnologija, saj je za doseganje ustrezne produktivnosti, učinkovitosti, ponovljivosti in praktične uporabnosti obdelanih izdelkov pri samem postopku potrebno natančno regulirati procesne parametre, ki opisujejo obdelovanec in obdelavo [1].

■ 2 Standard SAE AMS-2432

Sodobni obdelovalni stroji za mikrokovanje temeljijo na večosnih avtomatiziranih CNC ali robotiziranih sistemih, ki morajo zadoščati strogim kriterijem specifičnih indu-

strijskih standardov, kontroli, regulaciji, ponovljivosti in natančnosti sicer težko obvladljivega obdelovalnega postopka. Tovrstni sistemi so za aplikacije v letalski industriji strogo specifikirani po aktualnem standardu SAE AMS-2432.

Ta specifikacija določa zahteve za računalniško vodeno mikrokovanje obdelovanih površin, obstreljevanih z jeklenimi, steklenimi in keramičnimi delci. Uporaba računalniškega vodenega postopka zagotavlja ponovljivo doseganje želene intenzivnosti in pokritosti obdelovanih površin. Mikrokovanje po standardu SAE AMS2432 dosega ali presega zahteve podrejenega standarda SAE AMS 2430, ki ureja klasično avtomatsko mikrokovanje [2].

V tehničnih zahtevah se standard poleg vseh ostalih definira področij posebno orientira na opremo oz. obdelovalne stroje in specifikira, da mora oprema za mikrokovanje delovati samodejno in biti računalniško nadzorovana oz. vodena. Obdelovalni stroj mora biti opremljen z računalnikom za nenehno spremljanje in beleženje specifikiranih parametrov, prikaza-

Matej Miklavčič, Ferročrta-lič, d. o. o., Dolenjske Toplice; doc. Dr. Mitja Muhič, Fakulteta za industrijski inženiring Novo mesto, Novo Mesto

Tabela 1. Tabela specificiranih parametrov

Parameter	Enota	Procesna toleranca
		Plus ali minus
		Meja izklopa
Pretok medija	kg/min	10 %
(za vsako posamezno šobo)		
Zračni tlak	kPa	>20 psi 10 %
(za vsako posamezno šobo)		<20 psi 20 %
Hitrost centrifugalnega kolesa	obr/min	>2000 1 % <2000 20
Hitrost pomika šobe ali centrifugalnega kolesa	mm/min	10 %
Hitrost pomika deflektroja	mm/min	10 %
Čas izklopa šobe ali kolesa	s	1
Hitrost vrtljive mize	obr/min	10 %
Hitrost obdelovanca	mm/min	10 %
Hitrost transportne proge	mm/min	10 %
Čas obdelovalnega cikla	s	1
Pozicija šobe ali kolesa	mm/°	1,57 / 5
Pozicija vrtljive mize ali kosa	mm/°	1,57 / 5

nih v tabeli 1, ki morajo biti ves čas procesa v navedenih tolerančnih mejah. Sistem shranjevanja in arhiviranja podatkov mora biti v tiskani oz. fizični formi ali alternativni obliki zapisa, ki jo odobri odgovorna inženirska organizacija. Stroj mora omogočiti regulirano pospeševanje sferičnih delcev s stisnjenim zrakom proti obdelovancu in hkrati zagotoviti nadzorovano enakomerno gibanje bodisi obdelovanca skozi curk delcev bodisi curka delcev čez obdelovanec, gibanje pa naj bi bilo translatorsko, rotacijsko ali kombinirano. Obdelovanec med procesom ne sme biti podvržen kakršnemu koli poljubnemu in nekontroliranemu gibanju. Stroj mora imeti sposobnost nenehnega reproduciranja zelene intenzitete obdelave.

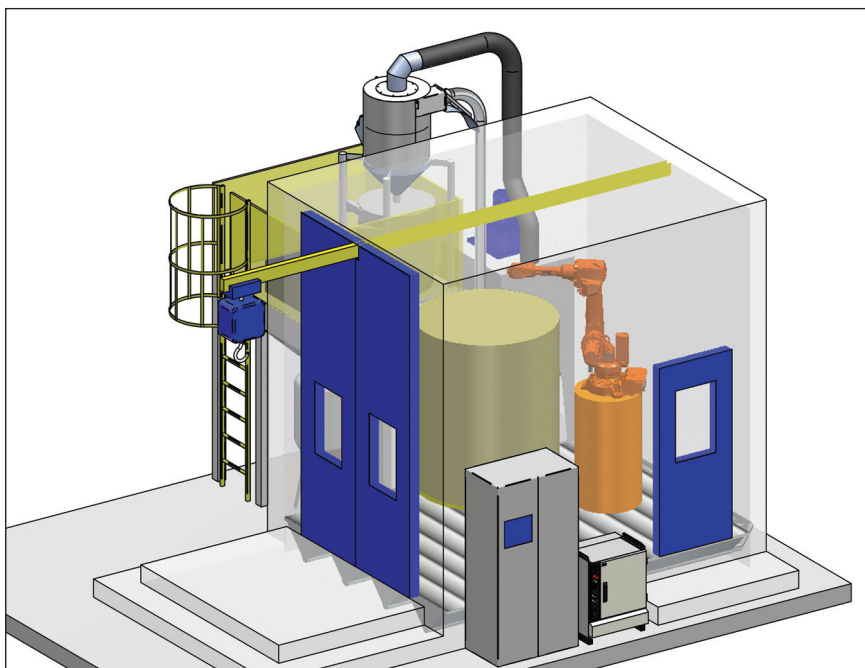
Obdelovalni sistem mora prekiniti cikel v manj kot eni sekundi, če kateri od parametrov gibanja, zračnega tlaka ali masnega pretoka medija ni več v tolerančni meji. Sistem mora shraniti v spomin in izpisati pogoje prekinitve za parametre iz *tabele 1* ter nadaljevati operacijo za dokončanje procesnega cikla od točke zaustavitve dalje. Med prekinitvijo mora biti procesirani obdelovanec identificiran na poročilu operacije ali računalniškem izpisu.

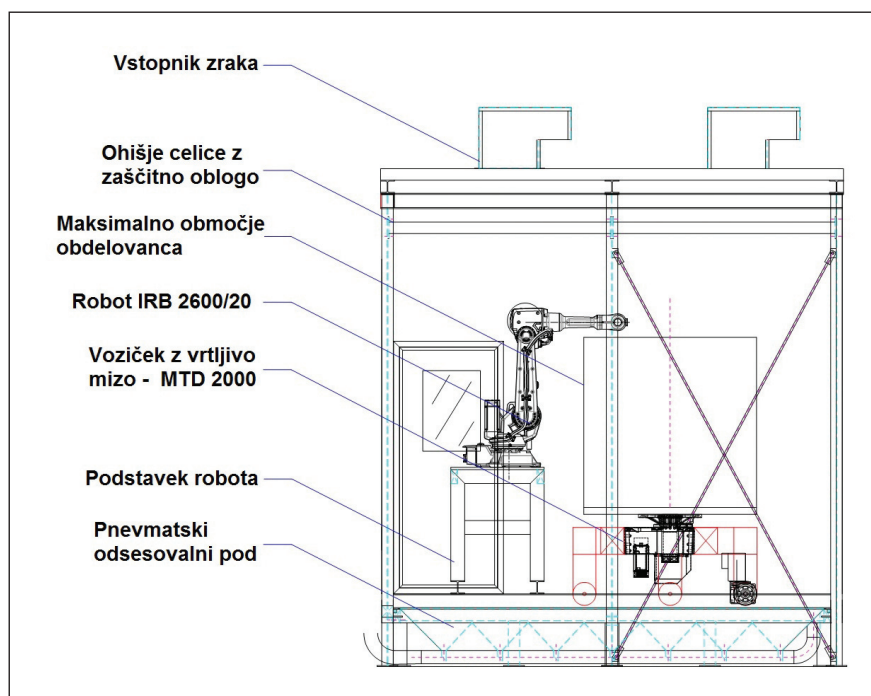
Poleg navedenih parametrov in zahtev, ki so omejeni na nadzor, regulacijo, ponovljivost in arhiviranje postopkov, standard opredeljuje še vrsto zahtev s področja opremljenosti, verifikacije in specifičnih lastnosti postopka mikrokovanja. Prispevek se bo osredotočil na zagotavljanje parametrov, povezanih z gibanji, zračnim tlakom in masnim pretokom obdelovalnega sredstva.

3 Vloga robotike v računalniško vodenem mikrokovanju

Uporaba računalniško vodenih večosnih robotov je proizvajalcem opreme omogočila sledenje vse strožjim zahtevam in standardom, kot npr. SAE AMS 2432, ki jih narekuje proces mikrokovanja. Pred uveljavitvijo robotov in večosnih CNC-manipulatorjev se je postopek zanašal zgolj na »trdo avtomatiko«, največkrat samo z enosno manipulacijo obdelovalnih šob. Posledica tega sta bili preveč intenzivna obdelava enega območja obdelovanca zaradi doseganja ustrezne pokritosti preostalega dela ali nezadostna obdelava težje dostopnih območij. V najboljšem primeru so bile specifikacije mikrokovanja mnogih kritičnih komponent ogrožene, saj konvencionalne metode niso mogle zagotoviti enakomerne plasti tlačnih napetosti po celotni obdelovalni površini. [3]

Zaradi velikega zanašanja na operaterjev občutek in izkušnje pri nastavljanju obdelovanih šob je posledično bil večji del procesnega časa porabljen za pripravo stroja kot za obdelavo samo. Poleg problema nadzora kakovosti, pri katerem dva operaterja nista nikoli popolnoma enako nastavila šob,

**Slika 1.** 3D model sodobne robotske obdelovalne celice



Slika 2. Dispozicijska risba postavitve opreme robotske celice

je bilo veliko podjetij prisiljenih v nabavo nekaj enakih strojev za obdelavo enakih kosov, saj je dejanski aktivni čas opreme bil zelo nizek. Za namestitev vseh potrebnih kotov obstreljevanja, ki bi zagotovili polno pokritost obdelovancev, so klasični sistemi potrebovali vsaj eno šobo za vsak kot, kar pa je posledično pomenilo zelo okorno, nefleksibilno in kompleksno skupino.

Robotska manipulacija obdelovalnih šob je proizvajalcem omogočila obravnavo postopka mikrokovanja podobno kot vsak drugi CNC nadzorovan postopek, z absolutno predvidljivimi časi obdelovalnih ciklov, rezultati in stroški na posamezni cikl. S tipično ponovljivostjo postopka od $\pm 0,05$ mm na vseh linearnih oseh in $\pm 0,5^\circ$ na rotacijskih oseh, robot zlahka s samo eno šobo v programu sledi zunanjim konturam velikih in kompleksnih obdelovancev in v drugem programu pozicionira majhne rotirajoče šobe v zahtevne tehnološke odprtine.

Robotski manipulator za mikrokovanje je mogoče programirati brez direktne povezave oz. s pomočjo CAD-orodij za simulacijo in nato prenesti program v robotski kontroler. Vseeno pa večina operaterjev oz. programerjev najraje vidi dejanski relativni

položaj šobe glede na obdelovanec, zato se večina programov razvija s pozicioniranjem robota vzdolž zelene poti gibanja s pomočjo ročnih upravljalnih panelov. Daljinski ročni panel programerju omogoča vnos podatkov iz notranjosti obdelovalne celice, kot so npr. oddaljenost šobe od obdelovanca, vpadni kot in hitrost pomika, direktno v robotski kontroler, ki je pozicioniran zunaj celice. Tako pripravljen program se lahko hrani v spominu robotskega kontrolerja, na poljubnem spominskem mediju ali naloži na gostiteljski računalnik.

Poznejši klic posameznega obdelovalnega programa se lahko opravi z ročnim vnosom serijske številke obdelovanca na nadzornem računalniku ali z enostavnim odčitavanjem črtna kode, s katero je opremljen izdelek.

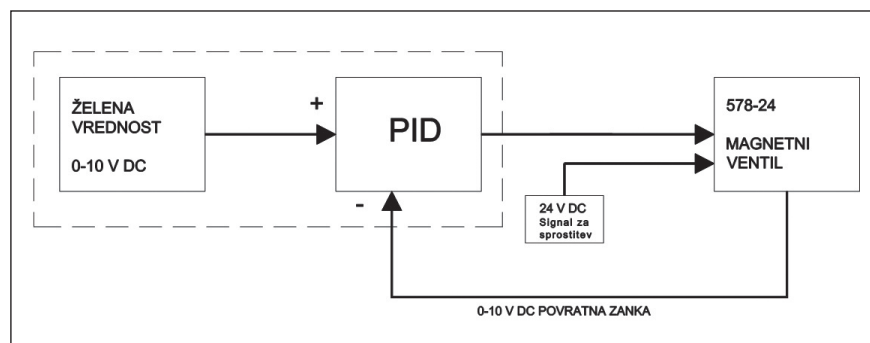
Čeprav na tržišču obstaja veliko različnih robotskih manipulatorjev, jih je le malo ustrezno prilagojenih zahtevnemu in neprizanesljivemu procesu mikrokovanja.

Zaradi agresivnosti okolja, v katerem deluje robotski manipulator, sta vzdržljivost in zanesljivost glavni merili pri izbiri opreme. Vsi gibljivi deli, tako znotraj kot tudi zunaj obdelovalne celice, morajo biti dobro zaščiteni pred abrazivnim delovanjem, značilnim za mikrokovanje.

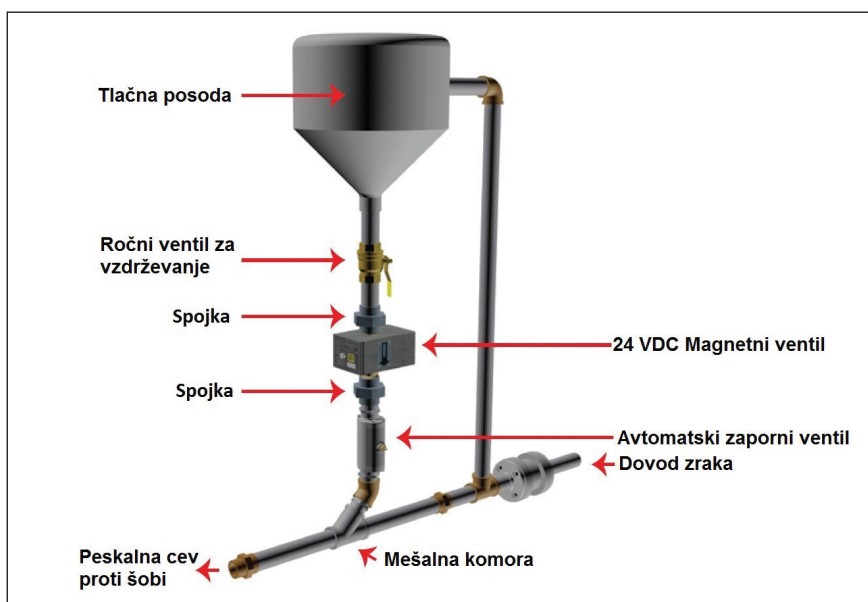
Poleg dejstva, da je robot primeren za mikrokovanje, vzdržljiv in zanesljiv, mora biti hkrati zelo natančen, ponovljiv in enostaven za programiranje. Robot mora zagotavljati široko območje delovanja in zadostno svobodo gibanja, da sledi konturi celotnega obdelovanca, še posebej pri reaktivnih motorjih, kjer so zahteve po obdelavi velikih zunanjih in majhnih notranjih radijev. Po drugi strani pa večina obdelovancev rotira ali se premika pred obdelovalnimi šobami, zato je zahtevana velika hitrost njihove manipulacije. Običajno zadoščajo linearne hitrosti 4–5 m/min in rotacije okoli 720°/min.

■ 4 Zaprtozančna regulacija procesnih parametrov

Ne samo, da so robotski manipulatorji omogočili superiorno metodo manipulacije obdelovalnih šob v primerjavi s klasično avtomatiko, bili so ključnega pomena pri izboljšanju celotnega postopka mikrokovanja. Natančnost in ponovljivost, ki jo nudijo roboti, sta proizvajalce opreme prepričali s pokritostjo, in-



Slika 3. Regulacija masnega pretoka medija



Slika 4. Postavitev magnetnega regulacijskega ventila

tenzitetu in nasičenostjo, ki jih zahteva postopek.

Z uporabo inkrementalnih dajalnikov na servopogonih vseh robotovih osi je mogoča zaprtozančna povratna zveza, ki jo ves čas nadzira robotski kontroler.

Zaprtozančna kontrola in regulacija doziranja stisnjenega zraka in masnega pretoka obdelovanega medija sta ravno tako pripomogli k zagotovitvi zanesljivega sistema mikrokovanja, ki lahko deluje brez nadzora cikla za ciklom.

Danes so na trgu različne tehnološke rešitve za regulacijo omejenih procesnih veličin. Naj samo omenimo zaprtozančno regulacijo masnega pretoka feritnega obdelovalnega medija (slika 3), ki temelji na njegovih magnetnih lastnostih. Tovrstna regulacija se izvaja neposredno z magnetnimi ventili.

Magnetni regulacijski ventil, prikazan na sliki 4, je normalno zaprt ventil, ki regulira pretok jeklene granulate ali žičnih sekancev v sistemih zračnega mikrokovanja. Vgrajeno tipalo meri masni pretok skozi magnetni ventil in skupaj z ločenim kontrolerjem zagotavlja natančen in ponovljiv pretok.

Enostavna konstrukcija ventila vsebuje močen in stabilen permanentni magnet za normalno zaprto

stanje in elektromagnet za neposredno regulacijo pretoka. Tovrstni magnetni ventili so lahko tovarniško kalibrirani za različne vrste in velikosti medijev [4].

Podobni zaprtozančni sistemi, sestavljeni iz proporcionalnega ventila oz. regulatorja in pilotnega ventila, kot je prikazan na sliki 5, se uporabljajo za natančno in ponovljivo regulacijo zračnega tlaka.

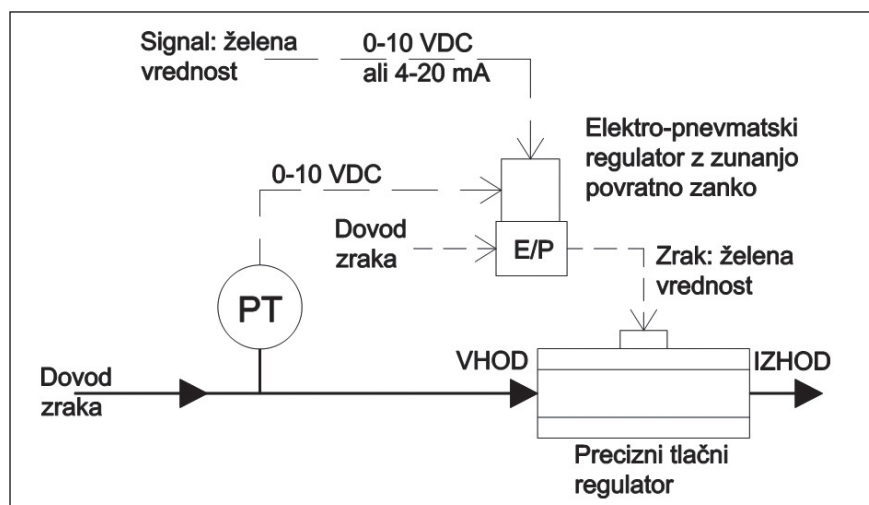
V primeru okvare katerega od nadzorovanih sistemov, se izvajanje programa nemudoma ustavi in tako prepreči morebitna poškodba obdelovanca. Ko je neželena situacija ali okvara odpravljena, se proces lahko nadaljuje od točke zaustavitve dalje in tako nadaljuje obdelavo v skladu s specifikacijo.

Postopki mikrokovanja tehnično zahtevnih letalskih komponent narokujejo posebne zahteve težko obvladljivega obdelovalnega postopka. Iz navedenih zahtev postopka je edina logična in sprejemljiva rešitev uporaba robotske tehnologije za manipulacijo obdelovalnih šob in najsodobnejših sistemov za zaprtozančno regulacijo masnega pretoka medija in delovnega zračnega tlaka.

Celoten cikel obdelave je podprt s sistemom za reciklažo in upravljanje jeklene obdelovalnega medija, ki vsebuje čiščenje, klasifikacijo velikosti in avtomatsko polnjenje tlačnih posod. Sodobni sistemi so zasnovani tako, da omogočajo delovanje z dvema ali več različnimi velikostma obdelovalnega medija.

Za nadzor nad celotnim obdelovalnim procesom skrbijo sodobni PLC-krmilniki z namensko izdelanim programskim paketom, ki je podprt s SCADA-sistemom za vizualizacijo procesa na industrijskem PC-računalniku (slika 6). Sama zasnova sodobnih SCADA-sistemov omogoča različne funkcionalnosti, kot so:

- vizualizacija procesa,
- spremljanje parametrov v realnem času,
- parametrično programiranje in klicanje programov,
- beleženje zgodovine in tiskanje poročil,
- fleksibilnost servisnih manipulacij in simulacij obratovanja.



Slika 5. Regulacija zračnega tlaka

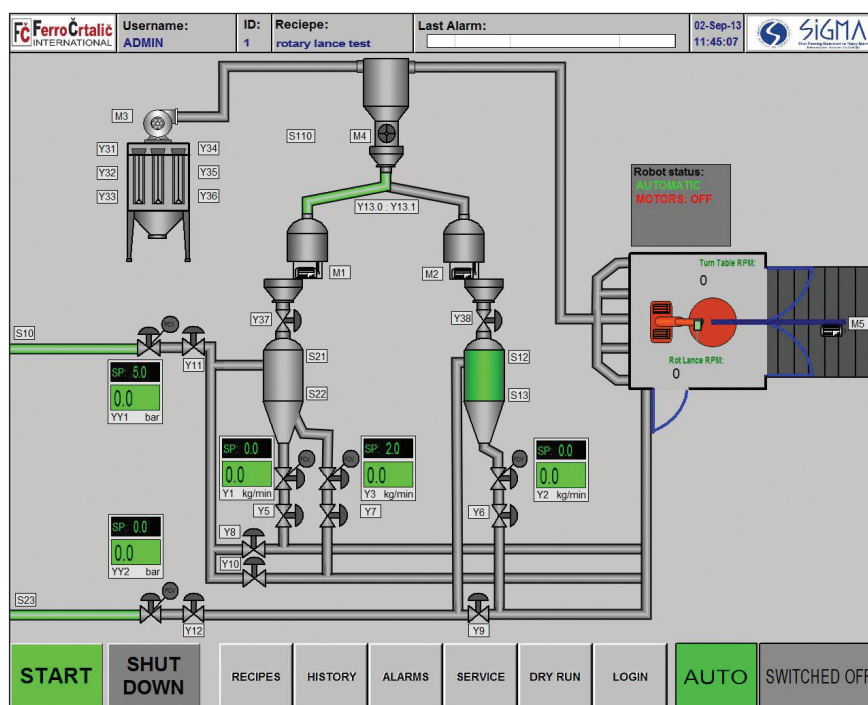
Med njimi pa najdemo prav tiste iz zahtev standarda SAE AMS 2432, ki se nanašajo na shranjevanje in arhiviranje procesnih parametrov ter njihovo poznejšo obdelavo.

5 Zaključek

Z nenehnim razvojem procesne tehnike in avtomatizacije oz. robotike je tehnologija mikrokovanja dobila svoje aplikacije v proizvodnih procesih in vzdrževanju mnogih strojnih komponent avtomobilske, letalske, procesne in druge industrije. Z vse večjimi prizadevanji letalske in avtomobilske industrije, da bi razvila izdelke z daljšo življenjsko dobo, se pojavljajo strožje in natančnejše zahteve za mikrokovanje. Robotski sistem za mikrokovanje je novo orodje, ki zagotavlja optimalno izboljšanje in podaljšanje življenjske dobe komponent.

V članku opisani sistemi omogočajo mikrokovanje izjemne kakovosti v popolnoma nadzorovanih in ponovljivih procesih. Robotski sistemi za mikrokovanje se danes uspešno uporabljajo za obdelavo zahtevnih komponent, vgrajenih v vojaška in komerciala letala[5] in s svojimi učinki pripomorejo k vsesplošni varnosti letalskega prometa.

Robotska oprema je tako pomemben in bistven korak k pripravi bodočih



Slika 6. SCADA-vizualizacija robotske obdelovalne celice

procesnih potreb površinskega učvrščenja s tehnologijo mikrokovanja.

Literatura

- [1] Miklavčič, Matej: Uporaba Shot Peening postopka za podaljšanje dobe trajanja varjenih spojev. Avtomatizacija in robotizacija v varilni tehniki : zbornik predavanj (2014).
- [2] SEA AMS 2430 Rev D. Shot peening, Computer monitored. 2012.
- [3] De Clark, Bruce: The Role of Robotics in Computerized Shot peening, Shot Peening Theory and Appl., IITT Intl., 1991.
- [4] Electronics Inc: 24 Vdc Series MagnaValves, URL: <http://www.electronics-inc.com/24vdcseries.html>.
- [5] Sylvain Forgues, Major Jean Brosseau: Evolution of Shot Peening on the CF-18 – From OEM to Robotic, Conf Proc: ICSP-9 (pg 36–41).

Robotic Shot Peening

Abstract: A controlled process of shot peening is long known cold working process of surface treatment primarily used in the production of dynamically heavy stressed mechanical components.

Shot peening is essentially a highly controlled surface treatment operation with the aim of increasing fatigue and corrosion resistance of surfaces of stressed components.

In order to achieve the required productivity, efficiency, repeatability and practical utility of processed products it is necessary to monitor process parameters which are describing the workpiece and the parameters of the treatment itself. Such systems for applications in the aerospace industry are strictly specified by the current SAE AMS-2432 standard.

The use of a computer-controlled robotic shot peening allows manufacturers of components to achieve the strict requirements imposed by this process. This applies particularly in the field of manufacturing of highly efficient turbo-jet engines, where classical methods are no longer used due to a complex geometries and stricter requirements.

Keywords: Shot peening, closed-loop control, robotic manipulation, repeatability, flexibility, efficiency, process control, data acquisition, process history.

Janez Tušek

Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo

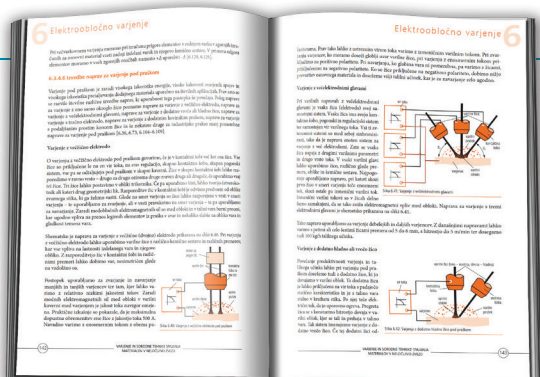
NOVO!



O knjigi

Knjiga obsega 15 ločenih poglavij, ki so smiselno povezana. Prvo poglavje je uvod v vsebino knjige, drugo pa kratek zgodovinski pregled razvoja tehnik, postopkov in tehnologij spajanja materialov v neločljivo zvezo. Osnovni in posebni izrazi, ki jih pogosto uporabljamo v vsakdanjem pogovoru in v pisnih gradivih s tega področja, so podani in razloženi v tretjem poglavju. Nekaj mednarodno priznanih različnih razdelitev varjenj in drugih tehnik spajanja v trajno zvezo je prikazanih v četrtem poglavju, v petem pa nekaj fizikalno-metalurških osnov spajanja materialov pri sobni in zvišani temperaturi. Šesto poglavje je najboljše in obravnava obločna varjenja s taljivo in netaljivo elektrodo v zaščiti plinov in plinskih mešanic, v zaščiti praškov in še nekaterih drugih medijev. Poleg klasičnih talilnih varjenj poznamo še varjenja z visoko gostoto energije, med katera

spadajo varjenje z elektronskim snopom, varjenje z laserjem in varjenje s plazmo ter so zajeta v sedmem poglavju. Osmo obsega varjenja s kemično energijo, med katera uvrščamo plamensko varjenje, termično (aluminotermično) varjenje in eksplozijsko varjenje. Drugo najboljše poglavje je deveto, ki obravnava elektroporovno varjenje in postopke za ta način spajanja materialov v trajno zvezo. Deseto poglavje opisuje varjenje z mehansko energijo in enajsto spajkanje, ki ga imenujemo tudi lotanje, ter dvanajsto metalizacijo z navarjanjem in toplotnim nabrizgavanjem. Lepljenje je podano v trinajstem poglavju in v štirinajstem mehansko spajanje materialov. Hibridno varjenje in postopki za ta način varjenja in spajanja materialov v neločljivo zvezo so zajeti v petnajstem poglavju.



Komu je knjiga namenjena

Študentom dodiplomskega in podiplomskega študija na fakultetah za strojništvo ter na vseh drugih fakultetah in višjih šolah, ki imajo v svojem izobraževalnem programu tudi področje spajanja materialov v neločljivo zvezo. Nadalje je lahko knjiga v veliko pomoč vsem udeležencem različnih tečajev, seminarjev in specializacij iz varilstva. Knjiga bo koristila tudi zaposlenim v industriji, ki delujejo na varilskem in širšem področju spajanja materialov ter se spoprijemajo z različnimi tehničnimi in tehnološkimi težavami. Veliko koristnih nasvetov, podatkov in informacij pa bodo našli še vsi, za katere je varilstvo le dopolnilna aktivnost, konjiček ali priložnostna dejavnost.

Iz vsebine

- Zgodovinski pregled varjenja in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Osnovni izrazi v tehnikah spajanja materialov
- Razdelitev tehnik varjenj in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Fizikalno-metalurške osnove varjenja in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Elektroobločno varjenje
- Varjenje z visoko gostoto energije
- Varjenje s kemično energijo
- Elektroporovno varjenje
- Varjenje z mehansko energijo
- Spajkanje
- Metalizacija, navarjanje in toplotno nabrizgavanje
- Lepljenje
- Mehansko spajanje materialov v neločljivo zvezo
- Hibridno varjenje in drugi hibridni postopki spajanja materialov v neločljivo zvezo

NAROČILO KNJIGE

Naročila sprejemamo na e-poštni naslov:
knjiznica@fs.uni-lj.si

ZALOŽBA:

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

CENA KNJIGE

40 €



Univerza v Ljubljani

Kako bo vozil letalo, če pa še izpita za kolo ni naredil – Jaro Koritnik, kopilot v Wizz Airu

Aleksander ČIČEROV

Ne vem, kdo je imel večjo tremo, študentje ali jaz, ko smo se srečali na mojih predavanjih o mednarodnem letalskem pravu in nacionalni letalski zakonodaji Republike Slovenije. Ko sem jih opazoval, ex catedra, sem dobil občutek, da me ne jemljejo preveč resno. Pa ni bilo tako! Malo so me tudi preverjali z vprašanji, odgovori pa naj bi pokazali, iz kakšnega testa sem. Morda se celo malo razumen na letalstvo. Danes imamo pred seboj iskrive in, na podlagi izkušenj, zapisane odgovore enega mojih študentov. Ni izstopal, pazljivo me je opazoval, kaj vprašal in si mislil svoje. Poklic letalca mu je pisan na kožo. Odločil se je za poklicno pot, ki ni lahka, in ko uspeš, te nagradi!

Ventil: *Kdaj ste spoznali, da želite postati pilot? Kako so to sprejeli starši, prijatelji?*

Jaro Koritnik: Za poklicno pot pilota sem se odločil v 3. letniku srednje šole, vendar sem o tem razmišljal že prej. Moj daljni sorodnik (Mirko Anžel) je namreč pilot, ki je imel bogato letalsko kariero. Najprej kot vojaški in testni pilot v Jugoslaviji in kasneje v JAT-u in drugih letalskih družbah po svetu. Sicer se je že upokojil, vendar še vedno dela kot inštruktor, letalski nadzornik in testni pilot, je namreč edini Slovenec, ki je končal šolo za testne pilote l'Epner v Franciji. Med drugim je tudi eden izmed Slovencev, ki so Titu predali štafeto. Njegov vpliv je bil vedno nekje v ozadju. Čas moje osnovne in srednje šole je bil tudi začetek dobe računalnikov, ki so postajali zmogljivejši in sočasno se je začel razvijati tudi Microsoftov simulator letenja. Tako sem za računalnikom preživel kar precej časa v virtualnem svetu letalstva. Vse skupaj je potem vodilo do odločitve o poklicni karieri v le-

talstvu. Starši so si verjetno mislili, da "naj poskusi, pa bomo videli, če bo kaj iz tega". Prva dva letnika srednje šole nisem ravno blestel (imel sem tudi popravni izpit iz matematike na koncu 2. letnika). Poleg tega sem pa v osnovni šoli "pogrnil" na izpitu za kolo, tako da so si verjetno mislili "kako bo vozil letalo, če pa še izpita za kolo ni naredil". Na izpitu za kolo se mi je sicer zgodila krivica, ocenjevalka v nekem križišču ni videla, da sem dal signal z desno roko, ker jo je nekdo ogovarjal! Za slabe ocene v prvih dveh letih gimnazije pa prevzamem vso odgovornost. Prijatelji so bili verjetno podobnega mnenja in ne bi me čudilo, če bi bilo kakšnega sošolca iz srednje šole še danes strah leteti z mano. Bi se pa na tem mestu rad zahvalil staršem za podporo, še posebej moji mami.

Ventil: *Trenutno ste zaposleni pri letalski družbi Wizz Air. Nam lahko predstavite družbo, vaš položaj v kokpitu in kaj je bilo potrebno storiti, da ste se zaposlili v Wizz Airu?*

Jaro Koritnik: Wizz Air je največji srednje- in vzhodnoevropski nizkocenovni letalski prevoznik, ki ima trenutno v floti 54 letal tipa Airbus A320. Letimo na več kot 110 destinacij iz 20 operativnih baz. Trenutno je v Wizz Airu zaposlenih okrog 2200 ljudi. V letu 2014 smo prepekljali 15,8 milijonov potnikov.

Trenutno letim kot starejši kopilot in se spogledujem z napredovanjem na mesto kapitana v naslednjem letu. Naloge v kokpitu so deljene na pilota, ki leti, in na pilota, ki ne leti. Tako si s kapitanom razdeliva "leteče in neleteče" lete v razmerju 50 % : 50 %. Vse naloge v kokpitu, vključno s tem, kdaj kdo kaj reče, so podrobno opisane v naših operativnih priročnikih. Tako da tudi posadka, ki se prvič sreča, sodeluje brez težav.

Sam sem že imel letalsko kariero v poslovni aviaciji, preden sem se zaposlil v Wizz Airu. Ob prijavi v Wizz Air sem namreč že imel okrog 1500 ur letenja. Danes je minimum za prijavo za službo (kopilot pripravnik) v Wizz Airu 300 ur letenja.

Jaro Koritnik ima trenutno 3000 ur naleta od tega 2300 ur na jet letalih (A320 in C550/560), 300 ur kot inštruktor letenja. Diplomiral na Fakulteti za strojništvo - smer letalstvo, najboljši študent 2. in 3. letnika smer letalstvo. Od junija 2009 do avgusta 2010 inštruktor letenja za licenco PPL, od avgusta 2010 do maja 2013 kopilot na letalih Cessna Citation C550 in C560, od maja 2013 do danes starejši kopilot na Air Busu A320 Wizz Air s trenutno bazo v Wroclavu.



Moje delovno mesto

Ventil: Zakaj ste se odločili za delo v tujini? Kje vidite prednosti in slabosti take odločitve?

Jaro Koritnik: Po končani fakulteti (decembra 2008) je nastopilo dolgo obdobje, ko Adria Airways ni zaposlovala novih kopilotov. Če se ne motim, je to trajalo do lanskega leta, ko so znova začeli zaposlovati, kar pozdravljam, ker je veliko lažje dobiti službo v tujini in ustvariti kariero, če dobiš prvo zaposlitev doma. Po diplomi na fakulteti in pridobljeni licenci komercialnega pilota (CPL) pa sem vendarle dobil ponudbo letalske šole Adrie Airways, da se zaposlim v njihovi šoli kot inštruktor letenja. Za to ima velike zasluge kapitan Primož Jovanovič, ki je obdržal letalsko šolo pri življenju. Tam sem ostal eno leto, pridobil izkušnje in kasneje kandidiral na razpisu za kopilote v podjetju GIO poslovna aviacija, kjer sem dobil službo kot kopilot na poslovnem letalu Cessna Citation C550. GIO je imel vsa letala v tujini (slovenski trg je na žalost premajhen, da bi zagotavljal dobiček), tako da sem letel iz Milana in Kijeva.

Na podlagi izkušenj in naleta sem potem kandidiral na razpisu v Wizz Airu, kjer sem dobil službo v začetku leta 2013 na letalu Airbus A320. Razlogov za odhod v tujino je več, re-

cesija je hudo prizadela poslovno letalstvo, ki se je v Evropi skrčilo za vsaj 30 %. Po drugi strani pa sem si želel novih izzivov na večjih potniških letalih. Za doseg tega cilja je bil odhod v tujino edina pot, kajti Adria Airways ni zaposlovala, poleg tega pa so še skrčili floto letal Airbus.

Trenutno letalski prevozniki v tujini ponujajo več kot doma. Napredovanja v nizkocenovnih prevoznikih so hitrejša kot v nacionalnih prevoznikih. Razlogov za to je več.

V tujini je tako, da ni sindikatov, od tebe se pričakuje, da delaš profesionalno in skrbiš samo za stvari, ki so tvoja pogodbeno obveznost. Če gre kaj narobe (v finančnem smislu) ali pa, če nisi več potreben, boš kot tujec prvi na listi za odpis.

Ventil: Bili ste študent Fakultete za strojništvo UL v Ljubljani. Ste za vaš poklic dobili ustrezne informacije in potrebno znanje? Česa je bilo preveč ali premalo?

Jaro Koritnik: Iz pogovorov z vrstniki sem razbral, da imajo vse fakultete v Sloveniji isti problem. In sicer je vez med gospodarstvom in fakultetami precej šibka. Vse skupaj še poslabša odsotnost neke realne razvojne vizije. Zakaj je temu tako,

ne vem, mogoče so togost sistema, zasanjanost in počasno prilagajanje času glavni razlogi za naš zaostanek.

Letenja se ne da naučiti samo s teorijo, tukaj je najbolj pomembna praksa. Torej čim več ur letenja. Fakultetna izobrazba ni potrebna za poklic pilota, vendar opažam, da kolegi brez diplome nimajo širšega tehničnega razumevanja. Kar pa nikakor ne pomeni, da so slabši piloti. Definitivno te Fakulteta za strojništvo nauči delovnih navad in kako se pravilno „sede za knjige“.

Sam bi si želel več strokovnih predavateljev, torej pilotov, ki bi na Fakulteti za strojništvo predavali del letalskih predmetov.

Ventil: Civilno letalstvo in še posebej mednarodno je danes izpostavljeno številnim izzivom – mislimo na ugrabitve, mednarodni terorizem, nalezljive bolezni. Kako se spoprijemate s tem?

Jaro Koritnik: Na območju, kjer mi letimo, je situacija precej mirna, tako da temu ne posvečamo kakšne večje pozornosti.

Ventil: Kakšen je vaš delovnik, kakšne so možnosti za napredovanje, izobraževanje in izpopolnjevanje?

Jaro Koritnik: Naš delovnik je načeloma 6/4, kar pomeni 6 dni na delu in potem 4 dni počitka. Običajno ne letimo vseh 6 dni, v povprečju letimo 4–5 dni in vmes en ali dva dni „standby“ (8 ur), kar pomeni, da moraš imeti telefon ob sebi in biti v primeru klica v eni uri na letališču.

Delovni dan se lahko začne zjutraj ali popoldne. Jutranji delovni dan se začne ob 5. uri (vstanem ob 4. uri), popoldanski pa se običajno začne okrog 14. ure. Časi se seveda malo razlikujejo od baze do baze. Po evropski zakonodaji smo lahko na delu 12 ur oziroma s „podaljški“ tudi do 14 ur, kar je izredno naporno, še posebej, če v tem času opravimo 4 lete.

Izobraževanja imamo precej, teoretično v učilnici in izobraževanje na simulatorju, kjer smo vsakih 6 mesecev. Naš simulator traja 2 dni (prvi dan 4 ure in drugi dan 3 ure), potem imamo še enkrat letno tako imenovani "line check", to je izpit na letalu, na običajnem letu, kjer nas ocenjevalec oceni kot posadko, in sicer obnašanje in sodelovanje ter normalno letenje. Na simulatorju se namreč vadijo samo izredni postopki.

Nizkocenovni prevozniki vedno nudijo napredovanja zaradi širitve flote. V primerjavi z nacionalnimi prevozniki so naša napredovanja hitrejša, pri čemer so zahtevane izkušnje približno enake. Preden postaneš kapitan v nacionalnih prevoznikih, lahko traja od 8 pa tudi do 17 let. Pri nas je povprečen čas približno 3–5 let (odvisno od predhodnih izkušenj). Seveda pod pogojem, da uspešno opraviš selekcijski postopek.

Ventil: *Pravijo, da so roboti že zavladali na Zemlji. Kako je z roboti v zraku, pri letenju? Ali se robotizaciji v letalstvu lahko izognemo? Je dilema človek ali stroj še aktualna?*

Jaro Koritnik: V zraku so še precej neizkušeni! Ne dolgo časa nazaj so komaj zares shodili na Zemlji, tako da bo še trajalo nekaj časa, preden bodo obvladovali letala z 200 potniki na krovu. Naše letalo je recimo primer sodobne tehnike (čeprav je zasnova letala stara že 30 let), ima namreč 7 t. i. flight control computer (računalnik za nadzor leta) in zna tudi samo pristati na steze, ki so za to posebej opremljene. Tako imenovani avtomatski pristanek uporabljamo v pogojih zmanjšane vidljivosti, kadar je vidljivost med 550 m in 75 m, kar je naš minimum, pod katerim ne smemo pristati.

Torej avtomatizacija na našem letalu lahko vodi letalo od 30 m višine po vzletu pa do pristanka na za to posebej opremljeni stezi, ampak samo pod pogojem, da pilot letalu vse pove (vnese podatke v računalnik za vodenje letala in v enoto za nadzor letenja). Letalo samo kot

tako ne zna ničesar. Da niti ne govorimo o primerih, ko gre kaj narobe. Človeški faktor je v letalstvu prisoten povsod, od vzdrževalcev, zemeljske oskrbe letal, kontrole zračnega prometa do pilotov. Vse omenjene skupine delajo napake, ena izmed glavnih nalog posadke je, da te napake pravočasno opazi in prepreči razvoj dogodkov, ki bi lahko vodili do nesreče. Ni enostavnega recepta za vsesplošno avtomatizacijo letenja.

Dilema je naslednja, ali bo imel robot, ki ga bo ustvaril človek, tudi človeške napake (latentne sistemske napake itd.).

Na tem mestu pa bi se dotaknil druge teme. V osnovi so današnja letala zasnovana na principu pretvarjanja kemične energije goriva v potisno silo, ki pospeši krilo do hitrosti, pri kateri sila vzgona premaga silo teže in omogoči začasno (čas je odvisen od količine goriva) letenje. Ta zasnova je dosegla maksimum svojih zmogljivosti leta 1962, ko je prvič poletelo letalo SR-71 Blackbird, ki ga je zasnoval legendarni Kelly Johnson. To letalo je letelo na višini do 26 km s 3,5-kratno hitrostjo zvoka in dosegom do 5000 km. Za resnično transformacijo letenja (in še česa drugega) moramo poiskati nove oblike energije. Zdi se mi, da so določeni ljudje namenoma pozabili na znanstvenike/izumitelje, kot so dr. Nikola Tesla, Edwin V. Gray, dr. T. Henry Moray, T. Townsend Brown, dr. Meyl itd.

Ventil: *Vam poleg letenja ostane še kaj časa zase? S čim se ukvarjate v prostem času?*

Jaro Koritnik: Precej prostega časa preživim seveda v družbi svojih letalskih kolegov in kolegic, večino ma vsi radi dobro jemo in včasih tudi kaj spijemo. Potrudim se, da grem 2-krat tedensko v „fitness“ in na bazen, ker večino časa v službi presedim, kar ni najbolj dobrodošlo za zdravje. Preden sem začel z letenjem, sem dirkal v motokrosu, kar danes ne počnem več, se pa še vedno rad vozim z gokart dirkalniki,

kadar mi čas to dopušča. Po televiziji si rad ogledam dirke Formule 1, Moto GP in motokrosa. Kadar sem v Sloveniji, igram košarko z bratom, ki pa se je v zadnjem času malo "ojačal", tako da je običajno boljši nasprotnik.

Ventil: *Letite v mednarodnem letalskem prometu. Ali menite, da bi se morala ICAO spremeniti, posodobiti oziroma prilagoditi sodobnim razmeram v mednarodnem civilnem letalstvu? Kako vi vidite ukrepe, ki posegajo v osebno svobodo, da bi omejili zračni terorizem in zagotovili večjo varnost potnikom in posadkam civilnega letalstva?*

Jaro Koritnik: Premalo poznam samo organizacijo ICAO, da bi lahko o tem sodil.

Sistem, ustvarjen po 11. septembru, globalno gledano, deluje. Izvajanje istih varnostnih ukrepov se seveda razlikuje od regije do regije. Predvsem so občutljivi v ZDA in Veliki Britaniji. Po mojem mnenju dodatni posegi v osebno svobodo niso potrebni.

Dejstvo je, da je bilo zelo malo storjenega za odstranitev razlogov in povodov za teroristična dejanja. Največja svetovna industrija (vojaška/obrambna in varnostna) ima seveda svoje interese tudi v civilnem letalstvu, tako da me dodatni posegi v osebno svobodo v prihodnosti ne bi presenetili.

Ventil: *Kaj bi svetovali mladim, ki žele postati poklicni piloti?*

Jaro Koritnik: Trenutno letalske šole ali organizacije mladim rade povedo zgodbo o potrebah po tisočih pilotih v Aziji in na Bližnjem vzhodu. To sicer deloma drži, samo pozabijo povedati dejstvo, da so potrebe po kapitanih in pa izkušenih kopilotih (vsaj 1500 ur letenja in vsaj 500 ur na tipu). Kopiloti začetniki so vedno domači ljudje in ne tujci. Migracija omenjene skupine pilotov iz Evrope v Azijo sicer sprosti nekaj delovnih mest v Evropi,



Saj bom še malo zrastel

vendar v bistveno manjšem obsegu, kot je to predstavljeno (trenutno v Evropi največ zaposlujejo nizkocenovni prevozniki). Pri tem seveda pozabijo tudi na dejstvo, da traja osnovno šolanje najmanj 18 do 24 mesecev. V dveh letih se lahko razmere bistveno spremenijo. Trenutna množična naročila letal se bodo zaključila tam nekje okrog leta 2020. Kdor želi izkoristiti trenutno situacijo, mora čim prej začeti s šolanjem. Problem je, da poklic pilota postaja privilegij bogatih. Osnovno šolanje stane od 45.000 do 120.000 EUR, odvisno od šole in države. Poznam ljudi, ki odplačujejo kredit za šolanje v višini 160.000 EUR (plus obresti). Pri tako velikih vsotah se je potrebno vprašati, če ni bolje investirati denar v študij na kakšni dobri univerzi izven letalstva. Poleg tega je služb pilotov, kot jih poznamo iz starih časov, čedalje manj, večina letalskih prevoznikov „izkoristi“ pilote do maksimuma (900 ur letenja letno, to je recimo 1800 delovnih ur skupaj s pripravo na let in postanki na tleh), pri čemer ti potem planirajo minimalen počitek do naslednjega delovnega dne. Trend minimalnega počitka je tudi,

če spimo nekje zunaj, nikoli več kot 24 ur izven baze.

Dobiti prvo službo kot kopilot je bil in vedno bo hud boj. Šolanje je drago, zagotovil ni, služba enkrat je, drugič je ni, odhod v tujino je prejal slej nujen. Če ima nekdo finančne zmožnosti in če si to res želi, potem naj poizkusi. Moj edini nasvet je, da naj pridobi čim več informacij od ljudi znotraj industrije, ki že nekaj časa letijo (doma in/ali v tujini).

Ventil: *Kako gledate na proces digitalizacije v letalstvu, kakšne so vaše izkušnje?*

Jaro Koritnik: Digitalizacija je v letalstvu zelo pozitivna in prispeva k večji varnosti. Na naših letalih imamo t. i. less paperless cockpit (kokpit z manj papirja). To pomeni, da imamo na dveh tabličnih računalnikih vse letalske priročnike, operativne priročnike, navigacijske karte itd. Za ilustracijo: samo eden od priročnikov za letalo A320 ima 5500 strani.

Najlepša stvar avtomatizacije je, da je vse na dosegu klika, v nekaj se-

kundah pod pogojem, da poznaš priročnike in veš, kje kaj iskati.

Ventil: *Kje se vidite v naslednjih desetih letih?*

Jaro Koritnik: Na to vprašanje težko odgovorim, kajti v letalstvu se zadeve hitro spreminjajo in je za kaj več kot 2 leti naprej težko načrtovati. Skoraj z gotovostjo lahko trdim, da ne bom letel v Sloveniji.

Naslednje leto me čaka selekcijski postopek za napredovanje na mesto kapitana in to je tudi moj trenutni cilj, ki bi ga rad dosegel. S kakšno daljno prihodnostjo se še ne obremenjujem.

Ventil: *V imenu revije Ventil se vam za vaše iskrene in iskrive odgovore najlepše zahvaljujemo in vam želimo, da si v prihodnjem letu prislužite še eno zlato črtico na vaši uniformi.*

*Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. prav.
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*

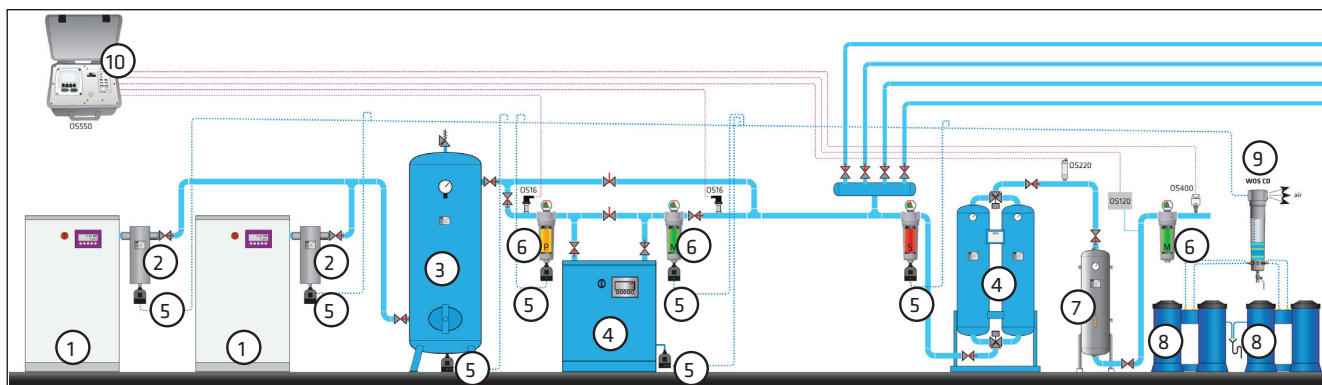
Priprava kakovostnega stisnjenega zraka

Določeni proizvodni procesi ali avtomatizacija proizvodnje zahtevajo stisnjeni zrak. Za kakovosten in cenovno ugoden energent je potrebno investirati v kakovosten in energetsko varčen kompresor ter zagotoviti ustrezno pripravo – filtracijo in sušenje stisnjenega zraka.

Zakaj je potrebna priprava stisnjenega zraka? V stisnjenem zraku je veliko nečistoč, med katerimi so najpomembnejši trdni delci, voda in olje. Glede na specifične zahteve posameznih uporabnikov je vsebnost nečistoč potrebno znižati na ustrezno raven.

V zraku, ki nas obdaja, so vedno tudi trdni delci. Lahko so naravnega iz-

vora, kot na primer cvetni prah, ali pa so posledica človekovih aktivnosti (promet, razni industrijski procesi itd.). Kompresor te trdne delce sesa skupaj z zrakom in jih tako vnaša v sistem. Delci so običajno velikosti 0,001 do 50 μm . Trdni delci negativno vplivajo na obrabo pnevmatičnih naprav in orodij ter na kakovost končnega produkta oziroma procesa. Za odstranjevanje ali za zmanj-



Shema priprave stisnjenega zraka: 1. Kompresor, 2. Ciklonski separator kondenzata, 3. Tlačna posoda, 4. Sušilnik zraka, 5. Odvajalec kondenzata, 6. Filter, 7. Stolp z aktivnim ogljem, 8. Ločevalnik olja iz kondenzata, 9. Kondenzni vod, 10. Merilni sistem.

RAZRED	TRDNI DELCI			VLAGA IN TEKOČA VODA		OLJE	
	Maksimalno število trdnih delcev na kubični meter kot funkcija velikosti delca, $d^{(2)}$			Tlačna točka rosišča		Skupna količina olja ⁽²⁾ (tekočine, aerosoli in pare)	
	$0,1 \mu\text{m} < d \leq 0,5 \mu\text{m}$	$0,5 \mu\text{m} < d \leq 1,0 \mu\text{m}$	$1,0 \mu\text{m} < d \leq 5,0 \mu\text{m}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	mg/m^3	$\text{ppm}/\text{w}/\text{w}$
0	Kot določeno v dokumentaciji opreme uporabnika ali dobavitelja in strožje kot v razredu 1						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70	-94	$\leq 0,01$	$\leq 0,008$
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40	-40	$\leq 0,1$	$\leq 0,08$
3	Ni določeno	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20	-4	≤ 1	$\leq 0,8$
4	Ni določeno	Ni določeno	≤ 10.000	$\leq +3$	38	≤ 5	≤ 4
5	Ni določeno	Ni določeno	≤ 100.000	$\leq +7$	45	Ni določeno	Ni določeno
6				$\leq \pm 10$	50		
	MASNA KONCENTRACIJA ⁽²⁾ - C_p			VSEBNOST TEKOČE VODE ⁽²⁾ - C_w			
	mg/m^3			g/m^3			
6	$0 < C_p \leq 5$					Ni določeno	Ni določeno
7	$5 < C_p \leq 10$			$C_w \leq 0,5$		Ni določeno	Ni določeno
8	Ni določeno			$0,5 \leq C_w \leq 5$		Ni določeno	Ni določeno
9	Ni določeno					Ni določeno	Ni določeno
X	$C_p > 10$					> 5	> 4

⁽¹⁾ Za določitev ustreznega razreda, je potrebno upoštevati vsako območje velikosti in število delcev znotraj razreda.

⁽²⁾ Pri referenčnih pogojih: temperatura zraka 20 $^{\circ}\text{C}$, absolutni tlak zraka 100 kPa (1 bar), 0 relativni tlak vodne pare.

Razredi kakovosti stisnjenega zraka po ISO 8573-1

ševanje koncentracije uporabljamo *filtre* za stisnjeni zrak različnih filtra-
cijskih stopenj.

Okoliški zrak vsebuje tudi vodo v plinastem agregatnem stanju. Maksimalna vsebnost vodne pare v zraku je pogojena s temperaturo, dejansko vsebnost vodne pare pa opisujemo s pojmom relativna vlažnost. Tudi vlago kompresor skupaj z zrakom sesa iz okolice. Vsebnost vlage in tekoče vode oziroma kondenzata negativno vpliva na kakovost končnega produkta, obenem pa krajša življenjsko dobo celotnega sistema. Vlaga iz zraka se ločuje s ciklonskimi separatorji in sušilniki, iz sistema pa se odvaja z odvajalniki kondenzata.

Olje se za razliko od trdnih delcev in vlage običajno ne pojavlja v okoljskem zraku, pač pa je posledica oljno mazanih kompresorjev, ki poleg stisnjenega zraka izpihajo tudi določeno količino olja v obliki oljnih aerosolov. Proizvajalci sicer deklarirajo, da je vsebnost olja v izpihanem zraku okoli 2,5–5 mg/m³, vendar se v praksi ta koncentracija lahko dvigne tudi čez 20 mg/m³. Vsebnost olja pri nekaterih aplikacijah negativno vpliva na kakovost, zato ga je običajno potrebno odstraniti oziroma znižati koncentracijo na sprejemljivo raven. Za to se uporabljajo t. i. *koalescentni filtrski vložki*.

Priprava stisnjenega zraka poteka v kompresorski postaji. V tem primeru govorimo o centralizirani pripravi zraka. Možna je tudi decentralizirana priprava, običajno za majhne porabnike zraka, ki zahtevajo višjo kakovost oz. specialno pripravo. Takšno pripravo imenujemo priprava na mestu porabe. Primer take priprave je zrak za laserski rezalnik, zrak za senzoriko, zrak za dihanje ...

Za doseganje želene točke rosišča s sušenjem stisnjenega zraka običajno

potrebujemo *sušilnik zraka*. Točka rosišča pomeni 100-odstotno relativno vlažnost pri določeni temperaturi. Če se zrak še nekoliko ohladi, se presežne količine vode začnejo izločati v obliki tekoče vode. Ta pojav se imenuje kondenzacija. Glede na tlačno točko rosišča poznamo več tipov sušilnikov, in sicer hladilniški, adsorpcijski in membranski tip.

Za doseganje nižjih točk rosišča uporabljamo *adsorpcijske sušilnike*, v katerih poteka sušenje tako, da se molekule vode pod tlakom vežejo na adsorbent, ki je običajno molekularno sito, silikagel, ... Adsorbent je v obliki kroglic in ima izjemno porozno strukturo. Običajno dosega adsorpcijski sušilnik točko rosišča pri –40 °C, lahko tudi do –70 °C. Adsorbent je v dveh vzporedno vezanih kolonah. V eni koloni pod tlakom poteka adsorpcija, medtem ko je druga kolona odzračena in v njej poteka regeneracija z manjšo količino že posušenega zraka ali s toploto. Adsorbent je izjemno občutljiv na olje, zato je zelo pomembno, da pred adsorpcijski sušilnik namestimo mikrofilter (koalescentni filter), ki vsebnost olja v zraku zniža na manj kot 0,01 mg/m³.

Zaradi nihanj tlaka se proces imenuje PSA (pressure swing adsorption). Izgube med delovanjem so relativno velike, zato je predvsem pri večjih pretokih bolj racionalna investicija v *toplo regenerirani adsorpcijski sušilnik*, ki za regeneracijo uporablja vroč zrak.

Pri načrtovanju kakovostnega stisnjenega zraka moramo upoštevati:

- specifične zahteve procesov ali končnih uporabnikov,
- klasifikacijo po standardu ISO 8573-1,
- držimo se načela *ravno toliko, kot je potrebno*.

www.omega-air.si

OMEGA AIR

Better air



OPREMA ZA STISNEN ZRAK



ALTERNATIVNI FILTRSKI VLOŽKI



SUŠILNIKI ZRAKA



MERILNA OPREMA



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00
F +386 (0)1 200 68 50

info@omega-air.si

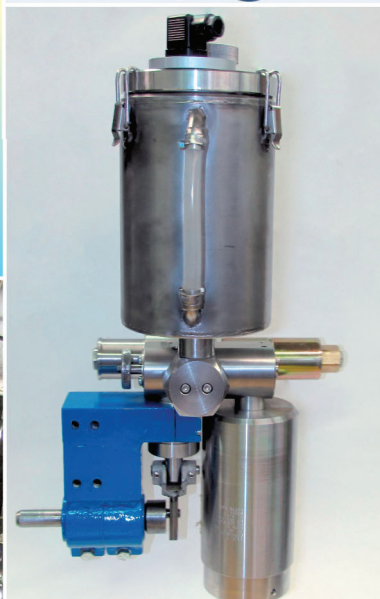
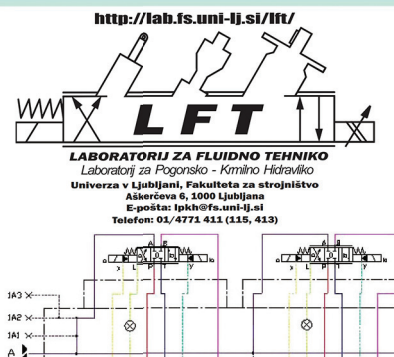
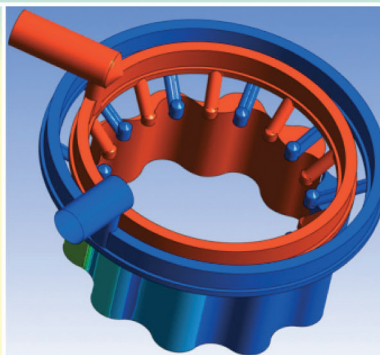
Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
www.omega-air.si

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

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/>



 **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



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si

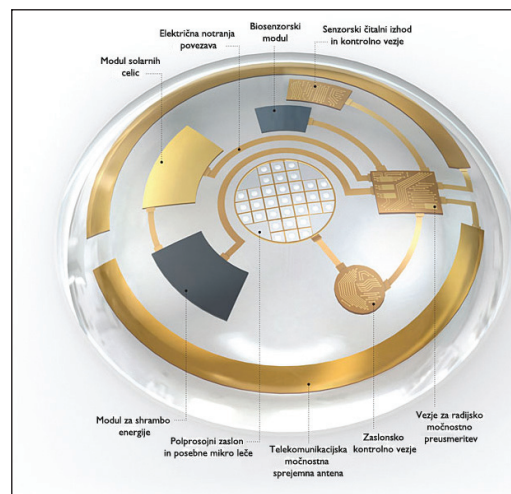
Bionika in slovenski razvojni trendi

V Sloveniji bionika že dobiva identiteto, opazni so prvi rezultati in uspešni projekti. Vseeno pa je mogoče potrebno uvodoma še enkrat pojasniti, da je bionika veda, ki posnema naravo in išče rešitve v gradnji sistemov in naprav, ki so kar najbolj podobni tistim rešitvam, ki nam jih ponuja narava sama. Posnemanje narave, ki ga danes poznamo pod pojmom bionika, se je začelo pred leti, ko so strokovnjaki začeli sistematično spremljati konstrukcijske rešitve narave in jih uvajati v tehnične procese.

Pred kratkim je bila javnost obveščena, da so strokovnjaki Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani napravili velik korak na področju bionike. Skupaj z evropskimi kolegi so razvili novo robotsko bionsko tehnologijo, ki pomaga osebam z amputacijo nog vrniti čim bolj naravno gibanje. Gre za pripomoček, ki je kombinacija robotske bionske tehnologije, s katerim osebi s protezo močno olajšajo gibanje. V

triletnem projektu so razvili aktivno ortozo za sklep kolka, aktivno protezo za amputirani ud, senzorni sistem za zaznavanje stanja in aktivnosti uporabnika ter sistem za posredovanje povratne informacije uporabniku. Ne dolgo tega so v svetu razvili bionične ročne proteze, ki jih je moč krmiliti oz. upravljati z mislimi. Prav tako je zaznaven izjemen napredek na področju drugih bioničnih naprav, kot so očesne in slušne proteze, inzulinske črpalke, sodobni bionični vzbujevalniki srčne mišice in drugo. V marcu pa smo bili priča prvi javni predstavitvi izjernih inovativnih rešitev, ki jih na področju bionike ustvarjajo študenti višje strokovne šole Šolskega Centra Ptuj. Kmalu pričakujemo podobno predstavitev tudi na visoki šoli za bioniko, prav tako na Ptuj.

Po mnenju strokovnjakov je bionika veda, ki nam bo najbolj pomagala pri razvoju energetsko učinkovitih naprav, sodobne protetike, vsadkov, življenjsko pomembnih pripomočkov, medicinskih tehnologij in drugod. Z dobrim opazovanjem narave bomo namreč začeli siste-



Razvoj očesnih vsadkov daje mnogim upanje, da se jim bo povrnil izgubljeni vid

matično spreminjati konstrukcijske rešitve in v tehnološke izdelke in procese s pridom uvajati naravne rešitve, ki nam bodo prinesle energetsko varčnost, velik prihranek v materialih in velik prihranek truda v raziskovalnih procesih. Če bomo bioniko prepoznali kot rešilno vedo za našo prihodnost, bodo bionični izdelki narejeni s kar najmanjšo porabo materiala in energije, kar bo veljalo tudi za celoten življenjski cikel izdelka v nasprotju s številnimi tehničnimi izdelki, ki jih poznamo danes. Cilj bionike je, da bi bil izdelek po uporabi razgradljiv in bi se vrnil v naravni proces kroženja snovi. Bionika je lahko priložnost, da spremenimo razmišljanje, navade in začnemo graditi okolju in ljudem bolj prijazen in naraven svet. Vsekakor pa si želimo, da bomo sposobni v Sloveniji ustrezno izobraziti inženirski kader in da mu bomo sposobni zagotoviti zaposlitev, ki je pogoj za uspešen razvoj vsakega poklica in tudi vede. Vso podporo razvoju tega poklica v Sloveniji je dala tudi Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije in drugi številni predstavniki gospodarstva.

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

Robert Harb, univ. dipl. inž. str.,
Višja strokovna šola Ptuj



Razvoj bioničnih protez je lahko velik izziv tudi za bodoče slovenske inženirje bionike

Standardni ventil VSNC – nova generacija v liniji NAMUR

Standardni ventil VSNC v liniji NAMUR je certificiran po vsem svetu v skladu z običajnimi standardi eksplozijske zaščite in se lahko uporablja v številnih segmentih industrije in v mnogih aplikacijah. Njegove razpoznavne značilnosti so: moderna oblika, trajna kakovost, preizkušena tehnologija in materiali. Izdelek odlikuje tudi zelo privlačno razmerje cena/zmogljivost. To je tisto, kar mora sodobni NAMUR ventil tudi biti!

Enostransko ali dvostransko delujoč?

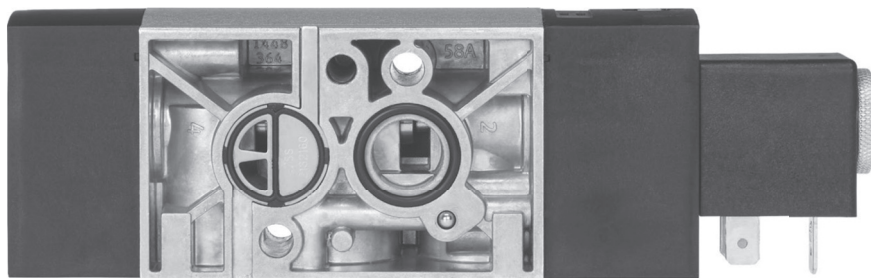
Ne glede na to, ali potrebujete enostransko ali dvostransko de-

I variante in Div. I elektromagnetne sisteme v skladu z NEC 500.

Enostavno upravljanje z nizkimi stroški komponent

Naročite lahko vnaprej sestavljene ventile ali pa jih sestavite sami: s preizkušenim vmesnikom, votla cevna armatura zmanjša potrebo po vzdrževanju zalog številnih delov. Lahko določite ustrezno napetost tuljave in tuljavo samo namestite.

V nasprotju z diskretnimi procesi v industrijski avtomatizaciji, avtomatizacija procesov pomeni neprekinjene procese, večinoma mešanje ali



Standardni ventil VSNC v liniji NAMUR

lujoč pogon, vam VSNC ponuja pravo rešitev v enem ventilu. Vse, kar morate storiti, je, da zavrtite tesnilo na vmesniku NAMUR in iz 3/2-potnega ventila postane 5/2-potni ventil.

Eksplozivno okolje?

Tudi tu ni problema! Paleta izdelkov VSNC vključuje IEC EX certificirane magnetne sisteme za cone 1 in 2, CL

fermentiranje tekočin, materialov v razsutem stanju, plinov itd. Za nadzor pretoka v teh procesih se uporabljajo procesni ventili, ki so sestavljeni iz naslednjih komponent:

- glavni ventil (npr. metuljčni ventil VZAB),
- pogon za izvajanje četrtnskega obrata (npr. DFPB),
- senzorski sklop, ki označuje položaj preklopa (npr. DAPZ),
- pilotni ventil VSNC za pnevmatsko proženje aktuatorja.



Primer procesnega ventila

Vmesnik NAMUR je idealen za uporabo s procesnimi ventili v različnih industrijah in v mnogih aplikacijah, kot so na primer kemična industrija, biotehnika in farmacija, industrija za pripravo vode, upravljanje z odpadnimi vodami in v prehranski industriji.

Vir:
FESTO, d. o. o.
Blatnica 8, 1236 Trzin
tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25
info_si@festo.com, www.festo.com
g. Bogdan Opaškar

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2015 - ASM '15

2. decembra 2015
na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

Podjetje NI predstavlja prvi vgrajeni krmilnik PXI na osnovi procesorja Intel Xeon in ohišje z najvišjo pasovno širino

Osemjedrni procesor in 3. generacija tehnologije PCI Express zagotavljata do dvakrat večjo zmogljivost, saj surove podatke spremenita v realno sliko dogajanja.

Podjetje NI (Nasdaq: NATI), ponudnik rešitev, ki inženirjem in znanstvenikom pomagajo pri reševanju največjih inženirskih izzivov na svetu, je danes napovedalo krmilnik NI PXIe-8880, ki temelji na procesorju Intel® Xeon®, in ohišje NI PXIe-1085, ki je prvo s tehnologijo PCI Express 3. generacije. Kombinacija osemjedrnega procesorja Intel® Xeon® E5-2618L v3 za strežnike in polne sistemske pasovne širine 24 GB/s predstavlja preboj na področju zmogljivosti za računske intenzivne in zelo vzporedno delujoče aplikacije, na primer pri preizkušanju brezžičnih sistemov in polprevodnikov ter pri izdelavi prototipov sistemov

5G. Kupci lahko izkoristijo prilagodljivost platforme PXI, da zamenjajo krmilnike prejšnjih generacij s krmilnikom NI PXIe-8880 in si tako zagotovijo dvojno zmogljivost svojih aplikacij za preizkušanje in merjenje.

»V zadnjih dveh desetletjih smo pri avtomatiziranem preizkušanju pričali postopnemu premiku s standardnih instrumentov na platformo PXI,« je povedala Jessy Cavazos, vodja pango za meritve in instrumentacijo pri podjetju Frost & Sullivan. »Z uvedbo tehnologije procesorjev Intel® Xeon® pričakujemo še večjo uveljavitev platforme PXI za visokozmogljive aplikacije.«

Podjetje NI je sodelovalo s podjetjem Intel, da je lahko na trg preizkušanja in meritev prineslo moč strežniških procesorjev Intel® Xeon®. Vgrajeni krmilnik ima osem jeder, do 24 GB pomnilnika DDR4 in 24 kanalov povezav PCI Express 3. generacije za povezovanje s perifernimi

napravami. To zagotavlja inženirjem in znanstvenikom do dvakrat večjo procesno moč ter pasovno širino v primerjavi s krmilniki prejšnje generacije. Novo ohišje z 18 razširitvenimi mesti poleg tega vključuje tehnologijo PCI Express 3. generacije z osmimi kanali na razširitveno mesto, kar zagotavlja usklajeno skupno pasovno širino sistema 24 GB/s, da bo mogoče sisteme za preizkušanje in merjenje širiti še dolgo v prihodnost.

»Uporaba najnovejših procesorjev Intel® Xeon® je nov mejnik našega sodelovanja s podjetjem NI,« je povedal Shahram Mehraban, direktor razvoja trga za industrijske internetne stvari v podjetju Intel. »Internet stvari zahtevajo najvišjo možno procesorsko moč, saj se s tem skrajša čas do trga in znižajo stroški preizkušanja. Pristop podjetja NI z vodilom PXI je kritičen korak do tega cilja.«

Ta kombinacija krmilnika in ohišja PXI nove generacije s programsko opremo za načrtovanje sistemov LabVIEW daje inženirjem in znanstvenikom potrebna orodja, da 24 GB/s podatkov iz preizkušanja in merjenja spremenijo v realno sliko dogajanja.

Za več informacij o novem vgrajenem krmilniku PXI Express in ohišju PXI Express obiščite: www.ni.com/white-paper/52566/en/

<http://slovenia.ni.com/>



Izgled krmilnika PXI z različnimi priključki

Varnostni krmilnik MOSAIC

MOSAIC je nov modularni in programirljivi varnostni krmilnik podjetja ReeR za zaščito strojev in naprav. Varnostni krmilnik MOSAIC omogoča istočasno kontrolo več varnostnih elementov in izvajanje ukazov za popolno zaščito. Na varnostni krmilnik MOSAIC lahko priklopimo varnostne zavese, izklop v sili, dvoročne vklope, laserske skenerje, fotocelice, varnostne zaklepe in ostale varnostne komponente.



Mosaic varnostni krmilnik

Krmilnik MOSAIC ima modularno zasnovo, ki nudi možnost uporabe razširitvenih modulov, kar omogoča popolno prilagodljivost in integracijo v sam varnostni del aplikacije. Na voljo je tudi nov vmesniški modul MCT, ki omogoča povezovanje vhodnih in izhodnih razširitev po povezavi MSC. Ta rešitev omogoča povezovanje več varnostnih funkcij na različnih strojih v eno proizvodnjo linijo.

Programiranje varnostnega krmilnika MOSAIC poteka s pomočjo programa Mosaic Safety Designer (MSD), ki je dobavljiv z vsakim varnostnim krmilnikom in omogoča enostavno nastavitve krmilnika v nekaj preprostih korakih. Uporaba funkcije »povleci in izpusti« je s svojo funkcionalnostjo zelo olajšala delo na samem krmilniku, saj ji lahko izberete in nastavite različne funkcije varnosti, ki so prikazane z ustreznim simbolom. Med programiranjem vas že sam program

opozori na morebitne napake in nelogične povezave, kar omogoča visoko stopnjo varnosti in preprečevanje napak pri programiranju. Mosaic Safety Designer (MSD) omogoča nastavitve različnih nivojev zaščite z gesli za dostop pooblaščenih oseb v sam krmilnik, kar pripomore k dodatni varnosti.

Za programiranje in nastavitve varnostnega krmilnika MOSAIC se uporablja priloženi USB-kabel. Vse aplikacije, narejene na varnostnem krmilniku, se lahko dodatno shranjujejo na spominsko kartico MCM, ki omogoča shranjevanje in prenos shranjenega programa na druge varnostne krmilnike MOSAIC.

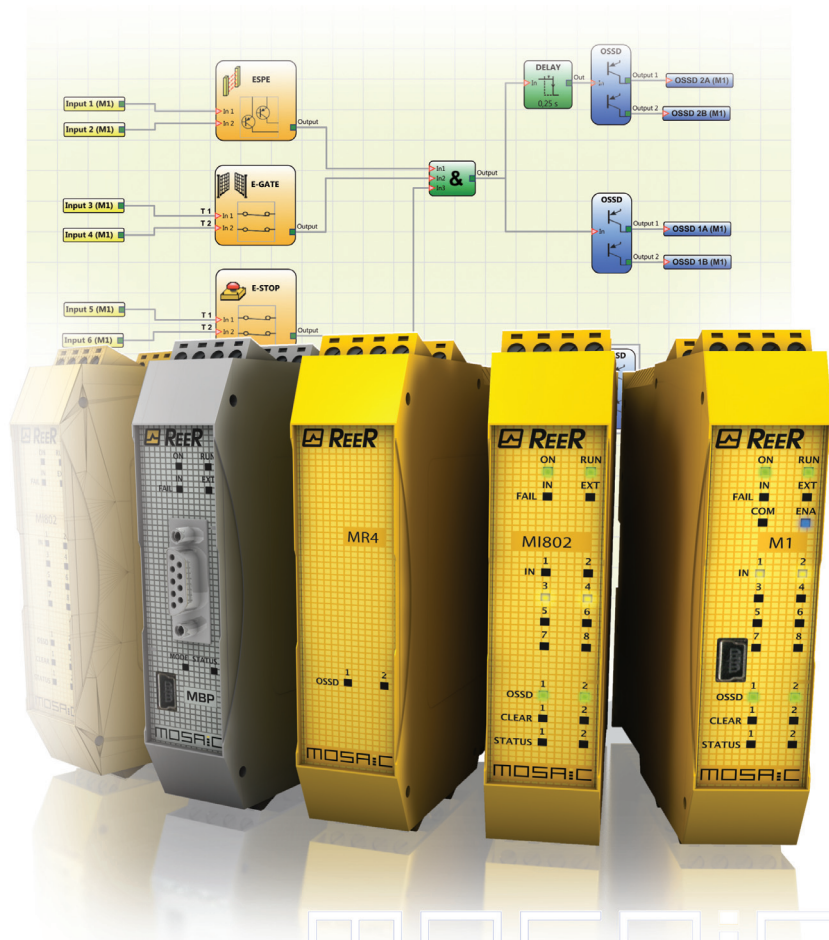
Standardne lastnosti:

- stopnja varnosti: SIL 3 PL e, Cat. 4,
- brezplačna programska oprema za nastavitve krmilnika MSC (Mosaic Safety Designer),

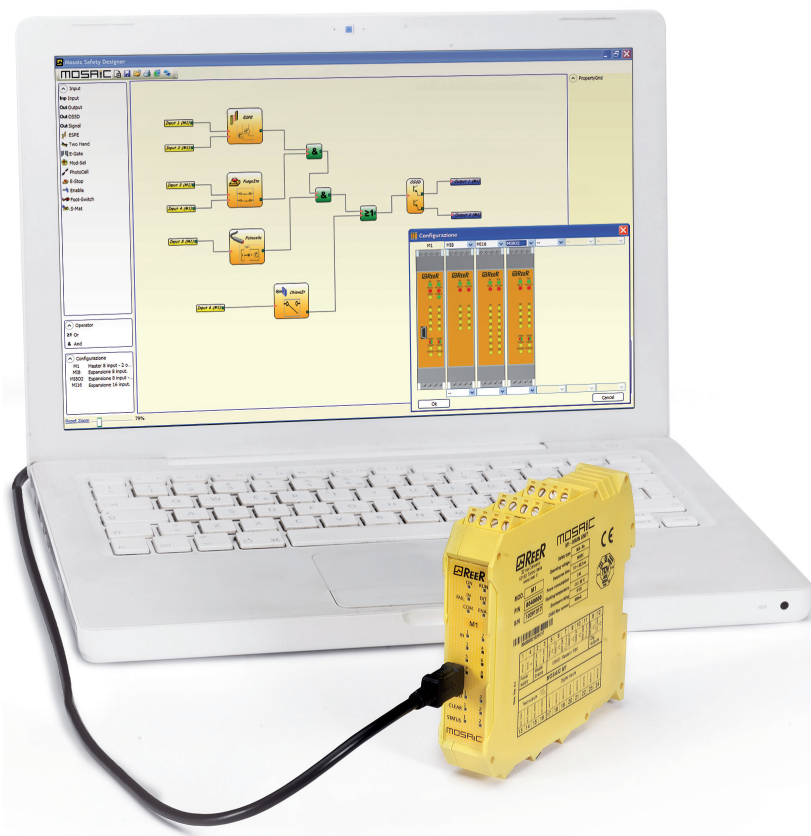
- majhne dimenzije (posamezne dimenzije modulov so 22,5 x 99 x 114,5 mm),
- možnost 128 vhodov in 16 OSSD parov,
- možnost priklopa največ 14 razširitvenih modulov na en krmilnik (master unit),
- komunikacija med moduli po hitri komunikaciji MSC (Mosaic Safety Communication),
- enostavna diagnostika z vgrajenimi LED-diodami ali programom MSD,
- odstranljiva spominska kartica za prenos in shranjevanje.

Moduli:

- M1 Master enota – 8 varnostnih vhodov in 2 ločena programirljiva dvokanalna izhoda »solid state«,
- M1802 – razširitveni modul z 8 varnostnimi vhodi in 2 paroma OSSD,
- M18 in M16 – razširitvene enote z 8 in 16 varnostnimi vhodi,



Mosaic razširitvene enote



Mosaic Safety Designer (MSD)

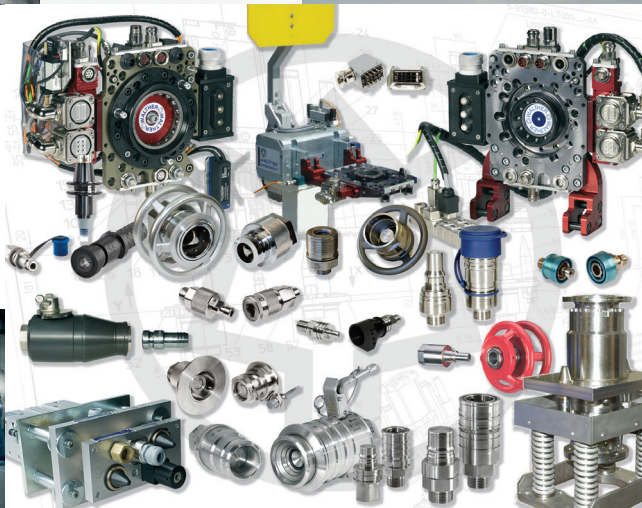
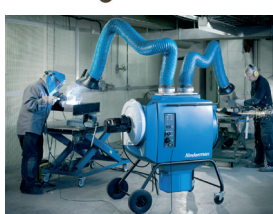
- MI12T8 – razširitvena enota z 12 varnostnimi vhodi,
- MO2 in MO4 – razširitvene enote z 2 ali 4 pari OSSD z ločenim EDM in programirljivim statusnim izhodom Start/Restart,
- MR2 in MR4 – relejska enota z 2 ali 4 varnostnimi releji,
- MO-R4 – razširitvena enota z relejskim izhodom,
- MB – razširitvena enota za priključitev na najpopularnejše komunikacijske protokole: BP-PROFIBUS DP, MBEI-Ethernet IP, MBEC-EtherCAT, MBEP-Profinet, MBD-DeviceNet, MBC-CANopen MBU (Universal Serial Bus).

Vir:

PS, d. o. o., Logatec
 Kalce 30b, 1370 Logatec
 tel.: 01/750-85-10
 ps-log@ps-log.si
 www.ps-log.si/
 produkti.php?m_skupina=104
 g. Andrej Zupančič

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

Servis varilne opreme

V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI

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

Temperirne naprave SMC

SMC, vodilni proizvajalec pnevmatične opreme, je globalno podjetje, usmerjeno v izdelavo celovitih rešitev na področju avtomatizacije tovarn in procesov.

Temperirne naprave SMC imajo več kot 20-letno zgodovino. Začeli smo z dobavljanjem temperirnih enot s tehnologijo Peltier serije thermo-con je HEC, ki je na voljo tudi v 19" rack verziji. Serijo dopolnjujejo še termokopeli HEB ter thermo-con za kemikalije (slika 1). Temperaturna stabilnost te serije je $\pm 0,01$ °C, hladilna moč pa do 1 kW. Predstavnik vodno hlajenih enot je HRW s temperaturno stabilnostjo $\pm 0,3$ °C in hladilno močjo do 30 kW.

Temperirne naprave SMC uporabljajo zanesljivo tehnologijo, saj izhajajo iz zahtev polprevodniške industrije. Primerne so za uporabo v medicini, farmacevtski proizvodnji, analitični opremi in avtomobilski industriji. Uporabljajo se v vseh industrijskih procesih, v katerih morajo biti proizvodni procesi temperaturno stabilni oziroma nadzorovani.

SMC ima danes v svoji ponudbi temperirne enote, ki za svoje delovanje uporabljajo kompresorsko tehnologijo, tehnologijo Peltier in vodno hlajene enote. Pri temperirnih enotah s kompresorjem in hladilnim plinom lahko za hlajenje kondenzatorja izberemo vodni ali zračni način hlajenja. Značilni predstavnik te serije je model HRS s temperaturno stabil-

nostjo $\pm 0,1$ °C in hladilno močjo do 6 kW oziroma do 24 kW. Predstavnik temperirnih enot s tehnologijo Peltier serije thermo-con je HEC, ki je na voljo tudi v 19" rack verziji. Serijo dopolnjujejo še termokopeli HEB ter thermo-con za kemikalije (slika 1). Temperaturna stabilnost te serije je $\pm 0,01$ °C, hladilna moč pa do 1 kW. Predstavnik vodno hlajenih enot je HRW s temperaturno stabilnostjo $\pm 0,3$ °C in hladilno močjo do 30 kW.

Skupne značilnosti:

- izjemna zmogljivost in temperaturna stabilnost, ki prispevata k doseganju zahtevane kakovosti končne kupčeve aplikacije,
- kompaktna in lahka izvedba temperirnih enot olajša samo montažo, prihrani prostor – zmanjšajo potrebne velikosti instalacijskih mest, možnost montaže k sami steni proizvodnje, gibljiva kolesa omogočajo enostavno mobilnost enot,
- širok izbor priključnih napetosti omogoča priklop kjerkoli po svetu,
- energetske varčne temperirne enote (zaradi funkcije samoogrevanja ni potreben dodatni grelec, tudi kadar je temperatura okolja nizka; časovna funkcija, ki omogoča nastavitve izklopa, ko ni potrebno delovanje),
- enostavna uporaba, kar omogoča velik digitalni prikazovalnik s prikazom alarmov (vizualni nadzor funkcij po displeju),
- zmanjšani stroški vzdrževanja zaradi integrirane funkcije samodiagnostike in displeja (31 tipov alarmov), kar omogoča lažjo identifikacijo vzrokov alarmov ter ponavljajoče se napake,

- zmanjšan čas zastoja v primeru izpada električnega napajanja s funkcijo samodejnega ponovnega zagona brez potrebnih ročnih vklopov ali ukaza po daljinskem dostopu,
- enostavnost vzdrževanja (čiščenje filtra brez orodja, enostaven nadzor nivoja hladilnega medija),
- omejen dostop nepooblaščenim osebam do nastavitve z uporabo funkcije zaklepanja, ki preprečuje dostop in hkrati tudi spremembe nastavitve po pomoti,
- nadzor na daljavo s pomočjo vgrajenih komunikacijskih portov (serijska komunikacija RS232C in RS485 ter I/O-kontakti),
- dodatne funkcije, kot npr. nizek nivo hladilnega medija v rezervoarju, funkcija za preprečevanje zamrzovanja ali izhodni signal pripravljenosti enote, še izboljšajo uporabniško izkušnjo temperirnih enot SMC.

Primeri uporabe:

- temperiranje varilnih klešč pri točkovnem varjenju v avtomobilski industriji,
- temperiranje laserskega vira pri procesu izdelave tiskanic,
- temperiranje orodja na blister pakirnih enotah v farmaciji,
- temperiranje odvzetih vzorcev v analitičnih laboratorijih.

Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o.
Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje
tel.: +386 7 3885 421
M.: +386 40 471 006
faks: +386 7 3885 415
p.jarc@smc.si, www.smc.si



Izvedbe temperirnih naprav: kompresorska zračno hlajena – a, model Peltier thermo-con 19" rack – b, standardni model Peltier thermo-con – c.

Vektorski frekvenčni regulatorji za AC-motorje – PowerFlex 525

Nov model frekvenčnega pretvornika Allen-Bradley PowerFlex 525 ima modularno konstrukcijo.

Nastavitveni modul s prikazovalnikom in tipkovnico lahko snamemo z

naprave, priklopimo na računalnik z vgrajenim USB-priključkom in opravimo nastavitve – parametriranje.

Nastavitveni modul je enak za vse razrede moči, kar poenostavlja izbiro rezervnih delov. Standardno so vgrajeni Ethernet/IP in komunikaci-

ja Modbus RTU (RS-485) ter varnostni izklop (PLd, SIL2/ Cat 3). Na voljo pa so tudi druga industrijska vodila, npr. redundančni Ethernet/IP (dvoje vrat z obročno topologijo DLR – Device Level Ring):

Lastnosti:

- USB-priključek za PC-povezavo (omogoča tudi napajanje modula),
- z dodatnimi karticami so možne povezave Profibus, DeviceNet in druge,
- vektorska odprto- ali zaprtozančna regulacija,
- pozicioniranje z dajalnikom (potrebna je dodatna kartica za priklop enkoderja),
- podpira motorje s permanentnimi magneti,
- temperaturno območje delovanja do 70 °C (potreben je ventilator),
- razpon moči od 400 W do 22 kW, napetost 230 VAC/1ph in 400 VAC/3ph,
- mogoča je montaža v pokončnem ali ležečem položaju, brez razmika med napravami,
- vgrajen EMC-filter,
- primeren za zahtevnejše aplikacije,
- odlično razmerje med ceno in funkcionalnostjo.

Povezave:

<http://ab.rockwellautomation.com/Drives/PowerFlex-525>,

<http://www.youtube.com/watch?v=3nVgW5fEb4s>

Vir:

Tehna, d. o. o.

Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana

tel. +386 1 28 01 775

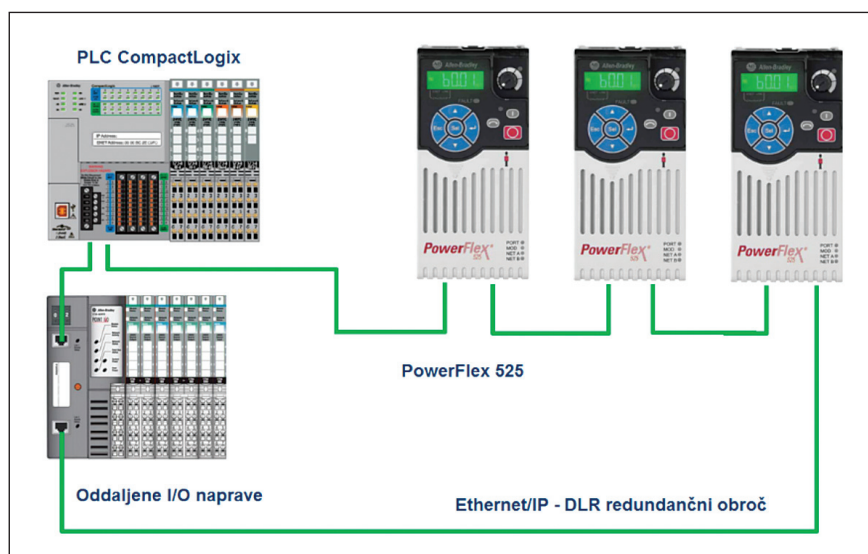
fax.: +386 1 28 01 760

www.tehna.si

g. Žiga Petrič



Frekvenčni pretvornik Allen-Bradley PowerFlex 525



Nastavitveni modul

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2015 - ASM '15

2. decembra 2015

na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

Industrijski roboti EPSON LS3 in LS6

Podjetje EPSON je na trgu industrijskih robotov prisotno že desetletja. Med vodilnimi proizvajalci štiriosnih robotov SCARA si položaj utrjuje s kakovostjo, zanesljivostjo, visoko hitrostjo manipulacije in preprostostjo programiranja. Epsonovi roboti SCARA so za kupca odlična izbira, kadar se zahtevajo najkrajši delovni takti in najvišja kakovost. V široki paleti modelov, nosilnosti, dosega

in opcij se zanesljivo najde najprimernejša kombinacija krmilnika in manipulatorja za vsako zahtevano nalogo.

Poleg vodilne serije G sedaj Epson ponuja še serijo robotov LS – Light Scara. Roboti LS so alternativa za stroškovno občutljivejše primere, kjer zahteve po hitrosti manipulacije niso najstrožje. Roboti LS z

zmogljivim krmilnikom RC90 imajo vse prednosti, ki odlikujejo robote Epson višjega kakovostnega razreda: velika natančnost pozicioniranja, isto in neokrnjeno programsko razvojno okolje RC+, opsijske razširitve I/O, RS-232, DeviceNet, Profibus-DP (Slave ali Master), EtherNet/IP, CC-Link, Profinet, Vision, Conveyor Tracking, Force Sensing, API in GUI Builder. Zagotovljeni so enaka garancija, podpora, vzdrževanje in servis.

Robot EPSON LS3 ima delovni radij 400 mm in nominalno nosilnost 3 kg, LS6 pa ima doseg 600 mm in nosilnost 6 kg. Oba modela sta v izvedbi za horizontalno namizno namestitev, na voljo sta tudi v izvedenki CleanRoom ISO 4. Roboti EPSON LS s krmilnikom RC90 so dobavljivi iz zaloge v kratkih dobavnih rokih. Priporočena cena LS3 je 9.900,00 EUR, za večji LS6 pa 12.900,00 EUR (brez DDV).



Vir:
DAX, d. o. o.
Vreskovo 68, 1420 Trbovlje
tel.: +386 3 563 0500
faks: +386 3 563 0501
www.dax.si
g. Darko Koritnik

KOMPONENTE ZA FLUIDNO TEHNIKO

- hidravlični filtri
- mobilni filtrirni agregati
- obvodni filtrirni agregati
- agregati za odstranjevanje vode
- hidravlični akumulatorji
- hladilniki olje/zrak, olje/voda
- senzorika, tlak, temp., pretok, nivo...
- krmilni bloki in ventili
- objemke in pritrditve
- krogelni ventili
- črpalke
- oljni servis

HYDAC d.o.o.
Zagrebška c. 20
2000 Maribor
Tel.: 02 460 15 20
ali info@hydac.si

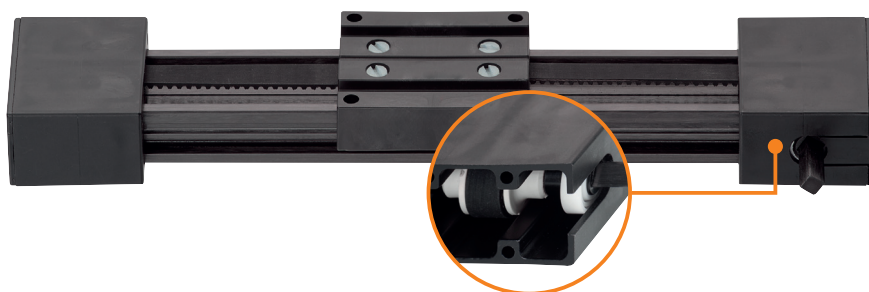
Prvi jermensko gnani linearni komplet DryLin brez kovinskih delov

Gre za kombinacijo tribološko optimiziranega linearnega kompleta DryLin® ZLW. Sklop je izdelan iz karbona z vgrajenimi polimernimi elementi dry-tech® in z zobatim jermenom. Tako je ZLW-0630-P prvi linearni komplet popolnoma

brez kovinskih delov. Zaradi čvrste plastične konstrukcije in z uporabo krogličnih ležajev xiros® (kroglice, narejene iz plastike ali stekla) je sistem zelo lahek in ne potrebuje vzdrževanja, ker lahko vsi vgrajeni ležaji delujejo brez mazanja.

Prednosti novega sistema:

- zelo lahek,
- popolnoma brez kovinskih delov,
- brez mazanja in vzdrževanja,
- nemagneten,
- pogon: armirani neoprenski zobati jermen,
- z maksimalno dolžino do 1.000 mm.



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

Združeni lastnosti linearnega vodila in navojnega vretena – GLIDE SCREW™

Glide Screw™ je kombinacija linearnega vodila in navojnega vretena, ki zagotavlja visoko zmogljivost, hitro vgradnjo in manj kompleksnosti – še posebno pri majhnih dimenzijah.

Značilni primeri uporabe:

- 3D-printanje,
- fluidne črpalke,

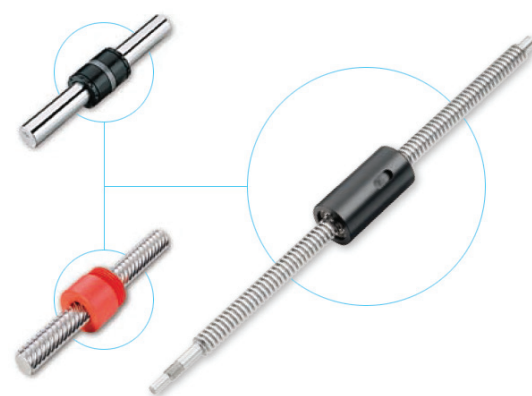
- pipetiranje fluidov / 3-osna avtomatizacija v laboratorijih.

Enota Glide Screw™ je oblikovana tako, da prevzame momente in stranske obremenitve brez dodatnega linearnega vodila ali druge podpore.

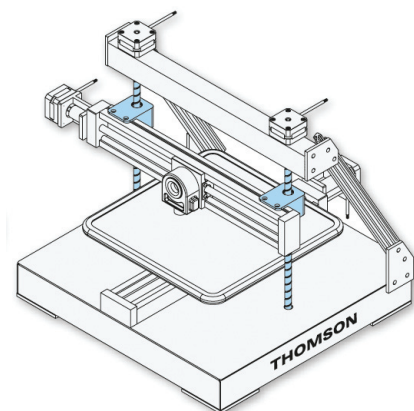
Zaradi združitve lastnosti linearnega vodila in navojnega vretena je vgradnja enostavnejša in vključuje manj sestavnih delov. Vzdrževanje ni potrebno, saj ima vgrajen mazalni blok, ki nudi zadostno mazanje vso življenjsko dobo.

Podjetje Thomson, ki vodila izdeluje, je prepoznavno na področju tehnologije mehanskega gibanja že več kot 60 let.

Kot del Danaher Motion je podjetje Thomson sposobno zagotavljati kompletne sistemske rešitve.



Komponenta Glide Screw™

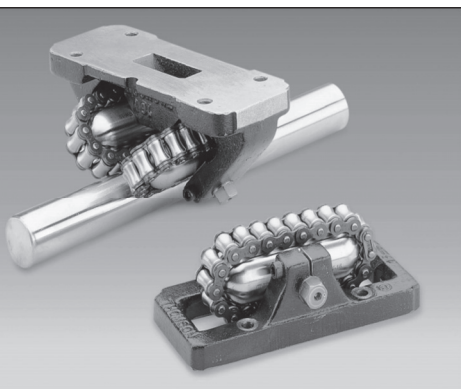


3D-printanje

Vir:
INOTEH, d. o. o.
K železnici 7
2345 Bistrica ob Dravi
tel.: +386 (0)2 673 01 34
fax: +386 (0)2 665 20 81
www.inoteh.si
g. Gregor Podlogar

Linearni verični voziček za gredi (RoundWay Linear Roller Bearing Product)

Novost proizvajalca THOMSON so verižni linearni vozički za gredi – RoundWay Linear Roller Bearing.



Ti vozički zagotavljajo:

- do 20-krat večjo nosilnost (6.000 do 155.000 N) od konvencionalnih linearnih krogličnih ležajev,
- odlikuje jih tog dizajn, ki zagotavlja veliko natančnost tudi pri velikih nenadnih obremenitvah, ki se pogosto pojavljajo v aplikacijah,
- koeficient trenja 0,005,
- samoizravnalna zmožnost, ki skrajšuje čas vgradnje in zmanjšuje stroške,
- dobavljivi so z vgrajenim brisalcem, ki ščiti pred umazanijo in zagotavlja mazanje,

- primerni za hitrosti do 30 m/s in pospeške do 137 m/s²,
- primerni za uporabo v okolju z visokimi temperaturami – do 260 °C.

Več informacij dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

INOTEH, d. o. o.

K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi

tel.: +386 (0)2 665 11 31

fax: +386 (0)2 665 20 81

info@inoteh.si

www.inoteh.si

Gumijasta prijemala – Value Line

Podjetje PIAB ima številne izkušnje na področju »primi in odloži« (»pick & place«). Poznani so po rešitvah za prijetanje od najmanjših bonbonov do ravnanja z velikimi in težkimi paketi.



Izdelki podjetja PIAB omogočajo povečanje produktivnosti, zmanjšanje porabe energije in izboljšanje delovnega okolja. Razvoj nove linije izdelkov z imenom Value Line pa pomeni dobre zmogljivosti pri nizki ceni. Nova linija je izdelana za primere, ko hitrosti in površine za prijetanje niso posebno zahtevne,

npr. pri pripravi embalaže za pakiranje, dodajanju pločevine ali pri tlačnem livu.

Izdelki so primerni za ravnanje z materiali, kot so karton, gladka plastika (0–60/80 °C) in suhe pločevine pri majhnih in srednjih hitrostih prenašanja.

Prisesne gume Value Line so primerne za standardne oziroma osnovne aplikacije. Program je sestavljen iz različnih modelov: ravnih ali konkavnih, z mehi in dolgimi mehi. Prisesne gume imajo dobre sposobnosti glede na njihovo ceno. Imajo dolge, tanke ustnice za dobro tesnjenje na rahlo ukrivljenih površinah.

Vakuumske ejetorji imajo majhno maso in dimenzije ter integrirane »push-in« priključke. Prvi model je v obliki črke T in dovoljuje odvod odpadnega zraka s cevmi, drugi pa je tipične linijske oblike. Ne glede na to, da gre za cenovno ugodnejšo linijo izdelkov, bodo ejetorji prihranili približno 30 % energije v primerjavi s podobnimi konkurenčnimi ejetorji s šobo 0,7 mm.



Izdelki Value Line so dobavljivi globalno in direktno s police, posamično ali s popustom v paketu za 30 oziroma 100 kosov.

Več informacij o Value Line in drugih izdelkih proizvajalca PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

INOTEH, d. o. o.

K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi

tel.: +386 (0)2 665 11 31

fax: +386 (0)2 665 20 81

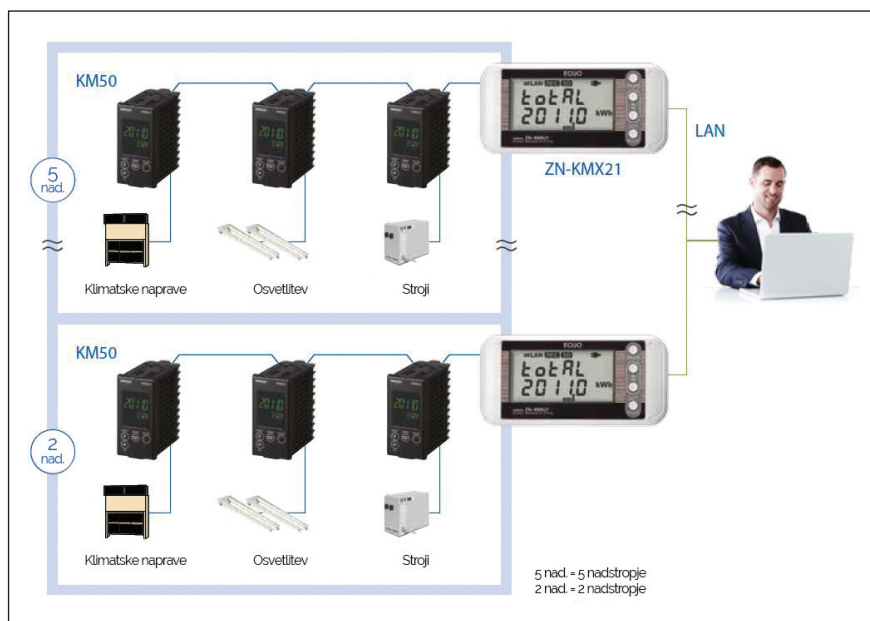
info@inoteh.si

www.inoteh.si

Enote za nadzor porabe energije

V ponudbi so Omronove enote za nadzor energije, s katerimi je možno meriti, prikazovati in optimirati vaš račun za energijo. Kombinacija strojne opreme, programske opreme in

plačnega programskega orodja enostavno parametrimo, beležimo in z grafi spremljamo trende porabe. Na voljo je tudi oddaljena enota za beleženje in spremljanje



Omronovega strokovnega znanja omogoča učinkovito upravljanje porabe energije brez zmanjšanja proizvodne kapacitete ali kakovosti in hkrati ustreza zahtevam direktive EU 27/2012 in ISO50001.

Na voljo so napredne enote za nadzor energije s prikazovalnikom, ki hkrati merijo električne in neelektrične veličine. Zagotavljajo hkratno merjenje napetosti in toka ter veličine, kot so moč, jalova moč, reaktivna moč, faktor moči, frekvenca, ...

Enote za nadzor energije lahko priključimo na PC in s pomočjo brez-

porabe, preko katere lahko do 31 enot za nadzor energije povežemo v mrežo (komunikacija RS-485 ali z uporabo brezžičnega pretvornika). Nastaviti je možno različne intervale beleženja, ki se shranjujejo na SD-kartico. Na enoto lahko dostopamo tudi preko povezave LAN.

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



➔ 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

Prenosna naprava za vzdrževanje olja – Parker Sentinel™

Parker Hannifin, divizija HFDE (*Hydraulic filtration Division Europe*), je predstavil novega in hkrati najmanjšega člana v družini prenosnih naprav PVS za vzdrževanje olja – model Sentinel™. Naprava tako rekoč

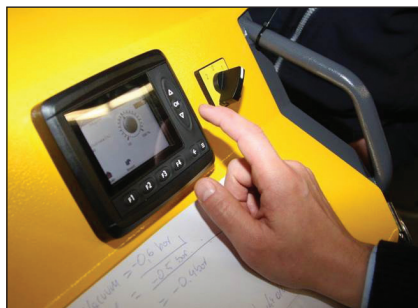
»straži« (od tod tudi ime) hidravlični sistem in je zasnovana za merjenje vsebnosti vode v olju in za izločevanje vode.

V praksi je čiščenje najbolj učinkovito pri temperaturi olja 70 °C. Z napra-

PLC-vmesnik Parker IQAN. Z njegovo pomočjo izbiramo različne načine delovanja. Sentinel™ ima tri načine delovanja. Pri standardnem načinu je delovanje neprekinjeno s čiščenjem vzorcev olja v dvominutnih intervalih. Pri načinu Sentinel™ se postopek čiščenja prične v trenutku, ko nivo vode preseže prednastavljeno vrednost. Vzorčni način pa ugotavlja trend kontaminacije vode z merjenjem treh vzorcev olja.

Sentinel™ deluje na principu uveljavljene tehnologije vakuumske dehidracije s pretokom 12 l/min in je priporočljiv za sisteme, ki vsebujejo do 3000 l olja z relativno vlažnostjo <2 %.

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

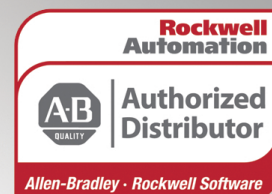


vo Sentinel™ je namesto segrevanja celotnega hidravličnega sistema potrebno segreti le vakuumsko komoro, kar bistveno pripomore k varčevanju z energijo.

V primerjavi z dosedanjimi napravami PVS ima vgrajen elektronski



Rešitve za mehatroniko, avtomatizacijo in informatiko

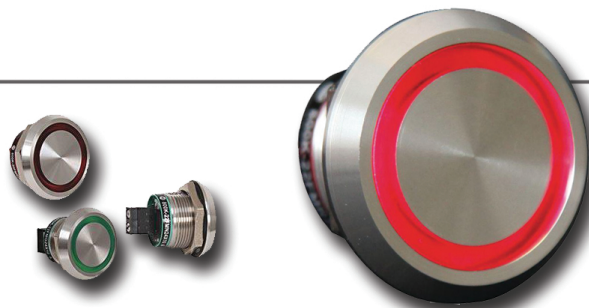


Novo v programu:

Osvetljene tipke 22,5 mm na osnovi piezo tehnologije

- Stopnja zaščite IP69K, material nerjaveče jeklo 316
- Primerni so za uporabo v živilski in farmacevtski industriji (pranje s čistili pod pritiskom)
- So brez vdolbin, kjer se lahko nabirajo kontaminanti
- Standardni izrez 22,5 mm, napetost 24VDC
- Gravirani napisi po naročilu

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



Merjenje profilov z merilnikom razdalje s kratkim dometom – Profiler™ 2

Spremljanje višin, kotov in radijev ukrivljenosti, merjenje vrzeli, oblike in robov, pregledovanje količine materiala, npr. pri nanosu lepila, so številni primeri uporabe, kjer Profiler™ 2 navdušuje s svojo natančnostjo, konceptom uporabniku prijazne samostojne naprave, z vgrajeno nadzorno ploščo z barvnim zaslonom in ugodnim razmerjem med ceno in zmogljivostjo.

Vse v eni napravi: merjenje profilov, vrednotenje, prikazovalnik in nadzorna plošča – Profiler™ 2 je prvi dvodimenzionalni senzor za merjenje oddaljenosti, zasnovan kot ena naprava. Merjenje profilov, vrednotenje, prikazovalnik in nadzorna plošča so združeni v enem robustnem ohišju, ki je izdelano iz trpežne, na udarce odporne plastike in dosega stopnjo zaščite IP67.

Princip delovanja senzorja temelji na principu dvodimenzionalne triangulacije. Svetla izostrena laserska linija se projicira na površino objekta v merilnem območju med 75 mm in 125 mm in se nato preslika na sprejemni element CMOS.

Profiler™ 2 pretvori profilno linijo iz objekta v visoko natančne x- in y-koordinate izmerjenih vrednosti, kjer so razlike v spremembah višine odvisne od oblike objekta. Senzor dosega resolucijo 2 μ m v z-osi. Vgrajena elektronika generira in shrani dvodimenzionalni profil predmeta iz izmerjenih vrednosti, ki je prikazan na LCD-zaslonu senzorja ali preko programske opreme na PC ali nadzornem terminalu. Če sta ciljni objekt in senzor vzporedna, se lahko ustvari tridimenzionalni profil objekta z nanizanjem posameznih dvodimenzionalnih svetlobnih odsekov.

Kombinacija natančne laserske linije in inteligentni procesi vrednotenja omogočajo zelo zanesljive meritve, neodvisno od barve, materiala ali strukture površine predmetov, še posebej, ker senzor nudi ustrezne programske načine za najrazličnejše površine. Dodatni ukrepi so bili izvedeni na optiki in procesu obdelave signala za zmanjšanje vpliva svetlobe iz okolice. Spreminjanje svetlobnih razmer v merilnem območju, širokem med 17 mm in 27

mm (odvisno od oddaljenosti merjenja), tako minimalno vpliva na merilne rezultate merilnika Profiler™ 2. To se še posebej pozna na najbolj problematičnih visoko odbojnih površinah.

Profiler™ 2 je trenutno cenovno najbolj ugodna senzorska rešitev te vrste na trgu. To je posledica zasnove samostojne naprave, ki namenoma deluje brez ločene zunanje enote za vrednotenje. Tak koncept omogoča, da je strojna oprema za senzor za približno 50 % cenejša. Ker nista potrebna montaža in ožičenje dodatnih komponent, se še dodatno zmanjša strošek namestitve. S Profiler™ 2 je na tak način mogoča izvedba cenovno ugodnih aplikacij za kontrolo kakovosti. Spremljanje velikosti večjega števila robov in vrzeli na vratih ali pokrovu motorja in prtljažnika na avtomobilski šasiji je tipična uporaba v avtomobilski proizvodnji. Lepljenje komponent je postal osnovni proces v konstrukciji vozil kot tudi na številnih drugih področjih industrijskega sestavljanja. Profiler™ 2, dvodimenzionalni merilnik razdalje, lahko spremlja nanašanje lepila za pravo količino uporabljenega materiala in preprečevanje vrzeli. V predelovalni industriji se lahko zelo natančno izmerijo kot in krivulje ukrivljene pločevine, aluminija ali plastičnih profilov. Kontrola dolžine in višine tiskanih vezij in drugih sestavljenih komponent so tipično področje uporabe za Profiler™ 2 v elektronski industriji.

Senzor omogoča zanesljivo kontrolo roba med obdelavo neprekinjenih materialov, kot so papir ali netkani materiali.

<http://slovenia.ni.com/>



Čudežni čistilni robčki **BIG WIPES**

Podjetje S3C, d. o. o., je v svoj prodajni program uvrstilo tudi čudežne čistilne robčke BIG WIPES podjetja Sycamore UK Ltd., ki se uporabljajo tako v industriji (profesionalna uporaba) kot doma in tudi za čiščenje notranjosti avtomobilov. Delavci si v proizvodnji hitro umažejo roke, ki jih zelo težko očistijo. S čistilnimi robčki BIG WIPES je odstranjevanje umazanije zelo enostavno in učinkovito. Namenjeni so za odstranjevanje različnih snovi, kot so barve, laki, pene, silikoni, tesnila, lepila, olja, masti itd. Z njimi je mogoče očistiti roke, orodja in druge površine.

Proizvajalec zagotavlja, da so čistilni robčki BIG WIPES najboljši v svojem razredu, saj praktično ni konkurenčnega izdelka, s katerim bi bilo mogoče odstraniti toliko različnih snovi. Robčki hkrati preprečujejo izsušitev rok, saj ohr-



anjajo vlažnost, zaščitijo kožo in so dermatološko testirani. Vsi izdelki podjetja Sycamore so ekološko prijazni, razgradljivi, vsebujejo naravne sestavine, so brez toksinov in fosfatov, mogoče jih je reciklirati in niso bili nikoli testirani na živalih.

Za ponudbo čistilnih robčkov ali ostalih izdelkov s področja hidravlike, pnevmatike in industrijske armature pošljite sporočilo na info@s3c.si, pokličite 014 232 222 ali obiščite stran www.landefeld.si.

Veselimo se sodelovanja z vami.

www.landefeld.si



Delujem tudi pod vodo!

igus

DryLinE

ZLW: linearni pogoni za uporabo pod vodo

Do 10 m globine

Motor NEMA 23 razred IP 68

Za več informacij pokličite 04/532 06 05 ali obiščite www.hennlich.si/DLE.



HENNLICH d.o.o., Podnart 33, 4244 Podnart

Nove knjige

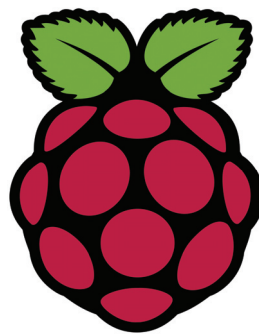
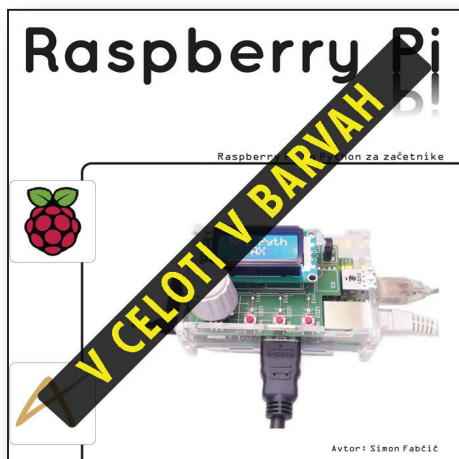
[1] Bergada, J. M., Kumar, S.: **Fluid Power, Mathematical Design of Several Components** – Fluidna tehnika, matematično konstruiranje nekaterih sestavin – Zal.: Nova Science Publishers, 2014; ISBN: 978-1-62948-316-0.

[2] Tuma, J.: **Vehicle Gearbox Noise and Vibrations: Measurement, Signal Analysis, Signal Processing and Noise Reduction Measures** – Hrupnost in vibracije pri menjalnikih na vozilih: meritve, analiza signalov, procesiranje signalov in

načini za zmanjševanje hrupnosti – Zal.: Wiley, 2014; ISBN: 978-1-118-35941-9.

[3] Lim, Y. S., Venugopal, R., Ulsoj, A. G.: **Process Control for Sheet Metal Stamping** – krmiljenje procesa preoblikovanja pločevine – Zal.: Springer, 2014; ISBN: 978-1-4471-6284-1.

[4] Ulsoj, A. G., Peng, H., Cakmaker, M.: **Automotive Control Systems** – Krmilni sistemi na vozilih – Zal.: Cambridge university press, 2014; ISBN: 978-1-1076-8604-5.



Raspberry Pi Programirajte s Python programom

www.svet-el.si



Predstavljamo IMI Precision Engineering
- Norgrenov novi videz!

Razkrivamo ODLIČNO
prihodnost z ODLIČNIMI
izdelki, ki jih že poznate

IMI
Precision Engineering

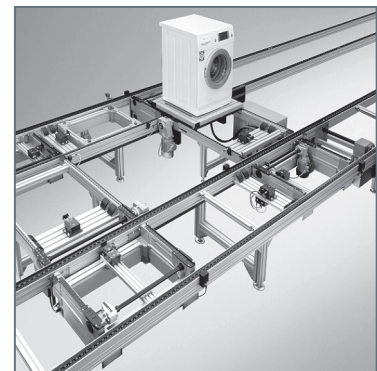
Rexroth

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

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Kondicioniranje hidravličnega olja** – www.hydraulicspneumatics.com/bit-ly/HP1412-CleanOil – Za povečanje življenjske dobe hidravličnih naprav je potrebno zagotoviti čisto in hladno hidravlično olje. To je stara in znana resnica. Toda pri hidravliki je

tako, da vsaka praska na površini lahko povzroča več težav, kot jih lahko vidi oko.

[2] **Pnevmatika pospešuje razvoj robotike** – www.hydraulicspneumatics.com/bit-ly/HP1412-Robotics – Pekovska enota pospešuje

je produktivnost, varčuje z energijo in zmanjšuje število okvar, zahvaljujoč rekonstrukciji orodja na koncu robotske roke. Avtomatizirani sistem omogoča izpolnjevanje vseh pekovskih nalog – od mešanja testa in peke do pakiranja in natovarjanja.

Znastvene in strokovne prireditve

The 4th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP 2015)
– 14. Skandinavski mednarodna konferenca o fluidni tehniki.

20.–22. 05. 2015
Tampere, Finska

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

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	169	INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	170	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	92,107
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	125	IPRO ING, d. o. o., Ljubljana	159	PS, d. o. o., Logatec	89
DAX Electronic Systems, d. o. o., Trbovlje	89	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	151	S3C, d. o. o., Ljubljana	89
DOMEL, d. d., Železniki	109	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	89	SICK, d. o. o., Ljubljana	89
FESTO, d. o. o., Trzin	89,172	OLMA, d. d., Ljubljana	89	STROJNISTVO.COM, Ljubljana	110
HALDER, d. o. o., Hoče	106	OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	89	SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	165
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	171	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	89,169	TEHNA, d. o. o., Ljubljana	166
HENNLICH, d. o. o., Podnart	168	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	89	UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	147,154,156
HYDAC, d. o. o., Maribor	162	POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	89,90	Univerza v Mariboru	105
ICM, d. o. o., Celje	133	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	111	UM, Fakulteta za strojništvo, FT2015, Maribor	132
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., Lesce	169			VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	89
				YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	99





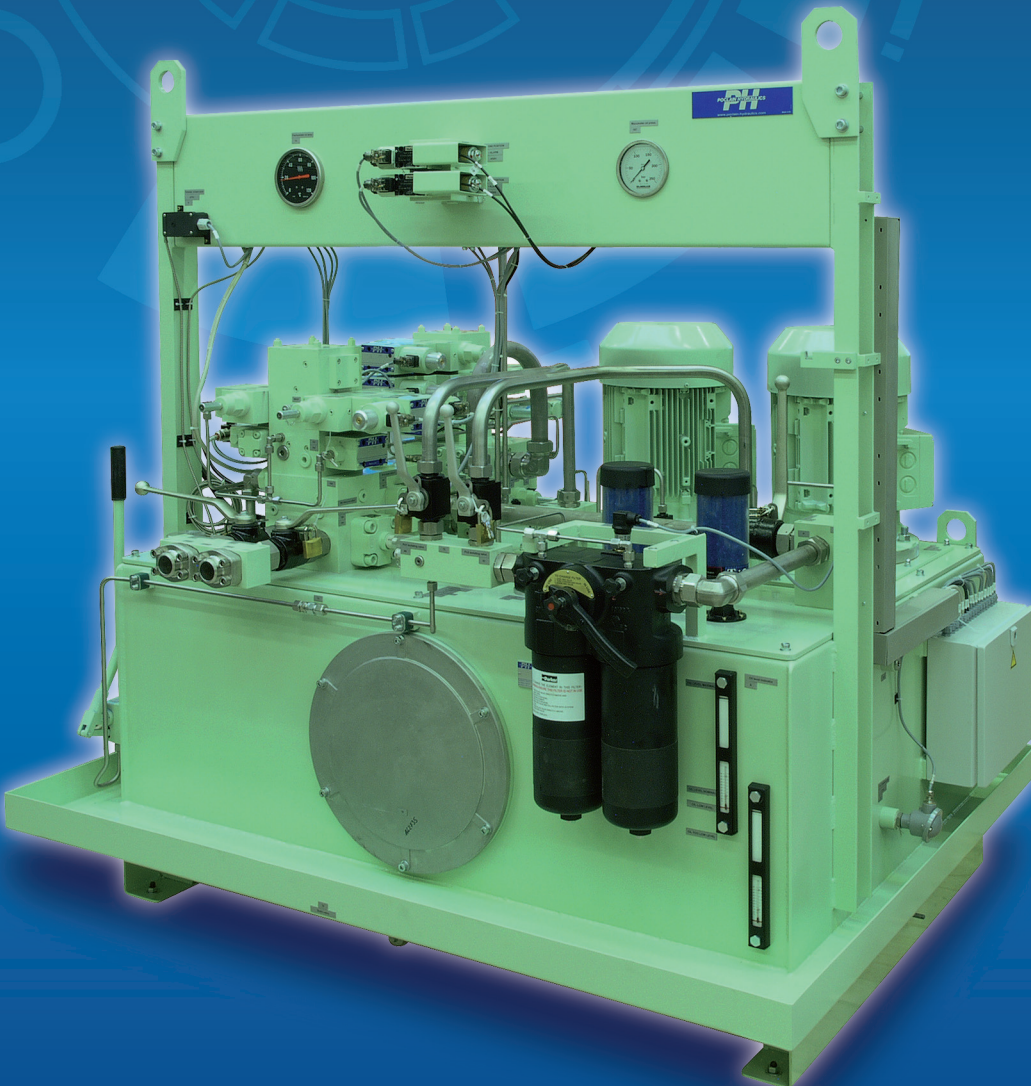
Très chic: Designerski agregat.

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

HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel