



FESTO

Venili / avgust / 20 / 2014 / 4

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



OPL

FESTO

PH
POCLAIN HYDRAULICS
Poclair Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

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

FANUC

VISTA
HIDRAVLIKA

PS
PS LOGATEC

VENTIL

REVIIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1318 - 7279 | AVGUST 20 / 2014 / 4

- Intervju
- Predstavitev
- Razvoj nove daljinsko krmiljene hidravlične roke
- Mikrovarjenje s trenjem in mešanjem bakrenih kontaktov
- Prostorska informatika
- Nadzor stanja olja
- Avtomatizacija stroja za večbarvni tisk etiket
- Iz prakse za prakso
- Vzpostavitev funkcionalnega bloka zračnega prostora

Elektronske rešitve
SMARTDRIVE™
Za hidrostatični pogon, ki opravlja
natančno tisto, kar zahtevate...

KRMILNA PALICA



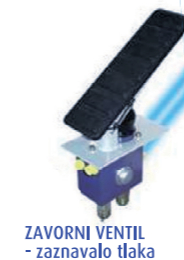
ARMATurna PLOŠČA
- smer
- vožnja/delo
- način dela/hitrost motorja
- parkirna zavora
- krmiljenje vožnje
- nadzor spodsavanja



KRMILNIK
SD Premier



PROTIZDRSNI VENTIL



ZAVORNI VENTIL
- zaznavalo tlaka



TANDEM CRPALKa
z SA krmiljem
- krmiljenje iztisnine
- potenciometer povratne zveze
- zaznavalo hitrosti
- zaznavalo omejevalnika moči

MOTOR

ZAZNAVALO
HITROSTI

SPREMINJANJE
HITROSTI

PROTIZDRSNI
VENTIL

PH
POCLAIN HYDRAULICS

Poclair Driving Values for the Future

www.poclair-hydraulics.com

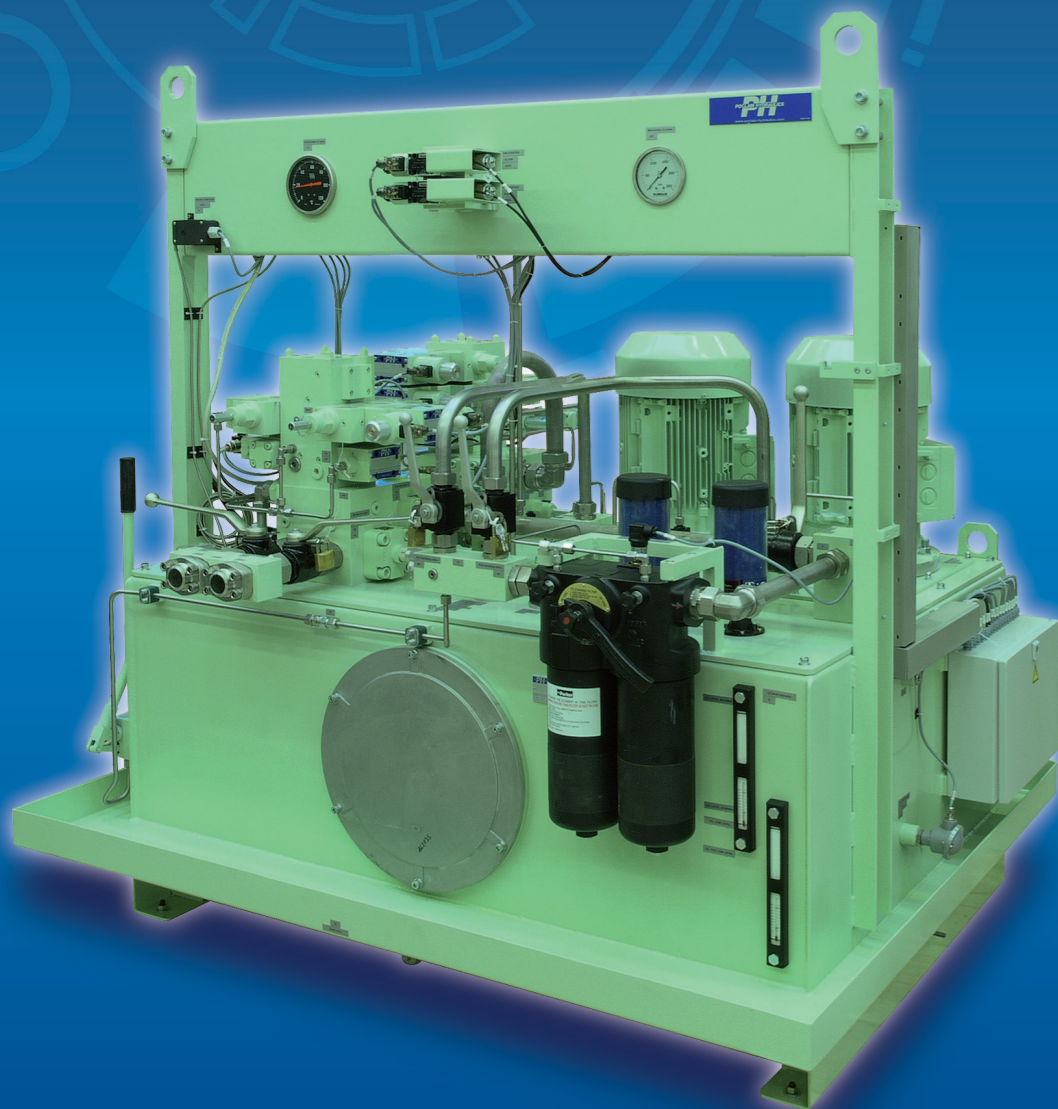
Želite imeti občutek varnosti?
Želite neprekinjeno proizvodnjo?
Mi vam zagotavljamo varnost in zanesljivost.

→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.

Naša želja je pri vas vzbuditi oziroma vzpostaviti zaupanje in občutek varnosti v vseh fazah našega sodelovanja. S tem vam bo uspelo povečati tudi vašo produktivnost. Prepričani smo, da bo tako sodelovanje pripeljalo do obojestranskega zadovoljstva. Lahko se vedno in povsod zanesete na naše strokovnjake in kakovost naših izdelkov in procesov. To je prednost našega družinskega podjetja z dolgo tradicijo v avtomatizacijski tehniki tako na področju avtomatizacije tovarniških postrojenj, kot na področju avtomatizacije v procesni industriji.

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

HIDRAVLICNE NAPRAVE



www.poclain-hydraulics.com



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
 HYDRAULIK

Impresum	245	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	245	Če bom letel, bom letel zase – Tomaž Kralj, pilot helikopterja Robinson R44 RAVEN 2	246
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	252	■ PREDSTAVITEV	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	254	Nikola VUKAŠINOVIČ: Ustvarjanje priložnosti za nove izdelke v sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani	248
Seznam oglaševalcev	318	■ HIDRAVLIČNE NAPRAVE	
Znanstvene in strokovne prireditve	317	Franc MAJDIČ, Martin SEVER, Nejc STRAVNIK: Razvoj nove daljinsko krmiljene hidravlične roke	260

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGRN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si www.sick.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 e-mail: info-slovenia@poclain-hydraulics.com internet: www.poclain-hydraulics.com	FANUC Adria d.o.o. Kidričeva 24b 3000 Celje, SLOVENIA Tel.: +386 8 205 64 97 GSM: +386 31 751 689 Faks: +386 8 205 64 98
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
	PS, d.o.o., Logatec Kalce 30 b SI-1370 Logatec Tel.: 01 750 85 26, Faks: 01 750 85 29 Internet: www.ps-log.si

■ VARJENJE

Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK, Milan BIZJAK, Vladka LEŠER: Mikrovarjenje s trenjem in mešanjem bakrenih kontaktov	270
--	-----

■ PROSTORSKA INFORMATIKA

Damir HUSEJNAGIČ, Boža PUSTOVRH MARTINČIČ, Peter ŽNIDARIČ, Toni PROŠEK, Borut RIHTARŠIČ: Internet stvari in senzorska omrežja za ocenjevanje delovnega okolja in vzdrževanje na osnovi stanja	278
--	-----

■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE – NADZOR STANJA

Vito TIČ, Milan KAMBIČ: Montaža in umerjanje on-line senzorjev za nadzor stanja olja	288
---	-----

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Ivan VENĀUST: Avtomatizacija stroja za večbarvni tisk etiket	294
---	-----

■ LETALSTVO

Aleksander ČIČEROV: Vzpostavitev funkcionalnega bloka zračnega prostora Srednje Evrope – 2. del	300
--	-----

■ MEROSLOVJE

Dušanka ŠKRBIČ: Gostinci, pozor! Preverite, ali so vaši kozarci tudi meroslovno ustrezni	306
---	-----

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Hibridni sistem za sinergijo prihrankov (BUTAN PLIN)	310
---	-----

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Enota za pripravo zraka – serija MS (FESTO)	312
Varnostna stikala TLS-Z GD2 (TEHNA)	314

■ NOVOSTI NA TRGU

OMRONOV temperaturni regulator E5_C-T s časovnimi funkcijami (MIEL Elektronika)	315
Parker Racor SNAPP™ – filter goriva ali separator vode (PARKER HANNIFIN)	316

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Novе knjige	317
-------------	-----

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7298 | AVGUST 20/2014

- Intervju
- Predstavitve
- Razvoj nove daljinsko krmiljene hidravlične roke
- Mikrovarjenje s trenjem in mešanjem bakrenih kontaktov
- Prostorska informatika
- Nadzor stanja olja
- Avtomatizacija stroja za večbarvni tisk etiket
- Iz prakse za prakso
- Vzpostavitev funkcionalnega bloka zračnega prostora

Elektronske rešitve SMARTDRIVE™
Za hidrostatični pogon, ki upravlja natančno tisto, kar zahtevate...

PARKER HANNIFIN
PS
FESTO
PH
OLMA
NORGRN
SICK
MIEL
FANUC
VISTA
PS



Without fail Stainless steel connectors from PH.

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

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

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

Contact us.

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



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

© Ventil 20 (2014) 4, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 20 (2014) 4, Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	20	Volume
Letnica	2014	Year
Številka	4	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

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

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Brigita Orel

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno
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.

Zakaj ni tehničnega kadra v politiki?



Vem, spet jih bom slišal, ker se spuščam v politiko. Ampak spoštovane kolegice in kolegi, ali nismo prišli v krizo prav zaradi odsotnosti tehničnega in naravoslovnega kadra v politiki? Od osamosvojitve do danes so pri nas vse vlade imenovala preko sto ministrov, od teh jih je bilo s tehničnega področja za prst ene roke. In ker nikoli nisem bil politik, lahko pogledam nanjo nepristransko in z nevtralnega stališča. Rezultati letošnjih dvakratnih volitev in pred tremi leti državnozborskih so pokazali, da smo Slovenci politični begavčki, da smo naivni in

nezainteresirani. Kako je mogoče, da v treh letih nastanejo številne popolnoma nove stranke s popolnoma novimi ljudmi? Ali ni to slovenska naivnost? Kateri lastnik podjetja bi zaupal direktorsko mesto neznanemu človeku, ki bi prišel brez programa za vizijo podjetja in brez referenc? Kateri kmet bi vodenje kmetije zaupal nekemu, ki bi prišel kot tujec na kmetijo in začel z njo upravljati? Ali pa, katera fakulteta ali inštitut bi zaupal vodenje katedre ali le manjšega oddelka nekemu, katerega reference niso poznane in ni poznan niti njegov program? Pri nas pa je mogoče, da zaupamo vodenje celotne države, sprejemanje novih zakonov za celotno državo, izbiro vodstvenih ljudi v državnih podjetjih, reševanje gospodarske krize ljudem, katerih reference so nepoznane in so po številnih informacijah iz javnega obveščanja brez programa in brez vizije. V našem parlamentu je več kot dve tretjini novih obrazov. Ali ni to slovenska naivnost?

Vse stranke so pred volitvami napovedovale odpiranje novih delovnih mest. Vsi državljani v različnih anketah si želijo, da bi politika največ naredila prav za gospodarstvo in za nove zaposlitve. Od vseh predsednikov strank, ki so nastopile na zadnjih volitvah, je bil samo eden, ki je iz krize rešil že več podjetij in s tem ohranil več deset tisoč delovnih mest. Kako je mogoče, da je stranka, ki jo vodi, na volitvah dobila le 0,3 % glasov? Kako je mogoče, da pride mlad, simpatičen človek na zadnje soočenje pred volitvami z idejami, ki niso nove in niso uresničljive in smo jih enkrat že preživel, a so vsečne in simpatične, in prepriča okoli 7 % volivcev? Ali ni to slovenska naivnost?

Kako je mogoče, da stranka, ki dobi en mesec pred tem na evropskih volitvah skoraj 10 %, stranki, ki sta bili na državnozborskih volitvah pred tremi leti med najbolj priljubljenimi, na zadnjih volitvah niti ne presežejo praga za vstop v parlament? Ali ni to slovenska begavost?

Kako je mogoče, da stranka, katere predsednik ni bil niti na enem soočenju, zasede od vseh drugo mesto? Kako je mogoče, da stranka, ki zastopa kmečko prebivalstvo, ne preseže praga za vstop v parlament? Saj praktično vsi Slovenci izhajamo iz kmečkega prebivalstva in v zgodovini je prav slovenski kmečki življenjski reševal slovenski jezik. Prav slovenski kmet je pred dvesto leti in več pošiljal svoje otroke na študij na Dunaj, da so se izobrazili, se vračali in izobraževali slovenski narod. Večina slovenskih pisateljev in pesnikov izhaja iz kmečkega okolja. Kako je mogoče, da se v času krize, v času, ko je večina ljudi nezadovoljnih s svojim statusom, z razmerami v domovini, volitev udeležijo le polovico volilnih upravičencev? V nekaterih okoljih pa le tretjina. Ali ni to slovenska nezainteresiranost?

Toliko za danes o politiki. Mislim, da je moje razmišljanje logično in ne navijaško, pač odraz resničnih in žalostnih razmer pri nas. Pa brez zamere. Zgornje besedilo je bilo napisano 23. 07.

12. 08. pa slišimo in beremo v naših medijih naslednje:

Prvič: V Lenartu je ogroženih 500 delovnih mest, ker je za podjetje Daimler-Benz iz Nemčije, za katero to podjetje v Lenartu dela, delovna sila v Sloveniji predraga in se seli v Republiko Češko. Drugič: Pipistrel iz Ajdovščine bo selil svojo proizvodnjo letal v Italijo. Tja bo preselil celoten razvojni oddelek, ker bodo inženirji v Italiji za enak strošek podjetja dobili višje neto plače. Tretjič: Politik Erjavec je ves nasmejan prišel pred kamere, ker mu je uspelo doseči, da bo nova vlada med drugim ustanovila tudi samostojen urad za starejše.

Spoštovane bralke in bralci, kje mi živimo, kdo nas ima za bedake in neumneže? Ukinjamo delovna mesta za najbolj prestižno znamko avtomobilov na svetu. V tujino odhaja razvoj najzahtevnejših proizvodov na vsem svetu. Po drugi strani pa ustanavljamo nove javne urade, kjer bodo politiki zaposlovali svoje strankarske in nestrankarske prijatelje.

Komentarja na zgornje informacije pa v naših medijih ni bilo. To veliko pove o naših novinarjih, diplomantih FDV-ja.

Janez Tušek

Če bom letel, bom letel zase – **Tomaž Kralj, pilot helikopterja Robinson R44 RAVEN 2**

Aleksander ČIČEROV

Pogovor s pilotom Tomažem Kraljem nas vedno znova prepričuje o tem, da človek nikoli ne bo prenehal sanjati o letenju. Mnogim se te sanje uresničijo. Tudi Tomažu Kralju so se! Poleg letenja samega, ki ga osmišlja in izpolnjuje, opravlja še koristno in dragoceno delo, ki bi ga bilo »pešč« skoraj nemogoče opraviti. Lahko je spodbuda za bodoče pilote, ki svoje znanje nabirajo na Fakulteti za strojništvo

Ventil: Želja leteti je, tako se vsaj zdi, v vsakem človeku. Kako je bilo pri vas?

Tomaž Kralj: Želja leteti, predvsem pa leteti sam, se je pričela razvijati, ko sem kot dvajsetletnik pričel leteti kot stevard pri JAT-u in kasneje pri Adriji. Ta »kariera« je trajala približno 6 let, končala pa se je z neljubim

dogodkom nad Frankfurtom, ko nam je razneslo motor. Pilota Mavrič in Kodrič, oba sta bila kapetana, ki sem jima sicer popolnoma zaupal, sta svojo nalogo perfektno opravila ter nas varno spustila na tla z enim motorjem, brez posledic. Takrat pa sem vseeno začutil, da če bom letel, bom letel zase in prevzel vso odgo-

vornost, ki jo vsak pilot ima! Pričelo se je šolanje na helikopterju znamke Enstrom, pri legendi inštruktorjev g. Lahajnarju v Mariboru. Šolanje z izpitom je trajalo kar dve leti, ker je ura letenja na katerem koli helikopterju precej draga in sem denar moral vmes tudi zaslužiti. In potem, končno izpit, nadaljnje izobraževanje



Uresničil sem svoje sanje

pri Solinairju v Portorožu na Robinsonu R22, kjer sem se pravzaprav do konca razvil v samostojnega pilota. Vpisal sem vse tipe lahkih helikopterjev kar jih je bilo v Sloveniji in se, ko sem prvič poletel z R44, odločil, da je to helikopter, ki mi ustreza in ki si ga mogoče enkrat lahko tudi omislim. Poklicna licenca je pravzaprav posledica nakupa R44 za potrebe firme in del v zraku, zato sem se odločil za poklicno licenco in jo uspešno pridobil pred petimi leti.

Ventil: Prosim, če na kratko predstavite podjetje Helicop.

Tomaž Kralj: Podjetje Helicop, d. d., je bilo ustanovljeno leta 2009, najprej kot podjetje za izposojajo helikopterjev, konec leta pa s pridobitvijo nacionalnega dovoljenja za delo v zraku tudi za vse ostale dejavnosti, ki so povezane z uporabo helikopterjev v komercialne namene: snemanje, prevozi, izvenletališki pristanki.

Ventil: Vaše delo je neposredno povezano z Javno agencijo za civilno letalstvo (JACL). Če upoštevamo dejstvo, da je JACL trenutno podhranjena s strokovnimi kadri, se postavlja vprašanje njene učinkovitosti. Kaj menite o tem?

Tomaž Kralj: Moje mnenje je, da ni podhranjena, vsaj na našem področju – helikopterji – ne! Do sedaj so vse naše vloge zelo hitro in konkretno rešili.

Ventil: Kakšne helikopterje uporabljate, kako jih vzdržujete in jim zagotavljate plovnost?

Tomaž Kralj: Robinson R44 RAVEN 2 je naše plovilo, za vse poskrbita firmi I2I-G, d. o. o., in I2I-145, d. o. o., iz Prebolda, prva za plovnost in druga za servis.

Ventil: Kakšna je struktura posadk in njihovo izobraževanje ter izpopolnjevanje?

Tomaž Kralj: V podjetju Helicop aktivno leti pet pilotov, od tega 1 ATPL, 3 CPL-H inst. in 2 CPL-H. Vsi piloti so že izšolani za ta poklic. V naši firmi opravijo teoretični test o uporabi R44, izobraževanje pilota pa se seveda nikoli ne konča.



Robinson R44 RAVEN 2 je naše plovilo

Ventil: Kako vidite vašo prihodnost na slovenskem trgu ali morda tudi v Evropi?

Tomaž Kralj: Na žalost je naša dejavnost močno povezana s stanjem v naši državi. Letalske, še posebej pa helikopterske storitve niso poceni in redkokdo si jih lahko privoščiti. Poslujemo sicer pozitivno, ker smo v svojem razredu lahkih helikopterjev edini. Vendar kdor misli, da lahko samo s tem preživi ali celo obogati, se močno moti. Vsi namreč opravljamo še druga dela, da preživimo. Evropa pa je zaenkrat za nas z nacionalnimi dovoljenji nedosegljiva!

Ventil: Kako naporen in zahteven je danes poklic pilota helikopterja?

Tomaž Kralj: Pilot helikopterja mora biti zdrav, v dobri kondiciji, predvsem pa zbran in osredotočen na delo oz. nalogo, ki jo opravlja. Pri našem delu ni prostora za napake.

Ventil: Vprašanje odnosa človek in stroj se je pojavilo že v industrijski revoluciji. Danes je ta odnos še bolj aktualen, saj precej pilotovega dela prevzema računalnik. Kako je s tem v helikopterju?

Tomaž Kralj: Razen navigacije, radijske postaje in osnovne elektronike vse dela pilot. Ni avtopilota ali podobnih pripomočkov. Naš helikopter ima avtomatično dodajanje moči (korrelator), ki nam pomaga in preprečuje

prezisko polnjenje ali obrate glavnega rotorja. Sicer pa si po dveh do treh urah letenja kar pošteno utrujen.

Ventil: Zakaj v svetovnih enciklopedijah ne najdemo bratov Rusjan?

Tomaž Kralj: Mislim, da je to vprašanje za CAA ali kakšno od državnih institucij. Seveda pa je njuno mesto med pionirji in legendami letalstva.

Ventil: Ali menite, da bi bilo potrebno Mednarodno organizacijo civilnega letalstva (ICAO) modernizirati?

Tomaž Kralj: Zadnje čase opažam, da se to že dogaja, res pa je, da na žalost po direktivah iz Evrope, ki niso vedno prilagojene našim razmeram.

Ventil: Kakšno je vaše mnenje glede slovenske letalske zakonodaje?

Tomaž Kralj: Ravnokar se ukvarjam z revizijo našega operativnega priročnika in ugotavljam, da se stvari spreminjajo – morajo se, saj stara jugoslovanska zakonodaja ne pokriva modernih smernic letalstva.

Ventil: Zahvaljujemo se Vam za vaše jedrnate odgovore in Vam želimo še veliko uspešnih in sanje izpolnjujočih let v letalstvu.

*Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. prav.
UL, Fakulteta za strojništvo*

Ustvarjanje priložnosti za nove izdelke v sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani

Nikola VUKAŠINOVIĆ

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani je v sodelovanju s podjetjem BSH iz Nazarij in ob podpori programa Erasmus za vseživljenjsko učenje potekal mednarodni projekt, katerega cilj je bilo iskanje novih uporabnih idej in rešitev za podjetje. Prav tako je študentom omogočil praktično izkušnjo z interdisciplinarnim inženirskim in oblikovalskim delom. Kakovost rezultatov je presenetila celo zahtevne predstavnike podjetja, kar so že izkazali tudi z vložitvijo več patentnih zahtevkov za zaščito predstavljenih rešitev.

Za doseganje konkurenčne prednosti na globalnem tržišču morajo podjetja vseskozi izboljševati svojo ponudbo tako v smislu kakovosti svojega portfelja izdelkov kakor tudi njegove vsebine. Predvsem je pomembno, da portfelj vsebuje izdelke, ki se dobro prodajajo in dosegajo visoko dodano vrednost. Kakovost obstoječih izdelkov in višanje dodane vrednosti podjetja običajno dosegajo z izboljšavami, različnimi optimizacijami in evolucijskimi spremembami tako izdelka kot procesa proizvodnje, trženja in storitev. Za dolgoročno preživetje podjetja pa je pomembno, da vseskozi vlagajo v razvoj novih izdelkov, s katerimi širi, nadgrajuje in posodablja svojo ponudbo. Uspešna svetovna podjetja pri tem ničesar ne prepuščajo naključjem: v ta proces vlagajo izdatna finančna, kadrovska in materialna sredstva, saj se zavedajo, da le novi, inovativni rezultati (izdelki, sistemi, storitve) omogočajo dolgoročno rast in preživetje. Ti procesi so izrazito multidisciplinarni, saj vključujejo ljudi s področja trženja, oblikovanja, razvoja, proizvodnje, prava itd., kar zagotavlja tudi odpiranje novih delovnih mest za visoko kvalificirane

Dr. Nikola Vukašinić, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LECAD



Futuristična kuhhalno mešalna naprava z avtomatiziranim podajanjem sestavin in pripravo hrane



Naprava za pripravo zajtrkov vključuje mešalnik za sadne napitke, izvlečno indukcijsko grelno ploščo in prostor za pripravo kosmičev

strokovnjake, saj je potrebno obvladovati celotno verigo razvoja. Tako mora, na primer, dizajnerski inženir, ki je zadolžen za začetni razvoj nekega izdelka, nujno sodelovati s tržnikom, ki zna najbolje prepoznati tržišče in potencialne kupce, in s strokovnjaki različnih tehničnih področij, npr. za vibracije, hrup, materiale. Vse to zato, da se zagotovi tržna in tehnična odličnost izdelka.

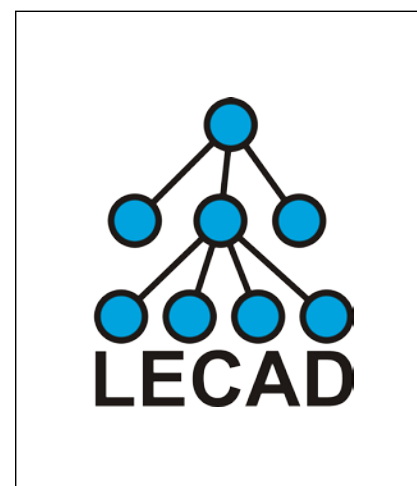
Višja dodana vrednost novih končnih izdelkov na tržišču in potreba po sodelovanju različnih strokovnjakov v organiziranem procesu iskanja priložnosti in razvoja sta dovolj tehtna razloga za spodbujanje sistematičnega pristopa k razvoju novih izdelkov že med študijem "dizajn inženiring", strojništva, oblikovanja, trženja in ostalih študijskih progra-

mov, ki so udeleženi v tem procesu. Pomembno je, da se vsi udeleženci zavedajo celotne verige razvojnega procesa novega izdelka, da prepoznajo svojo vlogo v njem in razumejo, zakaj so v proces vključeni tudi strokovnjaki z drugih področij. Le z dobrim sodelovanjem vseh udeleženi v proces lahko zagotovimo optimalni učinek razvoja in izkoristimo vse njihove potenciale.

Za sodobne inženirje, ki se ukvarjajo s celostnim razvojem novih izdelkov "dizajn inženiring" je pomembno, da se zavedajo kompleksnosti procesa, zato morajo študentje, ki jih zanima to delo, že v času študija dobiti praktične izkušnje s tega področja. Ker se na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani tega zavedamo,

smo v sodelovanju s podjetjem BSH iz Nazarij in finančno pomočjo programa Erasmus za vseživljenjsko učenje Evropske komisije izpeljali petmesečni projekt, ki se je zaključil v začetku julija 2014 z dvotedensko intenzivno delavnico. Pri projektu so poleg Fakultete za strojništvo UL sodelovali še Fakulteta za strojništvo in ladjedelništvo iz Zagreba, City University iz Londona ter Tehnična in ekonomska univerza iz Budimpešte. Vsaka izmed udeleženi univerz je prispevala do 10 študentov s področja tehnike in inženirskega oblikovanja, ki so bili razvrščeni v 5 mešanih delovnih skupin. Vsem skupinam je bila dana ista naloga: priti do ideje, jo razviti do vseh detajlov in izdelati delujoči fizični prototip kuhinjskega pripomočka prihodnosti, ki bo razbremenil uporabnika in mu omogočal enostavno pripravo zdravih obrokov. Ker se podjetje BSH zaveda pomena svežih, inovativnih idej o izdelkih prihodnosti in razume proces iskanja novih priložnosti, je bila naloga definirana zelo ohlapno, brez pretiranih omejitev in predpisanih funkcionalnosti, ki bi ideje prehitro omejile zgolj v eno smer.

Pet mednarodnih timov pod vodstvom izkušenih mentorjev s področja razvoja in oblikovanja izdelkov je v petih mesecih in 4 fazah razvoja ustvarilo svoje koncepte kuhinjskih aparatov prihodnosti. Prva faza je zajemala izdelavo tržnih analiz, iskanje ustrezne ciljne skupine, prepoznavanje zahtev uporabnikov in predstavitev vizije kuhinjskih aparatov prihodnosti. Druga faza je





Namizna kuhinja v enem, ki združuje pripravljalno desko, dve grelni površini in univerzalni mešalni modul. Vsi elementi so povezani tudi z digitalno uporabniško izkušnjo preko mobilne naprave.

obsegala izdelavo in izbiro najboljših funkcijskih konceptov na podlagi prepoznanih zahtev in vizije iz prve faze. Tretja faza je vključevala podrobni razvoj izdelka, vključno s končno obliko (dizajnom) na način, da je še vedno zagotavljala rešitev večine prepoznanih funkcijskih zahtev iz prve faze in istočasno izvedljivost tako prototipa kot kasneje serijske proizvodnje. V tej fazi so skupine zaradi znižanja proizvodnih stroškov poskusile v svoje rešitve vključiti tudi čim več elementov iz obstoječega portfelja izdelkov podjetja BSH. Četrta faza je bila priprava na izdelavo funkcionalnega prototipa. Ta faza vključuje prilagajanje koncepta tehnologiji izdelave prototipa, pripravo celotne končne dokumentacije (2D, 3D) in naročanje materialov in storitev za izdelavo prototipa.

Na dvotedenski intenzivni delavnici, ki jo je podpiral tudi program Erasmus za vseživljenjsko učenje, so

se udeleženci prvič osebno srečali (do takrat so komunicirali izključno v virtualnem okolju po internetnih povezavah), da bi dokončali, preizkusili delovanje in predstavili javnosti prototipe, ki predstavljajo njihove vizije kuhinjskih aparatov prihodnosti. Predstavljene rešitve rešujejo različne probleme v kuhinji, kot so na primer avtonomna priprava obrokov, ki uporabniku skrajša čas, ki ga mora preživeti v kuhinji. Predstavljenih je bilo kar nekaj rešitev, ki kombinirajo tako mehansko kot termično obdelavo hrane, večina skupin pa se ni osredotočala le na izdelek sam, temveč je poskusila skupaj z izdelkom ponuditi tudi različne storitve in izboljšati uporabniško izkušnjo.

Prva skupina je predstavila idejo kompaktne kuhinje za pripravo zdravih jutranjih obrokov, ki vključuje avtomatsko pripravo sadnih napitkov (smoothiejev), kosmičev in palačink. Ideja temelji na skrajšanju časa, ki ga uporabnik zjutraj potrebuje za pripravo obroka. Uporabnik lahko že dan prej pripravi sestavine v napravo in nastavi uro



Nadgradnja obstoječega Boschevega MUM5 mešalnega programa s funkcijo kuhanja v mešalni posodi in dušenja hrane v sopari. Vse funkcije so povezane preko zaslona na dotik.

pričetka pripravljanja zajtrka. Ob določeni uri se naprava vklopi in pripravi obrok iz predpripravljenih sestavin.

Druga skupina je predstavila kar dve ideji: namizno kuhinjo v enem, ki vključuje pripravljalno desko, dve grelni površini in mešalni modul, vse skupaj pa so povezali z moderno uporabniško izkušnjo socialnih mrež, iskanja receptov po spletu in možnostjo predstavitve kulinarčnih izdelkov na spletu. Druga ideja, ki bi lahko bila kar samostojna, je prilagodljiva mešalna priprava, ki je oblikovana tako, da omogoča samostojno mešanje jedi med kuhanjem ne glede na premer in globino posode.

Tretja skupina se je odločila, da doda obstoječemu Boschevemu mešalniku MUM5 dodatne kuhlne funkcije in skupno upravljanje preko grafičnega zaslona na dotik. Predstavljeni prototip je tako omogočal vse funkcionalnosti obstoječih izdelkov MUM5, poleg tega pa vključuje še dvopredelno dušenje hrane v pari in termično kuhanje v mešalni posodi. Vse skupaj se upravlja z dotikom zaslona, kjer lahko izberete vodeno kuhanje z aplikacijo, ki narekuje posamezne korake priprave hrane, pri čemer uporabnik lahko spreminja nastavitve posameznih elementov naprave po meri. Prototip je bil narejen na osnovi mikrokontrolerja Arduino Mega, ki je omogočil enostavno integracijo zaslona na dotik in posameznih funkcij mešalne in kuhlne naprave.

Četrta skupina se je osredotočila na pripravo otroške hrane v eni napravi. Naprava 90° omogoča dušenje hrane v pari, mešanje v isti posodi in dodatne funkcije gretja otroških stekleničk in kuhanja vode za čaj ali kavo.



Naprava 90° omogoča dušenje hrane v pari, mešanje hrane v isti posodi, omogoča pa tudi dodatne funkcije gretja otroških stekleničk in kuhanje vode za čaj ali kavo



Utrinek z delavnice, na kateri so študentje izdelali končne prototipe in pripravili predstavitve

Peta skupina je predstavila futuristično vizijo kuhlalnika-mešalnika, ki samodejno skuha celotno kosilo, na primer rižoto ali enolončnico. Naprava je sestavljena iz indukcijske grelne plošče, posode, več zalogovnikov z avtomatičnim doziranje za sestavine in začimbe in mešalnim elementom. Sestavine je možno pripraviti v zalogovnike nekaj ur pred pričetkom kuhanja, pričetek priprave pa lahko sproži-

mo s časovnim zamikom ali z mobilno aplikacijo. Ta postreže tudi z različnimi recepti in nakupovalnimi seznami za sestavine.

Kakovost in dovršenost rezultatov je presenetila tako javnost kot tudi podjetje BSH, ki je še pred javno predstavitvijo projekta in prototipov vložilo več zahtevkov za patentno zaščito predstavljenih idej.



Zaposleni v Tehnološkem parku se vozijo v službo skupaj

V Tehnološkem parku Ljubljana (TP Lj) so na novinarski konferenci predstavili pilotni projekt *Sopotništvo*. O uvajanju skupne vožnje zaposlenih v službo in domov so spregovorili direktorica Regionalne razvojne agencije Ljubljanske urbane regije (RRA LUR) mag. Lilijana Madjar, direktor TP Lj. mag. Iztok Lesjak, Matej Gojčič iz RRA LUR, Jure Čuhalev, vodja projekta Prevoz.org in novopečena sopotnica Amela Bešković.

študenti, ki včasih nimajo izbire). S projektom so tako želeli preizkusiti postopek uvajanja sopotništva v podjetjih, ki se je po svetu izkazalo za pomembno spodbudo za uporabo sopotništva na sploh.

V okviru projekta je bila pripravljena spletna stran *Sopotništvo* z osnovnimi informacijami o sopotništvu in s spletno platformo, preko katere si lahko zaposleni poiščejo sopotnike v okviru Tehnološkega parka Ljubljana. »V prvih dveh mesecih uvajalnega obdobja si je kar ne-

kaciji Tehnološkega parka Ljubljana na Brdu trenutno deluje 145 podjetij, ki zaposlujejo skoraj 1.000 redno in honorarno zaposlenih delavcev in sodelavcev. Dnevno naše središče gosti skoraj 1.400 ljudi, zato se srečujemo z veliko obremenjenostjo z avtomobili. Za zmanjšanje obremenitve našega središča kot tudi ogljičnega odtisa spodbujamo alternative rešitve za prevoz na delo in z njega – uporabo javnega prevoza, P + R, kolesarjenje, TT-parking, k tem alternativam pa smo dodali tudi sopotništvo. Pilotni projekt bo

V Tehnološkem parku Ljubljana je v aprilu in maju potekal pilotni projekt *Sopotništvo*. Zaposleni in honorarni delavci v podjetjih, ki jih združuje Tehnološki park Ljubljana na lokaciji Brdo, so se lahko preko spletne platforme prijavi kot ponudniki ali iskanci prevoza ter si poiskali enega ali več sopotnikov na poti v službo in domov. Projekt je pripravila RRA LUR v okviru evropskega projekta za pilotno implementacijo prometnih strategij Poly5, ki je sofinanciran iz Evropskega sklada za regionalni razvoj preko programa Območje Alp.

Direktorica RRA LUR mag. Lilijana Madjar je z zgornjimi podatki pojasnila, zakaj v Sloveniji in še zlasti v Ljubljani potrebujemo sopotništvo: »Če upoštevamo podatke, da je povprečna zasedenost slovenskega avta 1,2 potnika/avto, da 3/4 potovanj v Sloveniji opravimo z zasebnim avtomobilom in da imamo kar 518 avtomobilov na 1000 prebivalcev, je odgovor več kot očiten. Samo v Ljubljano prihaja dnevno iz drugih občin približno 110.000 oseb, od tega je 90 % migracij opravljenih z osebnim avtomobilom.«

Ker je sopotništvo v Sloveniji najbolj razširjeno med študenti, so s pilotnim projektom želeli nagovoriti in pridobiti tudi nekoliko starejšo generacijo (30+), ki je delovno aktivna, ima svoje avtomobile in se mora za tak način odločiti (v primerjavi s



Pojdi z mano – sopotnica na TP Lj

kaj sodelavcev našlo sopotnike in ugotovilo, da na tak način lahko kar veliko prihranijo, kar je v današnjih časih zelo pomembno. Tudi rezultati ankete, ki smo jo izvedli v okviru pilotnega projekta, so spodbudni, saj so pokazali, da imajo zaposleni v podjetjih Tehnološkega parka Ljubljana na Brdu pozitiven odnos do sopotništva,« je dejal Matej Gojčič iz RRA LUR.

Mag. Iztok Lesjak, direktor TP Lj., je pojasnil tudi razloge za sodelovanje parka pri pilotnem projektu: »Na lo-

Tehnološki park Ljubljana promoviral ter nadaljeval tako, da bo portal preselil na uradno spletno mesto Tehnološkega parka Ljubljana.«

»Naša želja je, da bi z izkušnjami in modelom, ki smo ga preizkusili v Tehnološkem parku Ljubljana, spodbudili tudi druge večje organizacije, morda za začetek javno upravo, k uvajanju in spodbujanju sopotništva med zaposlenimi,« je ob koncu dejala direktorica RRA LUR mag. Lilijana Madjar.

www.tp-lj.si

Komprimiran zrak, rešive za vsako potrebo

učinkovito, gospodarno, okolju prijazno



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

www.atlascopco.com/drivenbyefficiency

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



Sustainable Productivity

Atlas Copco

Nanotehnologija v mehatroniki ali nanomehatronika?

Nanotehnologija lahko pripomore k večji učinkovitosti delovanja mehatronskih sistemov, večji varnosti, zmanjšanju potrošnje energije in večji miniaturizaciji. Z uporabo nanotehnologije bo zagotovljen učinkovitejši način proizvodnje. Z nanotehnologijo bo v prihodnosti mogoče graditi najrazličnejše nanosenzorje, MEMS – mikroelektromehanski sistemi se bodo z nanotehnologijo pomaknili v NEMS v nanoelektromehanske sisteme.

Mikro- in nanomehatronika je sinergistično vključevanje mikro- in nanoelektromehanskih sistemov, komponent in elektronskih tehnologij z visoko dodano vrednostjo. Močna raziskovalna prizadevanja se osredotočajo na razvoj kompleksnih kombinacij več miniaturnih pogonov in senzorjev za opravljanje zahtevnejših nalog in operacij. Mikro- ali nanotehnologije bodo vedno pomembnejše za razvoj prihodnje robotike in avtomatizacije, v bistvu bodo ključnega pomena za uresničitev sistemov z visoko zmogljivostjo. Cilj nanotehnologije je ustvariti idealno miniaturizacijo naprav in strojev do atomske in molekularne velikosti. Tehnološki trend razvoja v tej smeri pa je največji izziv človeka v tem stoletju. Z natančno kontrolo atomov, molekul ali predmetov v nanometrskem merilu bo človek gradil doslej nepredvidljive naprave in sisteme, nove senzorje iz umetnih, šele nastajajočih materialov, spominske zmogljivosti v terabajtih, nanorobotske stroje in naprave, DNK-računalnike, kvantne računalnike in naprave, mikronaprave bodo odstopile prostor razvoju nanonaprav z vgrajenimi senzorji, aktuatorji in komunikacijskimi orodji, napravami in sistemi itd. Razvojna uspešnost nanonaprav pa bo odvisna predvsem od učinkovitosti razvoja nanoorodij za manipulacijo atomov in molekul. Z razvojem nanotehnologije se razvoj seli na nanoskalo, nastajajo novi fizikalni modeli, novi fizikalni pojavi, modeliranje in simulacije v nanosvetu in na nanonivoju. Razvoj nanotehnologije bo tako prinesel povsem novo razvojno paradigmo. Človek bo lahko gradil precizne nanostroje

in naprave, uporabniške vmesnike na nanoskali, nanovsadke za revitalizacijo človeških organov in njihov nadzor, za medicinski monitoring in drugo. Da bi dosegli stroškovno učinkovitost na področju nanotehnologije, bo treba avtomatizirati molekularno proizvodnjo. Nanotehnologija v povezavi z razpoložljivimi mikroelektronskimi tehnologijami ponuja nove možnosti za sistemsko integracijo. Jasni primeri te vrste so vgrajena optika in integrirani fluidni sistemi. Nanotehnologija ponuja tudi nove tehnologije za antene, s čimer se odpirajo nove možnosti za področje komunikacij.

s podporo 3D-tehnologij in tehnologij hitrega izdelovanja prototipov. Prehod iz klasične mehatronike v mikro- in nanomehatroniko pomeni tudi drugačen način razmišljanja. Napredek na navedenih področjih tako prinaša veliko novega, drugačnega in velikokrat tudi futurističnega, vsaj do točke, ko so posamezne naprave še v fazi razvoja in testiranja.

Mehatronika je kot interdisciplinarno področje prinesla v zadnjih letih številne nove, zagotovila boljše in učinkovitejše izdelke, tudi takšne, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju.



Prototip MEMS-a za implant očesne mrežnice

Danes se pogosto postavljajo vprašanja, kaj je tisto pomembno, da razvoj drvi iz mikrosveta v nanosvet in od mikronaprav in sistemov v nanonaprave in nanosisteme? Brez dvoma je odgovor v uspešnosti dosedanjega razvoja MEMS-tehnologij in njihovi vedno večji uporabi. Nadalje z VLSI, ki zagotavlja visoko stopnjo integracije elektronskih elementov in novimi procesi izdelave hitrih prototipov. Marsikaj se je spremenilo tudi z razvojem mehatronike, torej s sinergijskim načinom povezave mehanike, elektronike in informatike ter računalništva. Novi pristopi v mehatroniki, še zlasti v mikromehatroniki, spreminjajo konvencionalne sisteme v zanesljivejše, varčnejše, na poti v nanomehatroniko prinašajo ekstremno miniaturizacijo in prihranek pri materialu in energiji. Velika sprememba v razvoju se je zgodila tudi zaradi izjemnega razvoja svetovnega spleta – interneta. Posledično nastajajo inteligentnejši sistemi, z nizkimi napajalnimi sistemi in

Trenutno seveda ni nobenega dvoma o pomembnosti mehatronike. Mnogi pravijo, da je to področje mehanizmov, pogonov, senzorskih sistemov, aktorskih sistemov, elektronike, računalništva, mehkega nadzora, umetne inteligence ipd. Mikromehatronika in nanomehatronika bosta nekoč nekaj več: povezava nepredstavljivo majhnih komponent in tehnologij v kompleksne in sofisticirane naprave ter sisteme, del sveta, ki ga s prostim očesom ne bo mogoče videti, svet osupljivo majhnih veličin, ki bodo sposobne delovati procesno, varčno, inteligentno, celovito in ekstremno zanesljivo in ne bodo vplivale na okolico. Cilj mikro- in nanomehatronike bo iskanje najboljših rešitev za zahtevne potrebe in aplikacije, za učinkovito pokrivanje različnih potreb in področij, še zlasti posledično izdelkov z visoko dodano vrednostjo.

Janez Škrlec, inž.,
Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS

1st International conference on
POLYMER TRIBOLOGY

PolyTrib

2014



- ☀ Friction and wear of polymer materials
- ☀ Polymer materials, composites and nano-composites for tribological application
- ☀ Tribo-chemical investigations of polymers
- ☀ Lubrication of polymers and boundary layers
- ☀ Adhesion, interfaces, wetting and surface energy
- ☀ Topography and surface integrity
- ☀ Environmental aspects of polymers and relation to tribology
- ☀ Nanotechnology in polymer tribology
- ☀ Modelling and design
- ☀ Testing techniques and methodology
- ☀ Tribological applications, polymer components

Sponsors

B/S/H/
BOSCH AND SEBENS HOME APPLIANCES GROUP

Danfoss



KISSOFT
Calculation programs for machine design

KOLEKTOR
50 let / years

Mehanizmi
Iskra Mehanizmi, d.o.o.

PODKRIŽNIK

VENTIL
INŽENJERSKI PUSLOVNI SREDSTVO ZA TRIBOLOŠKO

IRT 3000
inovacije razvoj tehnologije

11th – 12th September 2014
Bled, Slovenia

Tint
*Tribology
and interface
nanotechnology*



SLOVENIAN SOCIETY FOR TRIBOLOGY

| CONTACT |

SLOVENIAN SOCIETY FOR TRIBOLOGY

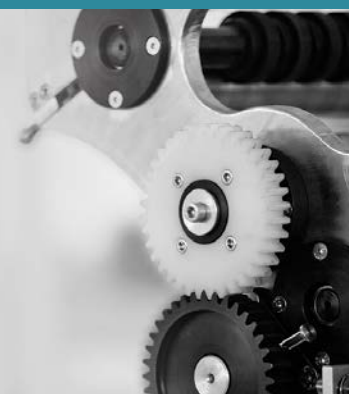
Ms. Joži Sterle
Bogišičeva 8
1000 Ljubljana
Slovenia

Phone: +386 1 4771 460

Fax: +386 1 4771 469

E-mail: polytrib@tint.fs.uni-lj.si

Website: www.tint-polytrib.com



Center odličnosti nizkoogljicne tehnologije in Renault bosta preverila realnost električne mobilnosti v Sloveniji

Z današnjim prevzemom električnega vozila Renault ZOE začenja Center odličnosti nizkoogljicne tehnologije prvi slovenski demonstracijski projekt trajnostne mobilnosti. Z njim bodo preverili upravičenost in vzdržnost vzpostavitve električne mobilnosti v Sloveniji.

Danes je družba Renault Nissan Slovenija predala direktorju Centra odličnosti nizkoogljicne tehnologije (CONOT) dr. Miranu Gaberščku v najmanj trimesečno uporabo Renault ZOE, prvi električni avto znamke Renault, ki je prišel v Slovenijo.

V sodelovanju z Renaultom – globalno uveljavljenim avtomobilskim izdelovalcem, pionirjem električne mobilnosti – bo CONOT zagnal prvi slovenski demonstracijski projekt trajnostne mobilnosti, katerega cilj je preverjanje upravičenosti in vzdržnosti vzpostavitve trga električnih avtomobilov v Sloveniji. Matični Renault in CONOT že sodelujeta v okviru evropskega industrijskega znanstvenega razvojnega projekta EuroLis (www.eurolis.eu), katerega koordinator je slovenski strokovnjak dr. Robert Dominko, raziskovalec Kemijskega inštituta in CONOT-a. CONOT bo s prenosom znanja, pridobljenega ob razvoju nizkoogljicnih in brezogljicnih tehnologij, informiral in ozaveščal slovensko javnost o prednostih električne mobilnosti tako glede zagotavljanja energetske neodvisnosti države kot doseganja okoljskih in klimatskih ciljev. Ob tem bo CONOT preverjal

tržni potencial električne mobilnosti ter svetoval in dokazoval podjetjem z večjimi voznimi parki v Sloveniji smotrnost zamenjave določenih vozil z motorji na notranje zgorevanje z vozili na električni pogon.

Renault ZOE, ki ga je Renault Nissan Slovenija v nekajmesečno uporabo dobil iz Francije, bo s strokovnjaki

tudi številna delovna mesta in ima poleg velike makroekonomske vrednosti tudi velik potencial za pametno specializacijo ter učinkovitejšo črpanje evropskih sredstev. Z vsem tem ohranja in zagotavlja nova delovna mesta, predvsem tista z večjo dodano vrednostjo. Demonstracijski projekt je zasnoval in ga bo vodil sodelavec CONOT-a Željko Purgar.



Na fotografiji od leve proti desni: direktor Centra odličnosti nizkoogljicne tehnologije (CONOT) dr. Miran Gaberšček, vodja projekta Željko Purgar in raziskovalec Kemijskega inštituta in CONOT-a dr. Robert Dominko ob prevzemu vozila Renault ZOE, s katerim se začenja prvi slovenski demonstracijski projekt trajnostne mobilnosti. Z njim bodo preverili upravičenost in vzdržnost vzpostavitve električne mobilnosti v Sloveniji.

CONOT-a v okviru demonstracijskega projekta naredil prve kilometre k uresničitvi zamisli o Renaultovem slovenskem razvojnem jedru električne mobilnosti. Električna mobilnost v Sloveniji namreč ne omogoča le doseganja okoljskih in klimatskih ciljev ter večanja energetske neodvisnosti države, marveč zagotavlja

Demonstracijski projekt bo z doseženimi rezultati eden izmed pomembnih dejavnikov pri odločitvi Renaulta, da s svojimi električnimi avtomobili vstopi na slovenski avtomobilski trg v polnem obsegu s srednjeročnimi in dolgoročnimi poslovnimi cilji.

Renault Nissan Slovenija

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2014 - ASM '14

3. decembra 2014

7. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij

Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu "Jožef Stefan" in Gospodarska zbornica Slovenije ob dogodku Dan inovativnosti 2014 organizirata 17. septembra v Kongresnem centru Brdo na Brdu pri Kranju 7. Mednarodno konferenco o prenosu tehnologij.

Osrednja tema letošnje konference je uvajanje sistema inovacij v orga-

nizacijah in vrednotenje tehnologije za zagotovitev financiranja, ki bo dopolnjena z nagradami za inovacije v raziskovalnih laboratorijih in podjetjih ter start-up delavnico.

Posebej vabimo vse raziskovalce k prijavam za nagrado za inovacijo z največjim komercialnim potencialom po izboru tujih strokovnjakov s področja prenosa tehnologij ter predstavnikov domačega in tujega tveganega kapitala v višini 2.000 EUR.

Podjetjem in raziskovalcem bodo omogočeni vnaprej dogovorjeni spoznavni sestanki in pogovori o razvojnotehnoloških rešitvah ter predstavitve invencij in komercialno zanimivih projektov.

Dodatne informacije in prijave: spletna stran:

<http://tehnologije.ijs.si/7ittc/>

elektronska pošta:

tehnologije@ijs.si

telefon: +386 1 477 3224



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



HITREJE NAPREJ

MOS 47.

6 spodbudnih dni.
Enkrat na leto.
Za dobro leto.

Mednarodni sejem obrti in podjetnosti

CELJSKI SEJEM, 10.-15. SEPTEMBER 2014

NAJPOMEMBNEJŠI POSLOVNI
SEJEM V TEM DELU EVROPE.

SEJEM ZA POSLE IN ZA NAKUPE.

NOVO:

Prvi dan: vstopnice samo 2 EUR

Vsak dan: cenejše družinske vstopnice,
cenejše vstopnice po 16. uri,
ugodna gostinska ponudba



Igrivi MOS: poseben program za družine z otroki

Adrenalinski MOS: avto in moto atrakcije

Osrednji oder: glasba in modne revije

Celje: brezplačni prevozi in ogledi mesta

Generalni pokrovitelj:



HYPO ALPE ADRIA
VAŠI. Z VAMI. ZA VAS.

www.ce-sejem.si



CALL FOR PAPERS



RCITD 2014

The 2nd edition of International Virtual Research Conference In Technical Disciplines (RCITD)

Full Paper Submission Deadline: October 6., 2014

RCITD

You are invited to submit a full paper at International Virtual Research Conference In Technical Disciplines. Conferences will run from 17. – 21. November 2014 at www.rcitd.com.

The RCITD 2014 Virtual Conferences serve as good platforms for our members and the entire engineering community to communicate with each other and to exchange ideas. All accepted papers will be published in the conference proceedings and will be accessible online. Conference proceedings will be sent for indexing at major academic databases. Selected papers will also be considered for publication scientific international journals (more info at www.rcitd.com).

Topics

Topics of interest include, but are not limited to, the following:

- *Natural science - mathematics, chemistry, biology, physics*
- *Electronics*
- *Electrical Systems*
- *Electrical Engineering*
- *Energy*
- *Industrial Engineering*
- *Civil Engineering*
- *Informatics*
- *Artificial Intelligence*
- *Mobile Computing*
- *Open Source*
- *World Wide Web*
- *Information Technology*
- *Wireless Technology*
- *Databases*
- *Graphics*
- *Image processing*
- *Information security*
- *Networking*
- *Transport and Logistics*
- *and similar...*

Partners



Important Dates

Submission of papers: **October 6., 2014**

Notification of acceptance: **November 3., 2014**

RCITD 2014, Conference date: **November 17. – 21., 2014**

Contact Information

For more information, please contact us.

 info@rcitd.com

 www.rcitd.com

This conference is the member of the-science.com community, which supports healthy research activities. For more information visit: www.the-science.com. If you are interested in receiving more information subscribe there.

Skupina BISOL Group postavila največjo sončno elektrarno v Kazahstanu

Skupina BISOL Group je zaključila postavitve 2-megavatne sončne elektrarne v mestu Kapščagaj v provinci Almati, ki kot največji fotonapetostni sistem v Kazahstanu predstavlja pomembno prelomnico v nacionalnem razvoju fotovoltaike. Gre tudi za edino sončno elektrarno, delno postavljeno na sončnih sledilnikih.



Pilotski projekt kazahstanske energetske družbe Samruk-Energo je bil zastavljen kot pomembna spodbuda za večjo uporabo sončne energije v kazahstanski energetske mešanici. Investitor se je odločil za partnerstvo s skupino BISOL Group na podlagi njenih preteklih izkušenj s kompleksnimi inštalacijami velikega obsega v drugih državah. Projektna ekipa skupine BISOL Group je tako poskrbela za postavitve sončne elektrarne na ključ, vključno s projektiranjem sistema, izbiro in dobavo vseh potrebnih komponent ter koordinacijo lokalnih podizvajalcev. Ob zaključku projekta je izvedla tudi obsežno izobraževanje za predstavnike vzdrževalnega oddelka podjetja Samruk Green, ki bodo upravljali sončno elektrarno.

Dvomegavatni sistem je delno postavljen na fiksni talni konstrukciji z 1,4 MW inštaliranih fotonapetostnih modulov, preostalih 600 kilovatov pa je nameščenih na dvoosnih solarnih sledilnikih. S pričakovanim energijskim izplenom 1.258 kWh/kW na fiksni delu in 1.488 kWh/kW na sledilnikih bo sistem s skoraj osem tisoč

250- in 255-vatnimi monokristalnimi fotonapetostnimi moduli BISOL Premium letno predvidoma proizvedel 2,67 gigavatnih ur električne energije. S tem bo zadostil potrebam 667 gospodinjstev in hkrati vsako leto prihranil 1.602 tona CO₂.

Zahtevna kazaška stepa je predstavljala velik izziv pri izvajanju konstrukcijskih del, saj je pod tanko plastjo zemlje skrivala živo skalo, v katero je bilo treba zacementirati temelje. Razgiban teren je zahteval natančno načrtovanje pozicije vsakega posameznega segmenta fiksnega dela elektrarne, da bi zagotovili optimalne energijske izpletnosti in preprečili senčenje, zato ima elektrarna značilno terasasto razporeditev. Poleg postavitve 600-metrskega daljnovoda do oddaljene transformatorske postaje je bilo treba premestiti tudi daljnovod, ki je bil na mestu, predvidenem za sončno elektrarno. BISOL-ova ekipa strokovnjakov je bila s svojimi bogatimi mednarodnimi izkušnjami z implementacijo raznovrstnih solar-

nih projektov zato prava izbira za ta zahtevni projekt.

Sončna elektrarna v Kapchagayu bo pripomogla k zadovoljevanju rastočih energetskih potreb province Almati, ki leži v jugovzhodnem delu Kazahstana, kjer je tudi do 300 sončnih dni letno, zaradi česar je to idealna lokacija za izkoriščanje sončne energije. Čeprav je država do sedaj večino svojih prizadevanj na področju obnovljivih virov usmerila v vetrno energijo z več kot 100 MW nameščenih vetrnih turbin, se torej ponaša tudi z ogromnim potencialom za investicije v sončno energijo. To dodatno potrjuje dejstvo, da naj bi delež alternativnih obnovljivih virov energije v Kazahstanu do leta 2050 predvidoma znašal 30 odstotkov celotne proizvodnje električne energije. V deželi, kjer že potekajo intenzivne priprave na svetovno razstavo Expo 2017 – Future energy, predstavlja dvomegavatna sončna elektrarna BISOL v Kapščagaju pomemben mejnik pri doseganju teh ciljev in določa merila za nadaljnji razvoj fotovoltaike v širši regiji.

www.bisol.si



Razvoj nove daljinsko krmiljene hidravlične roke

Franc MAJDIČ, Martin SEVER, Nejc STRAVNIK

Izveček: V sodelovanju Laboratorija za fluidno tehniko (LFT) in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani smo izdelali daljinsko krmiljeno hidravlično roko. Izvršilno orodje hidravlične roke so klešče. Za krmiljenje hidravličnih sestavin so uporabljeni 4/3 konvencionalni potni ventili, ki v kombinaciji s frekvenčnim reguliranjem vrtljajev elektromotorja omogočijo proporcionalno krmiljenje hidravlične roke. V prispevku je opisan hidravlični sistem z uporabljenimi sestavinami. Poudarek smo dali nadzoru vlage v hidravlični kapljevini in pomenu filtracije pred obratovanjem naprave in med njim. Podane so tudi fizikalne osnove prehodnih pojavov, ki so pri tej napravi precej izraziti. Prehodne pojave smo simulirali v programu AMESim. Opisan je tudi v LFT izdelan električni drsnik, preko katerega so krmiljeni 4/3 konvencionalni potni ventili.

Ključne besede: hidravlična roka, frekvenčni regulator, 4/3 konvencionalni potni ventil, filtracija, vlaga, prehodni pojavi

1 Uvod

Fakulteta za strojništvo v Ljubljani je svojim laboratorijem ponudila polovično sofinanciranje izdelave novega razstavnega eksponata. Cilj, ki smo si ga zadali v Laboratoriju za fluidno tehniko (LFT), je bil izdelava daljinsko krmiljene hidravlične roke in prva promocijska predstavitev na 16. specializiranem sejmu vzdrževanja – Terotech (slika 1) v maju 2014. Pri razvoju nove hidravlične roke smo v prvi vrsti želeli uporabiti v našem laboratoriju razvite sestavine. Ob vsem tem pa smo se poskušali postaviti tudi v vlogo kupca, ki pričakuje cenovno ugoden, vendar zmogljiv in zanesljiv sistem. Tako smo prišli do rešitve s cenovno ugodnimi 4/3 konvencionalnimi potnimi ventili in krmiljenjem elektromotorja s frekvenčnim regulatorjem.

2 Hidravlični sistem

2.1 Hidravlična shema in sestavine

Prednost hidravličnega sistema s frekvenčnim regulatorjem in kon-

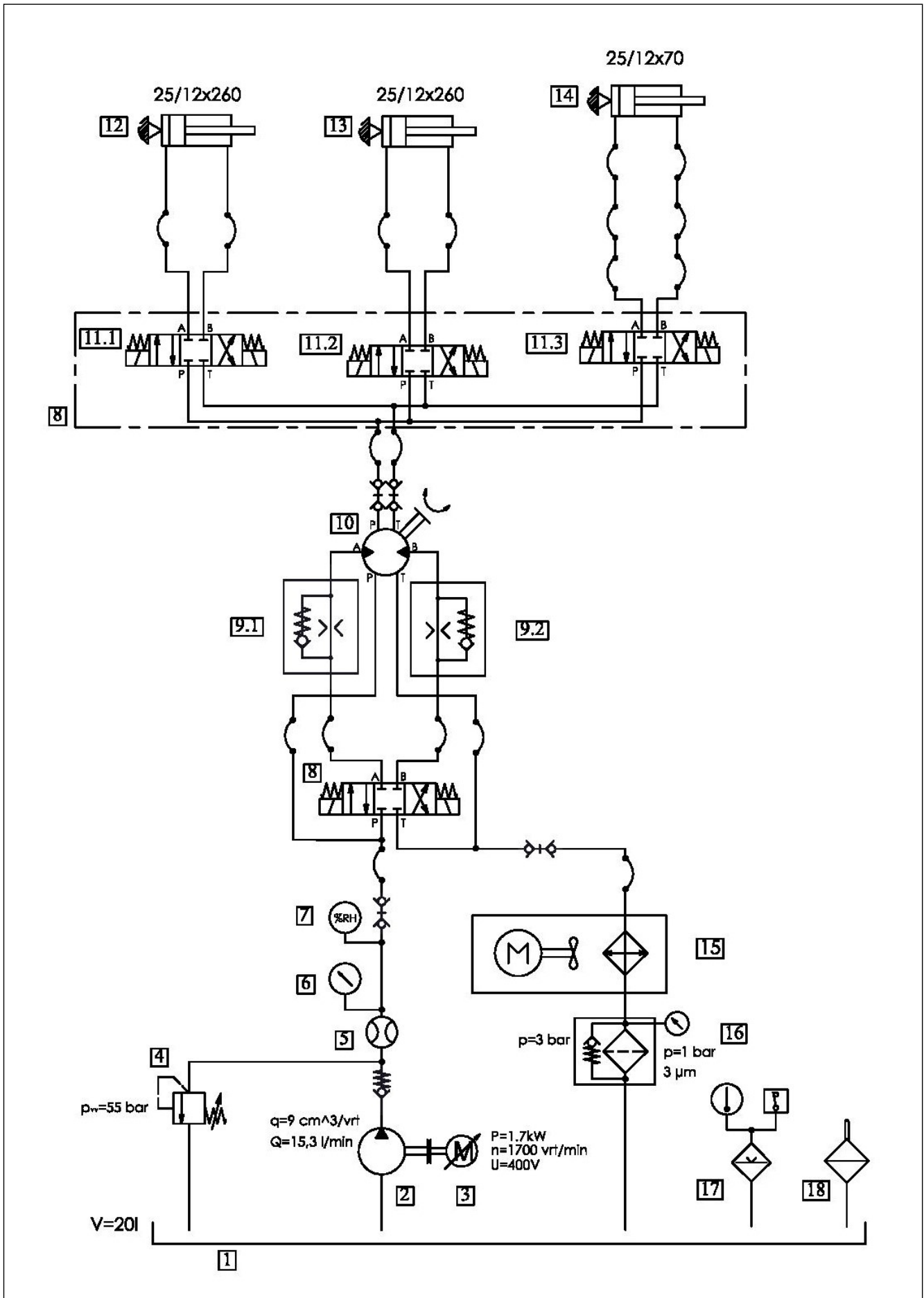
vencionalnimi potnimi ventili je v tem, da za relativno nizko ceno dobimo zvezno krmiljeno gibanje izvršilnih sestavin. Uporabljeni serijsko izdelani konvencionalni 4/3 potni ventili so krmiljeni vsak z dvema elektromagnetoma, pri katerih imamo možnost prekrmljenja krmilnega bata v vzporedni in križni položaj. Vhodni krmilni signal na konvencionalni potni ventil je skočna funkcija. To pomeni, da pri spreminjanju lege

krmilnega bata na ventilu dobimo nenadno spremembo pretoka hidravlične kapljevine pod tlakom, posledica pa je sunkovito speljevanje oz. zaustavitev izvršilne sestavine. Pri alternativni, to je proporcionalnem potnem ventilu, pa lahko lego krmilnega bata nastavljamo poljubno, s tem dosežemo mehko speljevanje in ustavljanje ter natančno pozicioniranje izvršilne sestavine. Funkcija vhodnega krmilnega signala je lahko



Slika 1. Predstavitev daljinsko krmiljene roke na sejmu Terotech maja 2014

Doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Martin Sever, Nejc Stravnik, vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



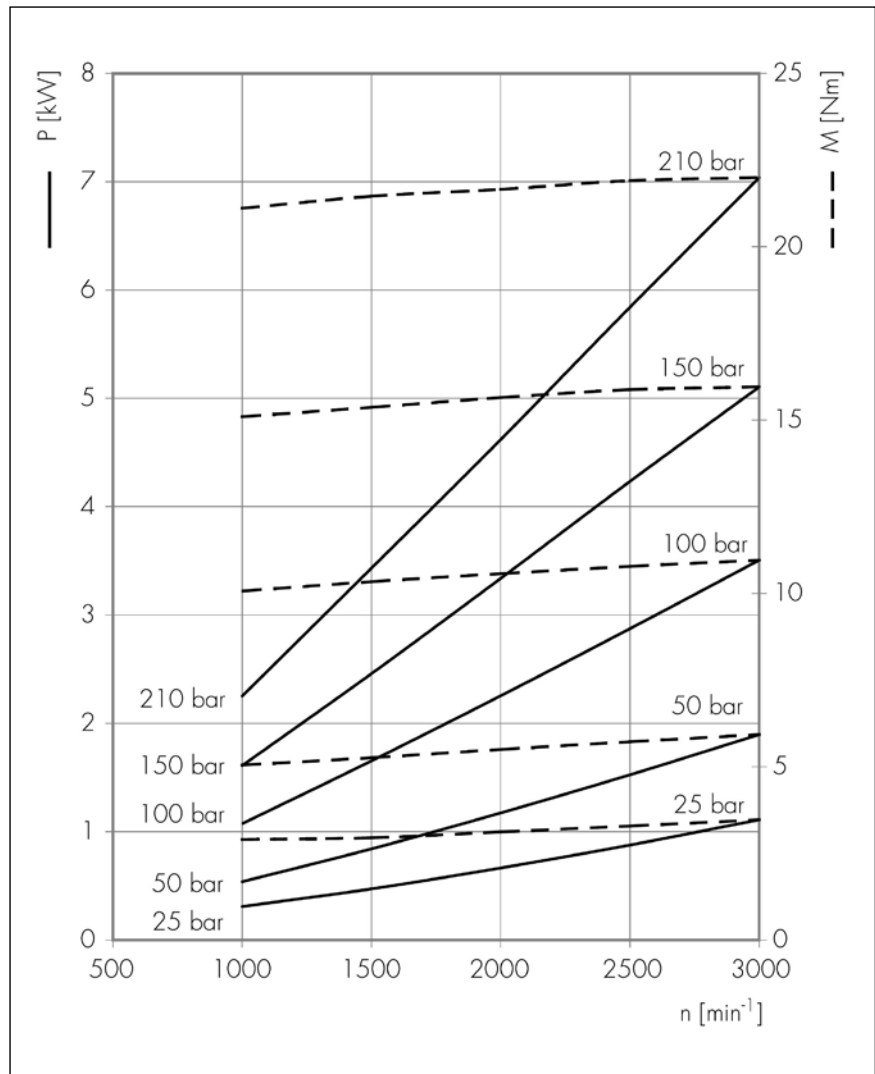
Slika 2. Hidraulična shema daljinsko krmiljene roke

poljubna, vendar mora biti zvezna. Faktor v ceni med konvencionalnimi potnimi in proporcionalnimi potnimi ventili je do 10-kratnik, včasih tudi več, odvisno od kvalitete proizvajalca. V sistemu smo uporabili zobniško hidravlično črpalko s konstantno iztisnino 8,8 cm³/vrt (slika 2, poz. 2) pri nominalno 1500 vrt/min. Gnana je prek trifaznega elektromotorja (sl. 2, poz. 3) z močjo 1,7 kW pri 50 Hz in 1450 vrt/min. Uporabljena hidravlična črpalka ima pri konstantni vrtilni frekvenci konstantno iztisnino proti črpalki s spremenljivo iztisnino, pri kateri je možno pri konstantnih vrtiljajih spreminjati iztisnino. Cena omejenih hidravličnih črpalk variira za faktor do 10. Ker smo želeli dobiti zvezno delujoče gibanje izvršilnih sestavin s črpalko s konstantno iztisnino, smo uporabili frekvenčni regulator, s katerim spreminjamo vrtilno frekvenco elektromotorja v razponu do 200 Hz. Zaradi zahteve po mobilnosti razstavnega eksponata smo izbrali frekvenčnik z vhodno napetostjo 230 V, na izhodu pa 400 V. PLC-krmilnik, ki krmili frekvenčni regulator in 4/3 konvencionalne potne ventile (sl. 2, poz. 8, 11.1, 11.2 in 11.3), je programiran tako, da uporabnik ob premikanju proporcionalne krmilne palice najprej prekrmilni ventil v vzporedni ali križni položaj, nato pa proporcionalno povečuje izhodno vrtilno frekvenco elektromotorja in s tem pretok črpalke. Pretok se s povečevanjem vrtiljajev črpalke premosorazmerno povečuje. Črpalka dopušča največ do 3000 vrtiljajev (slika 3), pri katerih ima pretok 18 l/min. Potrebna moč in moment sta odvisna od zahtevanega tlaka v sistemu. Velikost črpalke je dimenzionirana na predpostavki, da lahko vse štiri operacije hidravlične roke izvajamo istočasno pri nezmanjšani hitrosti. Pri uporabi samo enega krmilnega signala PLC-krmilnik omeji vrtilno frekvenco elektromotorja na ¼ delovnega območja, pri uporabi dveh krmilnih signalov na ½, pri treh na ¾ in pri vseh štirih deluje pri polni vrtilni frekvenci (slika 4).

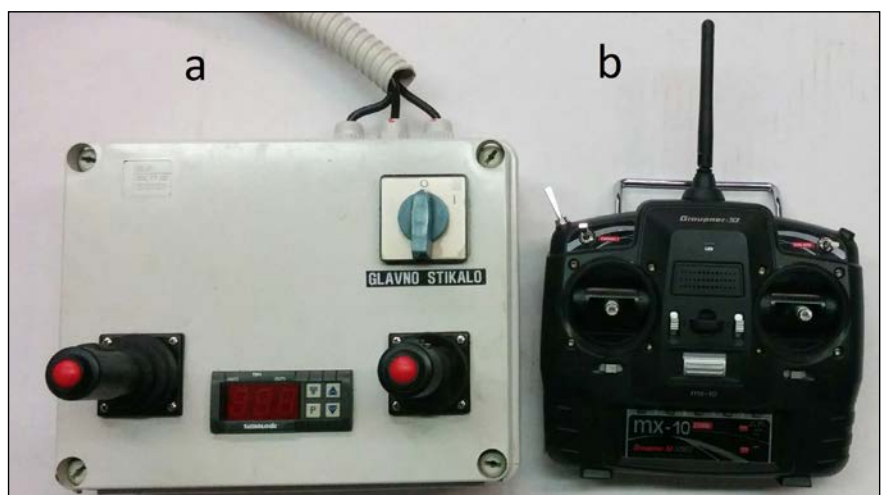
Tlačni omejitveni ventil (sl. 2, poz. 4) je vezan vzporedno z zobniško črpalko.

Najnižji dopustni sistemski tlak, 50 bar, je potreben za nemoteno delovanje hidravličnega motorja (sl. 2, poz. 10) za rotacijo roke. Za boljše razumevanje potrebnega pretoka hidravličnega olja smo na hidravlično roko vgradili analogni vzmetni

merilnik pretoka (sl. 2, poz. 5 in slika 5), na katerem s pomočjo skale analogno odčitamo trenutni pretok. Merilnik pretoka je namenjen pretokom do 18 l/min, nameščen je na tlačni vod tako, da meri trenutni skupni pretok črpalke.



Slika 3. Karakteristika zobniške črpalke [1]



Slika 4. Način krmiljenja: a) kabljsko in b) daljinsko



Slika 5. Izdelan prenosni hidravlični agregat hidravlične roke

2.2 Filtracija

Raziskave so pokazale, da 70–80 % vseh napak nastane zaradi s trdimi delci kontaminirane hidravlične kapljevine [2]. Nečistote lahko vneseemo v sistem že z novim oljem, zato je priporočena predhodna filtracija. Od nivoja čistoče hidravlične kapljevine je odvisna uporabna doba hidravličnih sestavin, zato smo na povratni vod v rezervoar hidravličnega agregata roke vgradili 3- μm filter z β -vrednostjo, večjo od 1000 pri velikosti delcev, večjih od 3 μm . V LFT smo izdelali prenosno filtrirno enoto, ki ima zaporedno vezan 12- in 6-mikronski filter in omogoča filtracijo do 10 l/min, obenem pa je tudi prenosni agregat, ki omogoča preizkušanje naprav do 200 bar. Pri vgradnji proporcionalnih potnih

ventilov, servoventilov ali črpalk s spremenljivo iztisnino je potrebno raven čistoče dvigniti glede na omenjeni sistem. Izmerjena čistoča olja znotraj opisanega hidravličnega agregata roke po 50 obratovalnih urah znaša po ISO 4406: 19/14/12.

2.3 Vlaga v hidravličnem olju

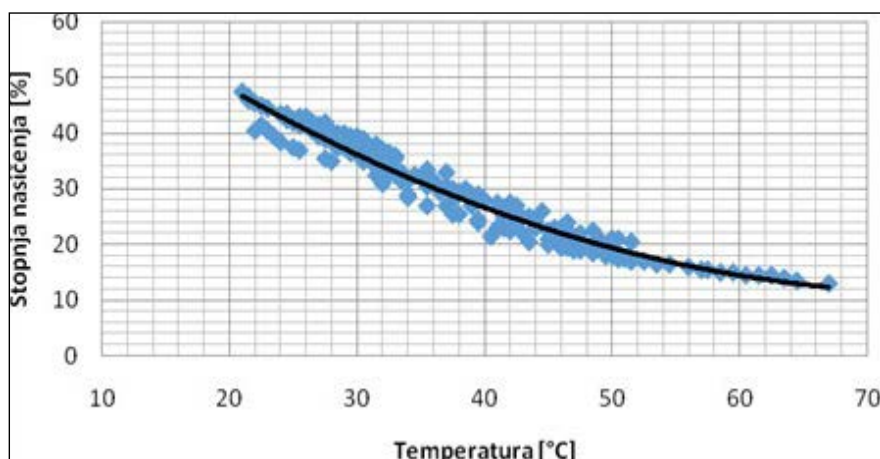
Na hidravlično roko smo namestili tudi elektronsko zaznavalo vlage AS 3000 (sl. 2, poz. 7 in slika 6) [3]. S tem smo želeli opozoriti na prisotnost vode v hidravličnem olju in s tem pogojene težave. Problematika vode v hidravličnem olju zadeva tako industrijsko kot tudi mobilno hidravliko. Zaradi izpostavljenosti različnim okoljem in s tem velikim

temperaturnim razlikam prihaja do nabiranja kondenzata v hidravlični kapljevini. Pojav ima negativne posledice, ki niso nujno takojšnje. Okvare na hidravličnih sestavinah pogosto izvirajo iz neprimerne hidravlične kapljevine, tj. kapljevine s povišano vsebnostjo delcev in vode. Prisotnost vode v hidravličnem olju povzroča nastanek rje in galvanske korozije, parne kavitacije, zmanjšuje viskoznost, pri nizkih temperaturah se tvorijo ledeni kristali, ob prisotnosti vode se razvijajo bakterije in drugi mikroorganizmi. Vse naštetje težave vodijo v okvare hidravličnih sestavin in nazadnje lahko tudi v zastoj hidravličnega sistema. Spremljanje in zagotavljanje čistosti hidravlične kapljevine je tako danes nujna, na kar smo želeli opozoriti z vgradnjo elektronskega zaznavala vlage.

Voda je v vsakem okolju. Tako kot najdemo vodo v zraku, kar poznamo kot vlažnost zraka, obstaja voda tudi v olju. Voda je v raztopljenem stanju, ko so njene molekule razpršene med molekulami olja. Podobno kot v zraku, kjer vode neposredno ne vidimo, tudi olje na pogled deluje bistro in jasno. Vendar samo do določene meje, ki ji pravimo točka zasičenosti. Točka zasičenja



Slika 6. Elektronsko zaznavalo vlage, vgrajeno na hidravlični agregat roke



Slika 7. Izmerjena stopnja nasičenja hidravličnega olja z vodo v odvisnosti od temperature

mineralnega hidravličnega olja ISO VG 46 z vodo je pri 40 °C 300–320 ppm (0,0003–0,00032 % vode v olju). Če povečamo vsebnost vode in to točko presežemo, se voda v olju pojavlja v obliki emulzije. Olje postane megleno, motno. Podobno je z zrakom. Ko vsebnost vode v zraku preseže točko zasičenosti, se pojavi megla. Ko je količina vode zadostna oziroma ko olje ni več sposobno tvoriti emulzije, se voda v olju pojavlja v prosti in za hidravlične sestavine najbolj nevarni obliki. V splošnem velja, naj bodo vsebnosti vode karseda nizke, običajno pod mejo zasičenosti pri temperaturi obratovanja. Večja kot bo vsebnost vode v hidravličnem olju, več in bolj pogoste bodo zgoraj omenjene težave. Elektronsko zaznavalo vlage AS 3000 poleg temperature omogoča spremljanje relativne vsebnosti vode v olju. Podaja torej odstotek

nasičenja hidravličnega olja, kjer 0 % pomeni, da v olju ni vode, 100 % pa, da je olje zasičeno in se voda že pojavlja v emulgirani oziroma prosti obliki. Zaznavalo torej omogoča spremljanje trenutnih vsebnosti vode in s tem neposreden nadzor nad stanjem olja.

Zavedati se moramo, da tudi novo olje ni povsem brez vode. Graf (slika 7) prikazuje stopnjo nasičenja novega olja v odvisnosti od temperature. Pomembno je, da vzdržujemo vsebnost vode pod točko zasičenja, v primeru prekoračitve pa hitro in ustrezno ukrepamo.

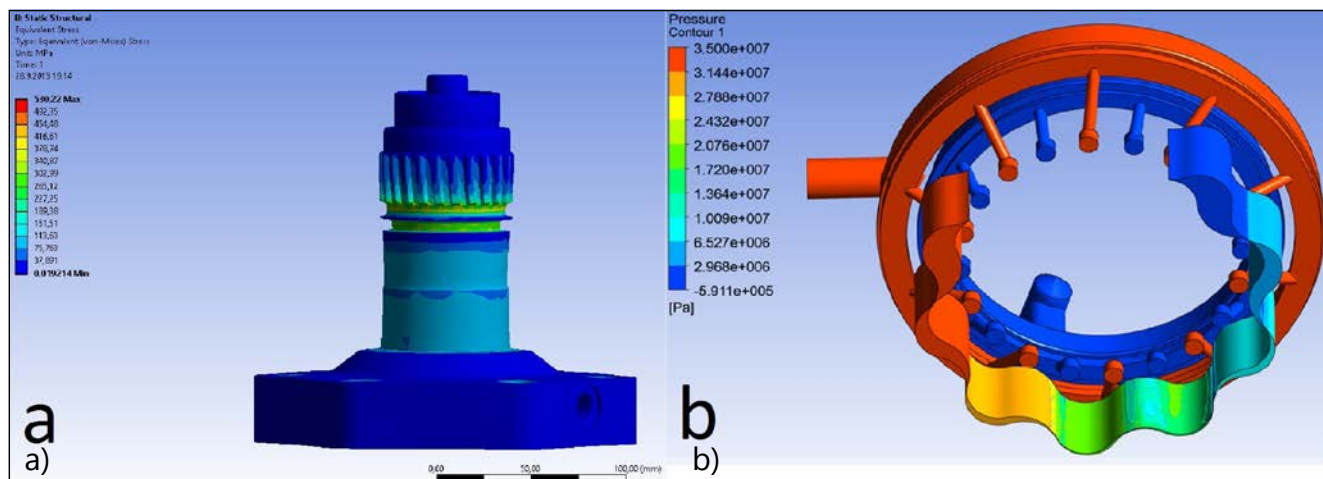
Za obračanje roke smo uporabili počasi tekoč visokozmogljiv hidravlični motor, ki je bil razvit v sodelovanju Laboratorija za fluidno tehniko in podjetja KGL, d. o. o. Pri razvoju motorja so bile izvedene

številne MKE-analize (slika 8a) in CFD-analize (slika 8b). Hidravlični motor je tipa gerotor in ima iztisnino 403 cm³/vrt ter razvije 1200 Nm navora. Motor je grajen modularno, tako da lahko uporabnik ob vgradnji vsakega dodatnega rotorja in rotorjevega obroča pridobi 1200 Nm navora. Hidravlični motor je izdelan v dveh velikostnih razredih, tako aksialno prenese 50 kN in 100 kN. Pri vgradnji za hidravlično roko je uporabljen manjši in prilagojen tako, da ima pri 50 bar in 3 l/min 5 vrt/min. Masa motorja je 20 kg.

3. Preračun parametrov hidravličnega sistema

3.1. Fizikalne osnove prehodnih pojavov

Pri delovanju daljinsko krmiljene hidravlične roke, ki jo obravnava ta prispevek, se pojavljajo izraziti prehodni pojavi, ki so razvidni v nadaljevanju prispevka kot velike spremembe tlaka v delu hidravličnega sistema ob posameznih delovnih gibih naprave. Zato v tem podpoglavju na kratko podajamo enačbe oziroma matematične modele, ki so bili v preteklih letih razviti v LPKH in predstavljajo osnovo za numerične preračune hidravličnih parametrov te nove daljinsko krmiljene hidravlične roke. Prehodni pojavi pomenijo spreminjanje pretoka po času, kar ima za posledico spreminjanje tlaka po času v delu sistema ali v celotnem sistemu. Spreminjanje tlaka



Slika 8. a) Analiza končnih elementov (MKE-analiza) na gredi rotorja in b) simulacija padcev tlaka (CFD-analiza) skozi rotor

pomeni spreminjanje sil in momentov, delujočih na mehansko konstrukcijo, torej utripne ali celo izmenične obremenitve le-te.

Največji porast tlaka ob prehodnih pojavih dobimo pri hidravličnem udaru. Ta se pojavi pri hitrem, izrazito pri trenutnem odprtju dovoda oz. trenutni prekinitvi dovajanja hidravlične kapljevine porabniku, ki je obremenjen z zunanjo silo oz. momentom. Najvišji tlak ob udaru nastane, če strujanje toka kapljevine v trenutku zaustavimo, kar seveda praktično ni mogoče. Vendar, ko imamo v praksi sorazmerno dolge cevne vode in ventile z zelo kratkimi časi zapiranja, reda velikosti nekaj tisočink sekunde, se lahko šteje hitra zaustavitev toka kapljevine kot trenutna zaustavitev. Toda pri hidravličnih napravah in hidravličnih pogonih pogosto ne zaustavljamo samo toka kapljevine, pač pa tudi translatorsko gibajoče ali rotirajoče mase. Njihov vpliv na velikost porasta tlaka pri hidravličnem udaru je pogosto mnogo večji kot vpliv zaustavitve samo toka kapljevine. Zaradi trenutnega dovoda ali trenutne prekinitve pretoka pride do stisnitve hidravlične kapljevine v cevi med prekinitvenim hidravličnim ventilom in hidravličnim porabnikom. Ujeti del kapljevine zaradi svoje vztrajnosti potuje naprej proti porabniku z zvočno hitrostjo (udarni val) in se stiska. Ko se kapljevina stisne, se val odbije nazaj in potuje proti tedaj že zaprtemu potnemu ventilu. Sočasno (vendar precej počasneje) pa dodatno še masa stiska hidravlično kapljevino (vztrajnostne masne sile). V času največje stisnitve kapljevine zaradi zunanje obremenitve pride do večkratnega potovanja »vala hidravlične kapljevine«. Na porast tlaka pri hidravličnem udaru vplivajo tri različne vrste odpornosti: to so odpornost proti pospeševanju (H), odpornost proti gibanju (R) in odpornost proti preoblikovanju (D) [6].

Odpornost proti pospeševanju (H) [6] lahko razložimo kot vztrajnost (mase) kapljevine in translatorsko ali rotacijsko premikajoče se mase. Z vpeljavo tlaka v enačbo za 2. Newtonov zakon dobimo splošno enačbo,

prilagojeno hidravličnim veličinam. Iz splošne enačbe pa sledita enačbi za odpornost proti pospeševanju samo hidravlične kapljevine v cevi (en. 3.1) in odpornost proti pospeševanju za translatorsko gibajočo se maso (en. 3.2).

$$H_f = \frac{m}{A^2} = \frac{l \cdot \rho}{A} = 1,2732 \cdot \frac{l \cdot \rho}{d^2} \quad (3.1)$$

[kg m⁻⁴ = N s² m⁻⁵]

$$H_m = \frac{m}{A^2} \quad [\text{kg m}^{-4} = \text{N s}^2 \text{m}^{-5}] \quad (3.2)$$

V enačbah (3.1) in (3.2) pomenijo: m . . . masa, l . . . dolžina cevi ali hidravličnega valja (HV), ρ . . . gostota kapljevine, d . . . notranji premer cevi ali HV, A . . . površina notranjega preseka cevi ali HV.

Spremembo tlakov zaradi odpornosti proti pospeševanju mase pri translatorskem gibanju le-te popišemo z enačbo (en. 3.3):

$$\Delta p_a = \Delta p_H = H_m \cdot \dot{Q} \quad [\text{Pa}] \quad (3.3)$$

V enačbi (3.3) pomeni dQ/dt spreminjanje pretoka po času.

Ker smo v hidravličnem sistemu uporabili tudi hidravlični motor (HM), moramo upoštevati tudi odpornost proti pospeševanju za rotirajoče mase; to izračunamo s pomočjo enačbe (en. 3.4):

$$H_{\omega_s} = \left(\frac{2 \cdot \pi}{q} \right)^2 \cdot J \quad [\text{kg m}^{-4} = \text{N s}^2 \text{m}^{-5}] \quad (3.4)$$

V enačbi (3.4) q pomeni iztisinno HM, J pa njegov masni vztrajnostni moment in vztrajnostni moment mase, ki jo vrti HM. Ta je pogosto znatno večja od mase samega HM. Pri tem je treba upoštevati prestavno razmerje med vrtljaji HM in vrtljaji mase.

Spremembo tlaka zaradi odpornosti proti pospeševanju rotirajočih mas popišemo s sledečo enačbo (en. 3.5):

$$\Delta p = \Delta p_{\omega_s} = \left(\frac{2 \cdot \pi}{q} \right)^2 \cdot J \cdot \dot{Q} \quad [\text{Pa}] \quad (3.5)$$

Odpornost proti gibanju (R) [6] nam definira linijske izgube v ceveh. Izračuna se pri laminarnem in turbulentnem strujanju kapljevine. Posledica odpornosti proti gibanju je dušenje nihanja toka Q in tlaka p. Pri zadosti veliki odpornosti pa lahko dobimo nadkritično dušenje (aperiodično nihanje). Spremembo tlaka zaradi odpornosti proti gibanju pri laminarnem (en. 3.6) in turbulentnem strujanju (en. 3.7) lahko izračunamo s pomočjo sledečih enačb:

$$\Delta p_{Rl} = \Delta p_R = \chi_l \cdot H_h \cdot Q = R_l \cdot Q \quad (3.6)$$

[Pa]

$$\Delta p_{Rt} = R_t \cdot Q^2 = \chi_t \cdot H_f \cdot Q^2 \quad [\text{Pa}] \quad (3.7)$$

Odpornost proti deformiranju (D) [6] je definirana kot »vzmetnost« – odpornost proti stisnitvi hidravlične kapljevine in odpornost proti deformaciji »pripadajočih« sestavin. Pri spremembi tlaka se spreminja volumen hidravlične kapljevine in v manjši meri tudi hidravličnih sestavin. Računamo odpornost proti stisnitvi hidravlične kapljevine (Df), odpornost proti preoblikovanju hidravličnih cevi in valjev (Dc) ter hidravličnih akumulatorjev (Dd – dušilnikov hidravličnih udarov (DHU)). DHU imajo praviloma zelo velik vpliv na odpornost proti deformiranju »aktivnega« dela hidravličnega sistema in jih zato pogosto vgrajujemo vanje za znatna zmanjšanja tlaka pri hidravličnih udarih. Kapljevina s svojo kompresibilnostjo, hidravlične cevi in akumulatorji (DHU) so v hidravličnih napravah smiselno (funkcionalno) vedno v vzporednem vezju (čeprav so z lokacijskega vidika večinoma v zaporednem), zato računamo skupno odpornost proti deformiranju DS po sledeči enačbi (en. 3.8):

$$\frac{1}{D_s} = \frac{1}{D_f} + \frac{1}{D_c} + \frac{1}{D_d} \quad [\text{N/m}^5] \quad (3.8)$$

Pri hidravličnem udaru se kinetična energija kapljevine in gibajočih se mas pretvori predvsem v tlačno energijo hidravlične kapljevine. To povzroči porast tlaka v sistemu. Ta porast tlaka lahko povzroči trdne probleme hidravlične naprave.

Največjo spremembo tlaka pri hidravličnem udaru lahko izračunamo po sledeči enačbi (en. 3.9):

$$\Delta p_{\text{maks}} = \sqrt{H \cdot D} \cdot Q_{\text{maks}} \text{ [Pa]} \quad (3.9)$$

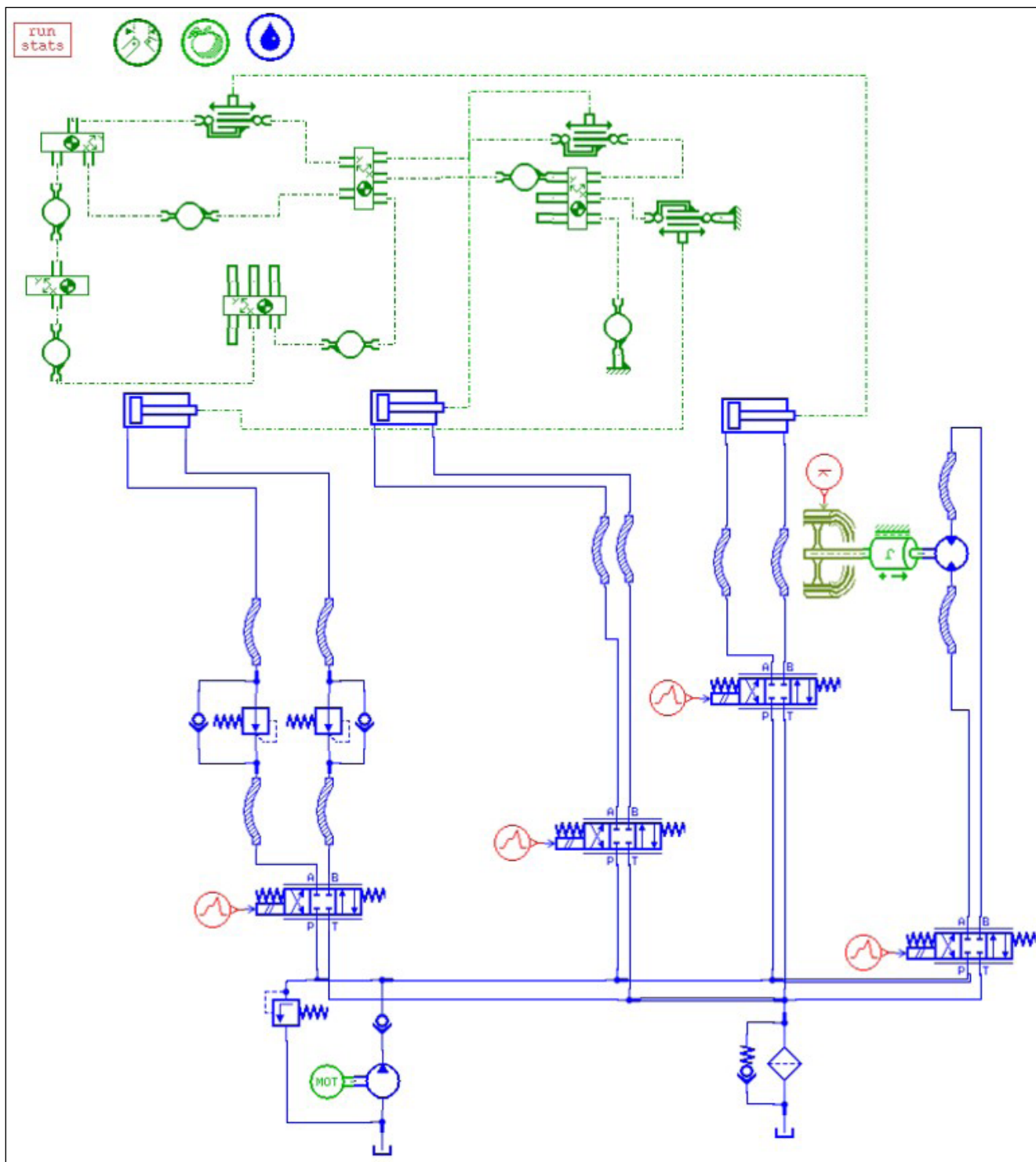
V enačbo (3.9) za **D** praviloma vstavljamo vrednost za **D_s**. Vgraditev DHU praviloma močno zmanjša vrednost za **D_s** in s tem torej tudi **Δp_{max}**.

3.2. Numerični preračuni hidravličnih parametrov

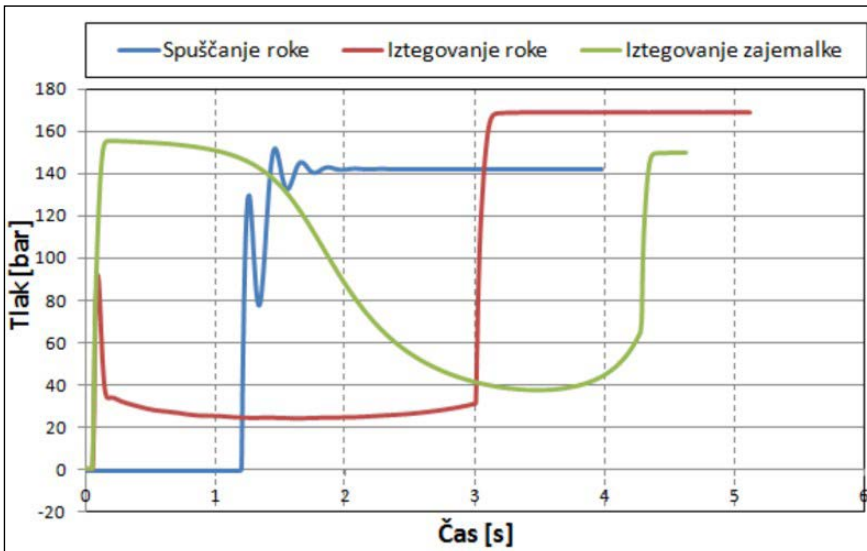
Pri zasnovi hidravličnega sistema smo si pomagali s programom AMESim. Program je zbirka orodij za modeliranje, analiziranje in napovedovanje delovanja mehatskih sistemov. Posamezna orodja so opisana z uporabo nelinearnih časovno odvisnih enačb, ki predstavljajo

sistemske hidravlično, pnevmatično, toplotno, električno ali mehansko obnašanje. Program omogoča simuliranje 1D-sistema, preden je na voljo detajlno izdelan 3D-model.

V program smo vnesli hidravlične sestavine z njihovimi pripadajočimi parametri in jih primerno povezali v logično hidravlično shemo (slika 9). Približek realnemu stanju ob postavitvi sistema je odvisen od količine



Slika 9. Postavljen numerični model roke za preračun v programu AMESim



Slika 10. Rezultati numeričnih izračunov pri delovanju hidravlične roke

in natančnosti vnesenih parametrov posamezne sestavine. Podali smo tudi časovne omejitve, v katerih se lahko najkasneje zaključijo posamezni gibi hidravličnih valjev in zasuk počasi tekočega visokozmogljivega hidravličnega motorja. Hidravlični motor omogoča precizen zasuk hidravlične roke v obe smeri za neomejen kot. Iz rezultatov so bili razvidni pretoki hidravličnega olja, tlaki na posameznih hidravličnih sestavinah in možni hidravlični udari v sistemu. Dobljeni rezultati (slika 10) so nam služili kot izhodišče za nadaljnji razvoj.

■ 4 Materiali in oblika hidravlične roke

Trend načrtovanja novih izdelkov narekuje atraktiven videz, to pa lahko dosežemo z ustrezno obliko in barvnimi kombinacijami. Pri oblikovanju hidravlične roke smo uporabili proste krivulje ali »spline« ter zaokrožitve, s katerimi smo hoteli doseči rahle prehode robov ohišja, obenem pa videz vitke konstrukcije. Konstrukcija, na katero je privijačena hidravlična roka, je zvarjena iz hladno valjanih jeklenih cevi. Znotraj konstrukcije je hidravlični agregat, ki ustvarja pretok hidravlične kapljevine pri potrebnem tlaku za vse izvršilne sestavine. Hidravlična roka (slika 11) je zaradi lažjega transporta izdelana iz aluminija. Ohišje roke je vijačeno s pomočjo L-kotnikov. Hidravlična roka ni predvidena

za dvig težjih bremen, s programom za numerični preračun končnih elementov smo optimirali nosilno konstrukcijo.

Delovni prostor hidravlične roke je v premeru kroga 3,6 m in višine 2,2 m. Izvršilno orodje so klešče (slika 12), na katerih je povezovalni mehanizem z enim hidravličnim valjem.

■ 5 Električni drsnik za prenos signala

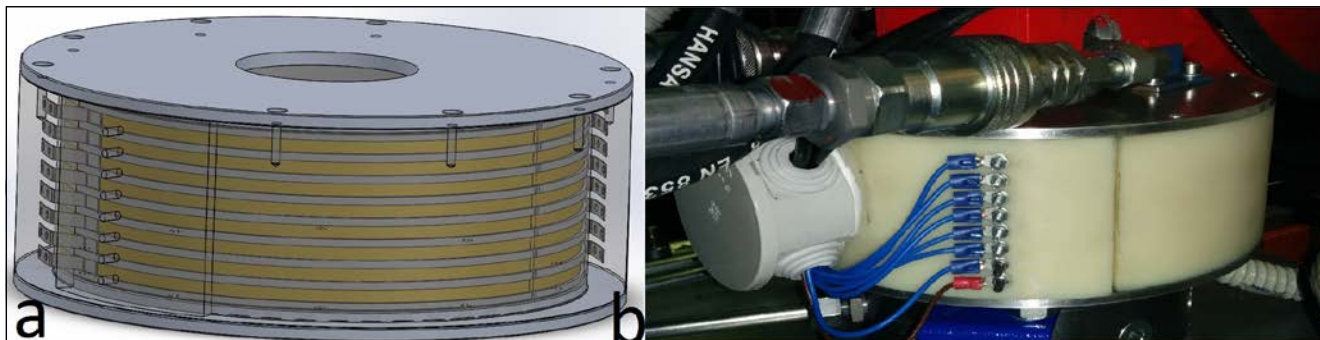
Blok treh 4/3 konvencionalnih potnih ventilov (sl. 2, poz. 8, 11.1, 11.2 in 11.3) je nameščen na vrteči se hidravlični roki (sl. 11), zato je bilo po-



Slika 11. Geometrijska 3D-zasnova hidravlične roke



Slika 12. Izdelane klešče v zaprtem stanju 2



Slika 13. a) Zasnova drsnika in b) izdelan drsnik na ogrodju roke

trebno za njihovo napajanje izdelati električni drsnik. Na trgu najdemo veliko zmogljivih izdelkov, vendar smo ocenili, da sta njihova cena in zmogljivost previsoki za tako enostavno aplikacijo. Zaradi omenjenih razlogov smo se odločili za razvoj lastnega drsnika (slika 13). Kontaktna obroče iz bakra smo postavili vertikalno zaradi omejitve prostora. Na zgornji in spodnji strani električnega drsnika so privijačene zaključne plošče, ki pa so nasajene na gred in ohišje hidravličnega motorja. Električni drsnik je umeščen na hidravlični motor tako, da lahko na gred namestimo katerokoli orodje. Izdelava prototipa in že izveden test sta nam pokazala pomanjkljivosti, s tem pa smo dobili dobre iztočnice za nadaljnji razvoj izdelka.

6 Zaključek

Demonstracijska naprava je bila izdelana kot učni in promocijski

pripomoček v sodelovanju Fakultete za strojništvo in Laboratorija za fluidno tehniko. Na hidravlični roki smo predstavili cenovno ugoden in zanesljiv hidravlični sistem. V hidravlični sistem so vgrajene tudi nekatere nadzorne sestavine, kot so zaznavalo vlage v olju, pretoka in tlaka. Hidravlična roka se lahko natančno krmili z daljincem. S primerjanjem konkretnega delovanja hidravlične roke in rezultatov simulacije v programu AMESim je bilo ugotovljeno, da so odstopanja zanemarljivo majhna. Razvoj opisane hidravlične roke nam je prinesel nekaj pomembnih izkušenj, da se bomo v prihodnje lažje lotili izdelave širše uporabnega hidravličnega manipulatorja.

Literatura

[1] Marzocchi Pompe S.p.A., 2010, Kataloški list hidravlične črpalke ALP 2, URL: <http://www.marzocchipompe.com/uk/pompe/products/aluminium-gear-pump.asp?IDCategoriaCommerciale=9570&IDFolder=329&LN=UK&sito=pompe> (15. 8. 2014)

[2] Zoebel, H., 1996, Filtrationstechnik, Renningen-Malmsheim, Expert Verlag, str. 160.

[3] Murrenhoff, H., 2001, Grundlagen der Fluidtechnik, 4. izdaja, Shaker Verlag.

[4] Hydac International GmbH, Kataloški list električnega zaznavala AS 3000, URL: <http://www.hydac.com/de-en/products/sensors/contamination-sensors/as-3000.html> (15. 8. 2014).

[5] Dietmar, F., 2006, Ölhydraulik, 5. izdaja, Berlin, Springer.

[6] Pezdernik, J., Majdič, F., 2006, Transient Phenomena in Gradual Changes of Hydraulic Fluid Flow, The Fifth International Conference on Fluid Power, Aachen, Germany, 2006.

Development of new hydraulic arm with remote control

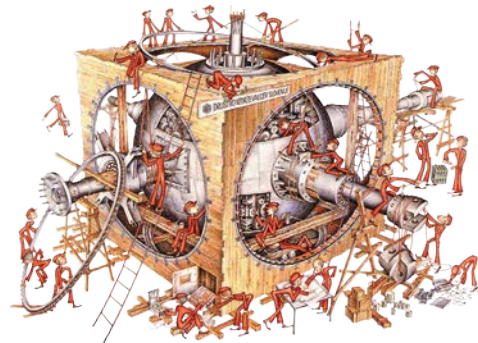
Abstract: In collaboration between Laboratory for fluid power and controls (LFT) and the Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana, a remote-controlled hydraulic arm was developed. Operating tool is hydraulic grapple. To control the hydraulic arm and their components the 4/3 conventional directional valves are used. In combination with frequency controlled electric motor proportional movement of the arm is enabled. The paper describes the hydraulic system and its components. Emphasis is on the control of presence of humidity in hydraulic fluids and the importance of filtration prior to and during the operation of the device. It also explains the theory of transient phenomena with sudden pressure surges. Transient phenomena were simulated in the AMESim. Electrical power slider for three 4/3 conventional directional valves was also developed in LFT and is described in this paper.

Key words: hydraulic arm, frequency regulator, 4/3 conventional directional valve, filtration, humidity, transient phenomena

VZDRŽEVANJE 2014 | 24. sejem in posvet

VZDRŽEVANJE JE IN...VESTICIJA!

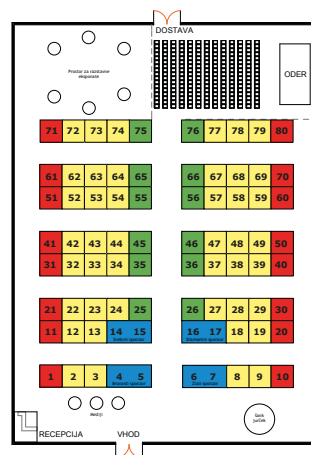
Otočec, 16. in 17. oktober 2014 | www.tpvs.si



Na 24. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije, ki bo v času od 16. do 17. oktobra 2014 potekalo na Otočcu, smo za podjetja in posameznike pripravili naslednje možne oblike sodelovanja:

- **Sponsorji in razstavljavci na 24. TPVS**

Podjetja lahko izbirajo med možnostmi, da postanejo glavni sponzor, sponzor ali medijski sponzor dogodka oz. izberejo razstavna mesta kategorije "A" in kategorije "B".



- **Predavatelji** lahko prijavijo referate na temo **Vzdrževanje je investicija**, ki jih bodo predstavili na 24. TPVS.
- **Diplomanti** višjih in visokih tehniških šol ter fakultet se lahko prijavijo na Natečaj za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja. Najboljše tri naloge bodo diplomanti predstavili na 24. TPVS.
- **Inovatorji** lahko na Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja prijavijo svoje inovativne ideje in rešitve s področja vzdrževanja.



Ekipe DVS vas že pričakuje

Podjetjem nudimo:

- oglaševanje v Zborniku posvetovanja (objava oglasov, prispevkov, opisa dejavnosti podjetja, ...);
- druge možnosti predstavitve (postavitev panojev, oglaševanje na LCD ekranih, delitev reklamnih gradiv, ...).

Več na www.tpvs.si.

Za vse informacije smo vam na voljo člani organizacijskega odbora 24. TPVS ali tajništvo DVS (tajnik@drustvo-dvs.si).

Mikrovarjenje s trenjem in mešanjem bakrenih kontaktov

Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK, Milan BIZJAK, Vladka LEŠER

Izvleček: Komponente in deli električnih in elektronskih naprav so izdelane iz električno prevodnega bakra brez vsebnosti kisika (CuOF), iz bakra brez vsebnosti kisika z dodanim fosforjem (CuOFP) ali iz bakra z dodanim srebrom (CuAg 0,02). Spajanje te vrste materialov z uporabo konvencionalnih varilnih postopkov, kot so obločna varjenja, uporovno varjenje ali lasersko varjenje, je težavno zaradi njihove odlične toplotne in električne prevodnosti, nizke električne upornosti ter visoke reflektivnosti (slaba absorpcija energije laserskega žarka, ki se izboljša z uporabo zelene laserske svetlobe). Varivost teh materialov je enostavnejša s postopki varjenja s trenjem, kamor spadajo rotacijsko in linearno varjenje s trenjem, varjenje z ultrazvokom, vibracijsko varjenje in varjenje s trenjem in mešanjem. Prispevek prikazuje mikrovarjenje s trenjem in mešanjem (μ FSW) bakrenih kontaktov z različno oblikovanimi zvarnimi spoji. Analizirani so bili vplivi oblike orodja, varilnih parametrov in vnosa energije na metalurške in mehanske lastnosti ter pojav napak v zvaru. Okarakterizirali smo napake zvarnega spoja in predstavili vzroke za njihov nastanek ter odpravo. Določeni so optimalni varilni parametri in oblika orodja, ki omogočajo izdelavo trdnega zvarnega spoja brez napak, z lastnostmi maksimalno podobnimi osnovnemu materialu.

Ključne besede: mikrovarjenje s trenjem in mešanjem (μ FSW), Cu ETP, natezni test, mikrostruktura, napake v zvaru

1 Uvod

Komponente in deli električnih in elektronskih naprav so izdelani iz bakra brez vsebnosti kisika (CuOF), elektrolitskega bakra (CuETP), elektronskega bakra brez vsebnosti kisika (CuOFE) ali iz bakra brez vsebnosti kisika z dodanim fosforjem (CuOFP). Lastnosti teh materialov so visoka električna prevodnost, visoka toplotna prevodnost in sposobnost za mehansko utrjevanje ter toplotno obdelavo. Pogosto se pojavijo potrebe po spajanju teh komponent, za kar lahko uporabimo različne tehnologije [1]. Vijačenje in kovičenje se uporablja, če je

Doc. dr. Damjan Klobčar, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; prof. dr. Milan Bizjak, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; doc. dr. Vladka Lešer, univ. dipl. inž., Fakulteta za zdravstvene vede, Novo mesto

komponente potrebno razstaviti. Lepljenje uporabimo, ko potrebujemo nižjo trdnost spoja in je sprejemljiva slabša električna in toplotna prevodnost. Mehko ali trdo spajkamo na podlagi vrste spoja in potrebne natezne trdnosti [1]. Talilno varjenje (ročno obločno varjenje, varjenje TIG, varjenje MIG/MAG, plazemsko varjenje, varjenje z elektronskim snopom, lasersko varjenje) uporabimo, ko potrebujemo visoko trdnost in visoko električno prevodnost spoja [2]. V zadnjem času se za spajanje bakra in aluminija razvija predvsem lasersko varjenje z uporabo zelene svetlobe laserskega žarka, ki ima večjo absorpcijo energije laserskega žarka (*slika 1*) [3, 4]. Veliko se vlaga tudi v razvoj laserskih virov, ki kombinirajo laserska žarka dveh valovnih dolžin (IR in zelene), s čimer se v bakru dobi večja pretalitev osnovnega materiala (*slika 2*). Elektroporovno varjenje omogoča varjenje prekrovnih spojev z zmerno trdnostjo, vendar je spajanje težje izvedljivo zaradi visoke električne prevodnosti zvarnega mesta [5, 6]. Ultrazvočno varjenje, vibracijsko varjenje, varjenje s trenjem (linear-

no, rotacijsko, varjenje s trenjem in mešanjem (FSW)) omogočajo dobre lastnosti spoja (električna in toplotna prevodnost, trdnost), zato te procese uporabljamo za visoke serije v ozkih dimenzijskih tolerancah. Difuzijsko varjenje je »relativno« počasno, vendar omogoča dobre lastnosti spoja [7]. Spajanje z valjanjem (roll bonding) je primerno za visokoserijsko proizvodnjo, medtem ko se hladno spajanje s pritiskom uporablja za podaljšanje različnih profilov [1, 8, 9]. Postopki spajanja s preoblikovanjem se lahko uporabijo tudi za spajanje aluminijevih zlitin, kjer ima dobro poznavanje materialnih lastnosti ključen pomen za spajanje [10] in nadaljnjo uporabo [11]. Pri spajanju z valjanjem uporabljamo kakovostna orodna jekla [12, 13] zaradi njihove izpostavljenosti visokim temperaturam.

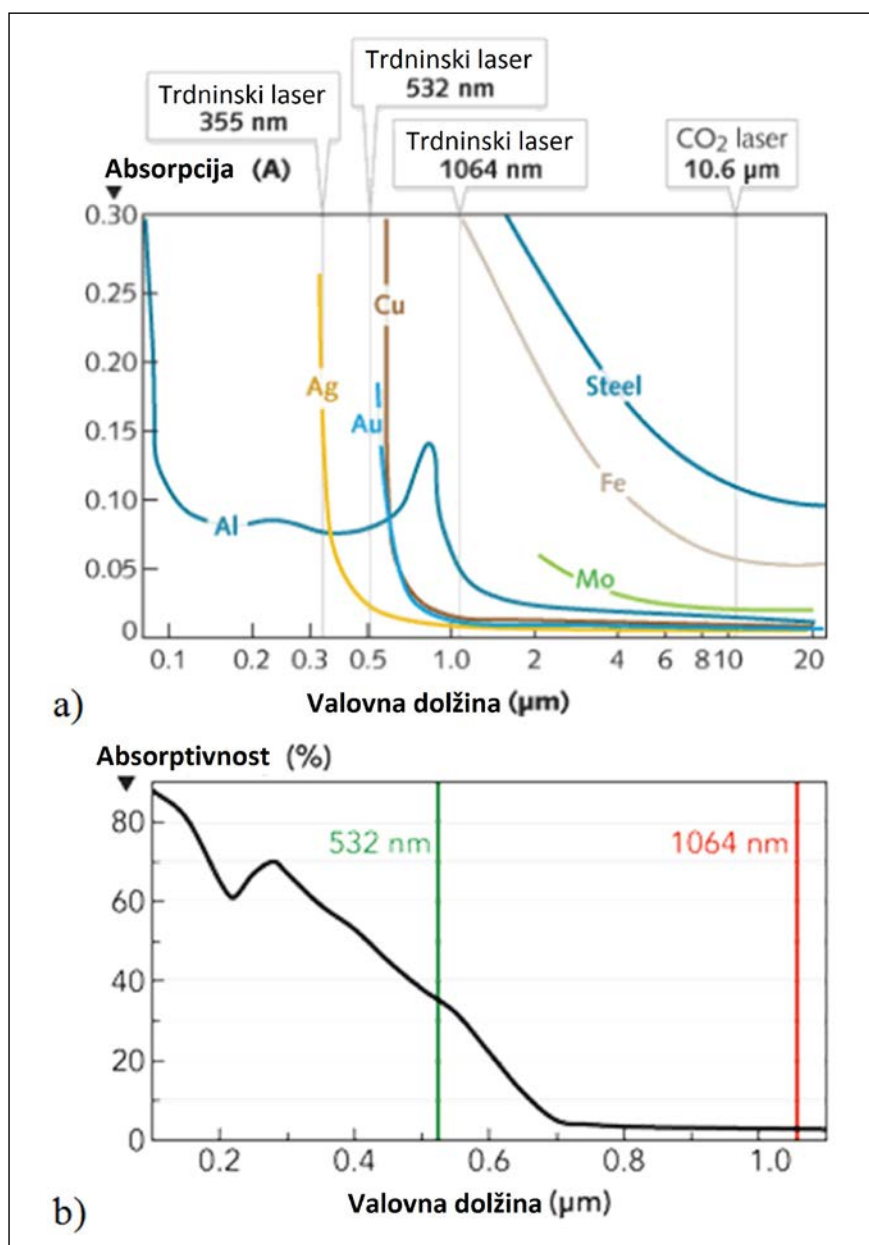
Pri talilnem varjenju lahko pride do neprevarjenosti zaradi visoke toplotne prevodnosti bakra, zato nad 3 mm debel baker varimo s predgrevanjem v zaščiti argona. V toplotno vplivanem območju (TVP) kovanega CuETP lahko pri visokih temperatu-

rah pride do difuzije in migracij oksidov, kar lahko povzroči poroznost v TVP. Zato ga varimo hitro, da omejimo segrevanje. Oksidacijo pri talilnih varjenjih preprečimo z varjenjem v zaščitnem plinu argonu, heliju ali dušiku. Optimalna izbira tehnologije je odvisna od mnogih dejavnikov, predvsem pa od velikosti serije, vrste spojev in zahtevanih lastnosti.

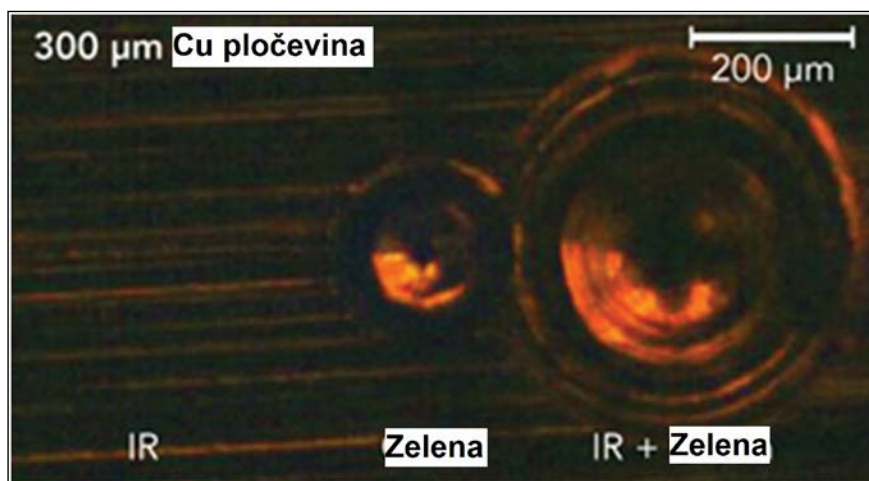
FSW-varjenje bakra zahteva veliko večji vnos toplote v primerjavi z varjenjem aluminijevih zlitin zaradi večjega odvoda toplote [14–16]. Pri manjšem vnosu toplote se pojavijo napake, kot so podolgovati lunkerji (črvine), pri prevelikem vnosu toplote pa se pojavi oksidacija na površini varjenca [15]. FSW-varjenje se je že uspešno uporabilo za varjenje 50 mm debelih bakrenih zabojnikov za shranjevanje radioaktivnih odpadkov [17].

FSW-varjenje bakra CuETP pri temperaturah med 460–530 °C omogoča nastanek dobrih zvarov s trdoto ~70 HV in raztežkom trikrat večjim od osnovnega materiala [18, 19]. Zvare brez napak so dobili tudi pri manjšem vnosu toplote, pri katerem je natezna trdnost zvara dosegla skoraj 100 % osnovnega materiala [20]. Razloženi so bili mehanizmi loma in karakteristike vseh štirih območij. Leal in sod. [21] so dokazali, da so navor, mikrostruktura, trdota in oblikovanje napak v zvaru odvisni predvsem od vrtilne hitrosti orodja ter manj od hitrosti pomika in oblike rame orodja. Analiza obdelave s trenjem in mešanjem (FSP) CuDHP je pokazala, da na velikost zrn in na mehanske lastnosti območja mešanja vplivajo geometrija orodja, procesni parametri in toplotni tok. Zrna se večajo z zmanjšanjem hitrosti pomika in zvečanjem vrtilne hitrosti [22].

Prispevek predstavlja analizo μ FSW-varjenja CuETP v prekrovnem in sočelnem spoju. Raziskava proučuje vpliv oblike orodij in varilnih parametrov na oblikovanje zvarnega spoja. Rezultati kažejo, da se velikost zrn v območju spoja močno zmanjša v primerjavi z osnovnim materialom, izboljša pa se tudi trdnost spojev.



Slika 1. Absorpcija laserske svetlobe različnih valovnih dolžin v a) različnih kovinah [4] in b) v bakru [3]



Slika 2. Primerjava zvarne točke, narejene z IR-lasersko svetlobo ($\sim 1 \text{ MW/cm}^2$), zeleno lasersko svetlobo ($\sim 1 \text{ MW/cm}^2$) in s kombinacijo obeh svetlob ($\sim 2 \text{ MW/cm}^2$) [3]

■ 2 Eksperimentalni del

Uporabljen je bil standardni baker CuETP (R290 H090) s kemijsko sestavo ³ 99,9 % Cu in 0,005–0,04 % O [23], mejo tečenja ³ 250 MPa in natezno trdnostjo 290–360 MPa. Material je imel električno prevodnost med 57 in 58,5 MS/m, koeficient električne upornosti $3,7 \cdot 10^{-3}/K$ (med 0 in 300 °C) in toplotno prevodnost 390 W/mK [23]. Nekatere proizvodne značilnosti CuETP so navedene v tabeli 1. Iz tabele je jasno razvidna omejena varivost bakra s taljenjem.

Testni vzorci za varjenje so bili dimenzij 110 ´ 20 ´ 2 mm. Izdelani so bili sočelni zvarni spoji (slika 3a in b) in prekrhovni zvarni spoji (slika 3c).

mFSW-varjenje smo opravljali na univerzalnem frezalnem stroju. Orodja za varjenje so bila narejena iz orodnega jekla (X38CrMoV5-1 (DIN W.Nr. 1.2343)) poboljšane na 45 HRC. Oblika rame pri orodjih je bila konkavne oblike (5°) (slika 4). Premer orodij B in C je bil 6 mm, orodij A in D pa 4 mm. Orodje A je imelo koničen čep z večjim premerom 2,5 mm in dolžino 1,8 mm. Orodji B in C sta imeli piramidno oblikovan čep z daljšima stranicama 3 × 3 mm in dolžino 1,8 mm. Čep orodja D je bil kvadrast 1,2 × 1,2 mm in dolžine 1,5 mm. Orodje se je vrtelo v smeri urnega kazalca in se je gibalo po sre-

Tabela 1. Proizvodne značilnosti Cu ETP [23]

Lastnosti izdelave	
Sposobnost za delo v hladnem	odlično
Obdelovalnost	manj primerno
Sposobnost galvaniziranja	odlično
Sposobnost vročega nanosa kositra	odlično
Mehko spajkanje	odlično
Uporovno varjenje	manj primerno
MIG/MAG-varjenje	manj primerno
Lasersko varjenje	manj primerno

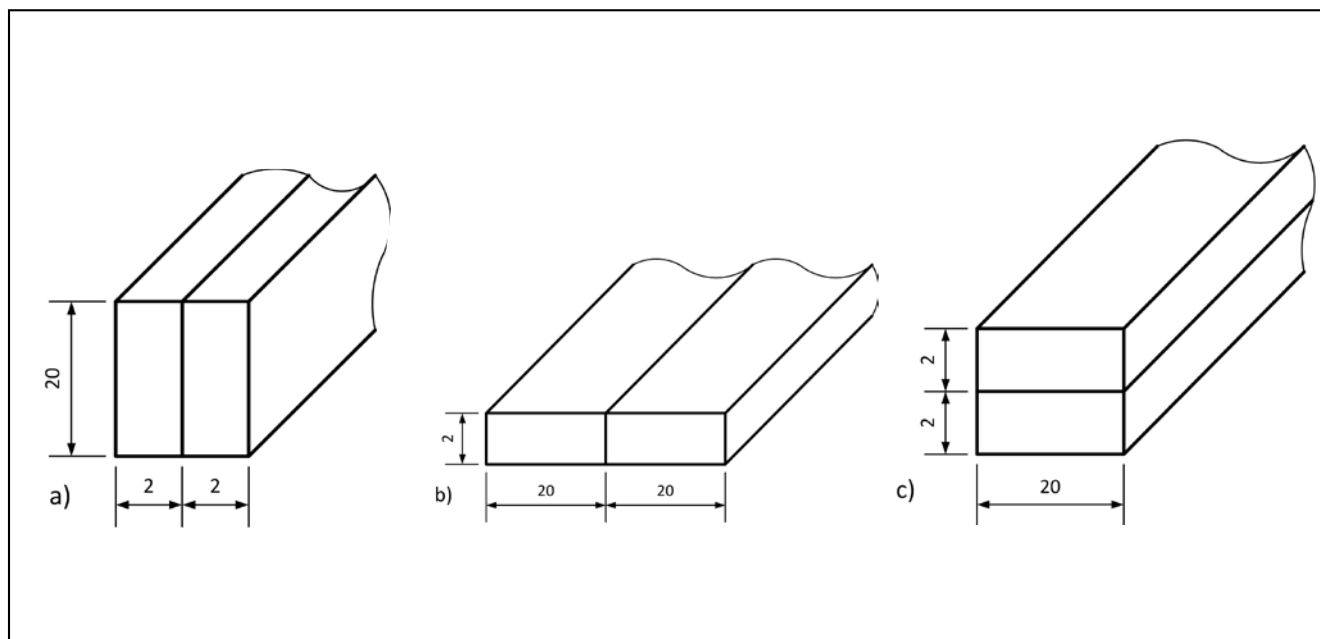
dini testnih vzorcev. Eksperimenti so bili narejeni pri hitrosti vrtenja orodja (w) med 600 in 1.900 obr/min, hitrosti varjenja (v) med 14 in 93 mm/min in nagibu orodij med 3° in 5°.

Površina zvara je bila vizualno pregledana. Iz zvarov so bili odrezani vzorci za analizo mikrostrukture in natezne trdnosti. Pripravljeni vzorci za analizo makro- in mikrostrukture so bili jedkani v raztopini FeCl₃ in pregledani z optičnim mikroskopom in digitalno kamero za zajem slik.

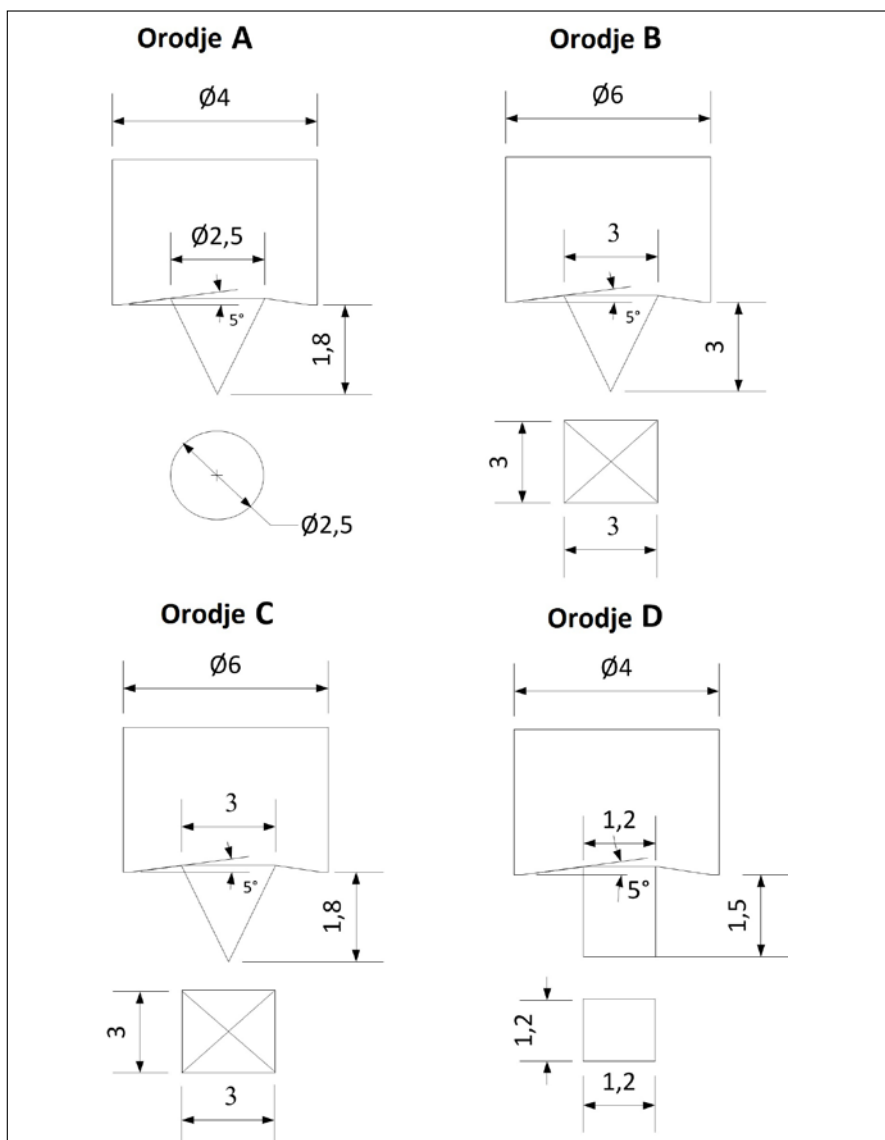
Vnos toplote je bil določen s faktorjem rotacije glede na podajanje (RPF = w/v), ki predstavlja poenostavljen indeks vnosa toplote.

■ 3 Rezultati

Slika 5 prikazuje makroobrase varov na sočelnih zvarih z uporabo orodja A. Varjenje je potekalo pri hitrosti pomikanja 37 mm/min, s 3° nagibom orodja in z različnimi RPF-vnosi toplote. Vizualni pregled prerezanih površin prikazuje dober videz zvarnega spoja (slika 5a). Makrobrusi na sliki 5b–d so pokazali, da se podolgovati lunkerji oblikujejo na napredujoči strani (AS) orodja. Podolgovat lunker ali črvina je tipična napaka FSW-varjenja. Nastanejo zaradi premajhnega vnosa toplote in v primeru bakra tudi z visoko toplotno prevodnostjo. S slik (5b–d)



Slika 3. Vzorci za varjenje – sočelna zvarna spoja a) in b), prekrhovni zvarni spoj c)

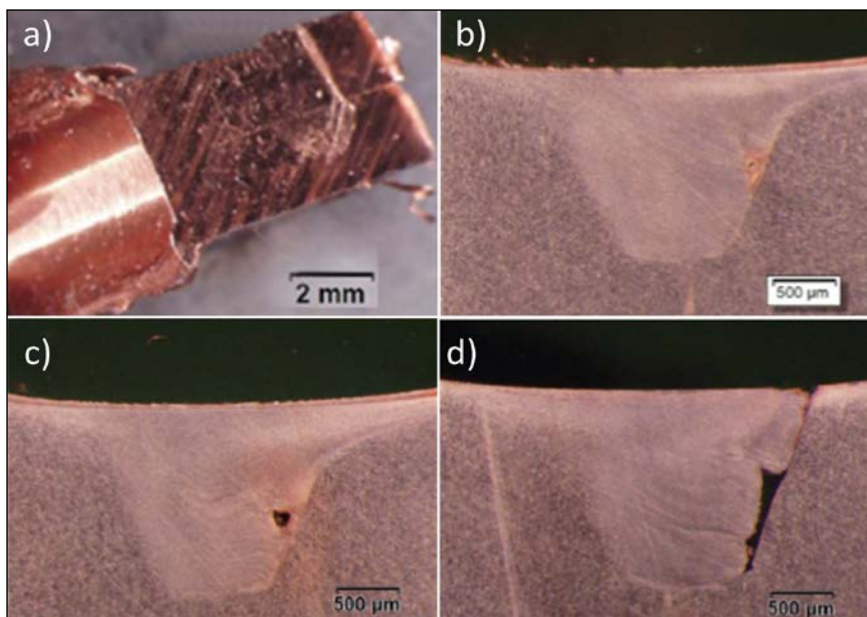


Slika 4. Shematski prikaz μ FSW-orodij

lahko ugotovimo, da se manjši lunckerji pojavijo pri višjem RPF-indeksu. Podolgovat luncker se pojavi na napredujoči strani orodja (AS) zaradi večje razlike med hitrostma (različni varjenec/smer premikanja orodja), čeprav so lahko temperature višje na AS. Napake so se oblikovale zaradi premajhnega vnosa toplote pri orodju z majhnim premerom rame (4 mm), na kateri se ustvari večina toplote zaradi trenja.

Pri naslednji seriji poskusov je bila oblika čepa spremenjena iz stožčaste v piramidno in v obliko bloka. S tem smo želeli povečati vnos toplote na račun večjega mešanja materiala pri enakih varilnih parametrih.

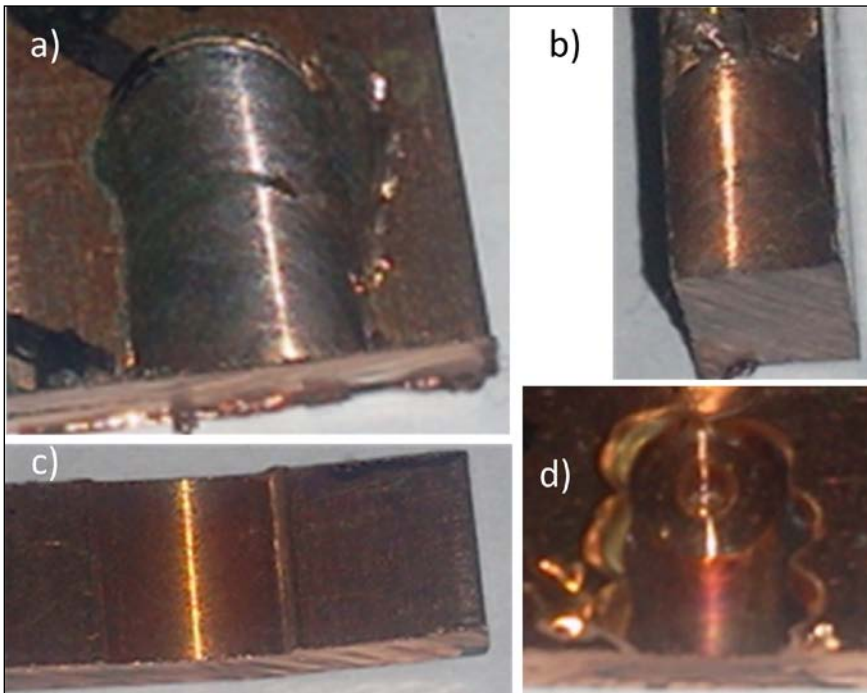
Slika 6 prikazuje temena zvarov po μ FSW z različnimi orodji, parametri



Slika 5. Vpliv vnosa toplote med μ FSW (pri varilni hitrosti 37 mm/min in orodju A na pojav podolgovatih lunckerjev: a) μ FSW-varjeni vzorec, b) RPF = 51,3 obr/mm, c) RPF = 31,9 obr/mm in d) RPF = 16,2 obr/mm

in zvarnimi spoji. Zvari na sliki 6a in 6c so bili narejeni s podobno zasnovo orodja (spremenjena dolžina čepa), z enakimi parametri varjenja v prekrovnem in sočelnem spoju. Oksidirana površina zvara pri prekrovnem spoju na sliki 6a je posledica manjšega odvoda toplote z mesta varjenja. Pri enakih varilnih parametrih in varjenju v sočelnem zvaru površina ni oksidirana zaradi hitrega odvajanja toplote (slika 6c). Sočelni zvari na sliki 6b in 6d so bili narejeni z istim orodjem in parametri v prekrovnem in sočelnem zvarnem spoju. Varjenje je bilo opravljeno z manjšim vnosom toplote, zato oksidacija temena zvara v prekrovnem spoju ni bila izrazita, medtem ko je v sočelnem spoju ni bilo. Razlog za to razliko je odvajanje toplote izpod rame orodja na vzorce. Oksidacija površine je naslednja napaka μ FSW-varjenja, ki se pojavi na površini zvara, če je material varjenca nagnjen k oksidaciji in se segreje nad temperaturo oksidacije.

Slika 7 prikazuje makroobrase zvarov s slike 6. Nastali zvari so bili brez napak, ker je bil vnos toplote med varjenjem ustrezen. »Čebulni obroči« (onion rings) so vidni na sliki 7a. Material pod orodjem se je zaradi večje hitrosti rotacije orodja še bolj izrazilo mešal tudi s kroženjem v prikazani ravnini. Čebulni obroči so



Slika 6. Prikaz temen varov μ FSW-varjenja: a) prekrivni spoj (orodje B, RPF = 20,4 obr/mm, 93 mm/min, 3°), b) sočelni spoj (orodje D, RPF = 135,7 obr/mm, 14 mm/min, 5°), c) sočelni spoj (orodje C, RPF = 20,4 obr/mm, 93 mm/min, 3°) in d) sočelni spoj (orodje D, RPF = 135,7 obr/mm, 14 mm/min, 5°)

značilna struktura, ki se pojavi pri večji hitrosti rotacije orodja glede na hitrost varjenja.

Na sliki 7b–d) je jasno vidna napaka izrivanja materiala na straneh vara. To je značilna napaka FSW-varjenja, povezana s prevelikim ugrezom orodja oz. slabim nadzorom varjenja. Ko je vnos toplote višji, se pri uporabi univerzalnega stroja brez krmiljenja gibanja orodja ma-

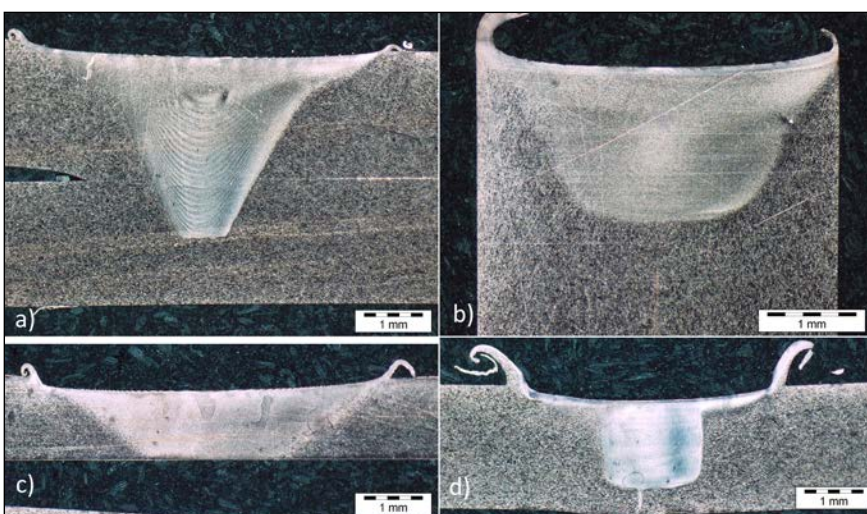
terial segreje in postane mehkejši. Pri enakih aksialnih silah v Z-smeri se zaradi mehkejšega osnovnega materiala sile sprostijo s potopitvijo orodja v varjenca. To povzroči čezmerno izrivanje materiala na straneh zvara. Izrivanje materiala je mogoče odstraniti med varjenjem, če se uporabljajo orodja z rezilnim robom za oblikovanje temena vara.

Slika 8 prikazuje mikroobrus (pre-

krovni spoj, varjen z orodjem A), pri katerem sta dve napaki. Prva je podolgovati lunker, ki se pojavi zaradi majhnega vnosa energije, druga pa je neujemanje varjenčev zaradi neustreznega vpenjanja. Na slikah 8b in c) lahko opazimo, da je velikost zrn v mešani coni močno zmanjšana v primerjavi z osnovnim materialom. Precejšnje zmanjšanje velikosti zrn nastane zaradi mešanja materiala pri nižjih temperaturah pri visokem tlaku pod ramo orodja. Podobno zmanjšanje so opazili tudi drugi avtorji [20].

Naredili smo natezne teste na sočelnih zvarih. Trdnosti zvarjenih spojev so bile med 272,3 MPa (spoj je prikazan na sliki 7c) in 419,3 MPa (spoj je prikazan na sliki 7d). Natezna trdnost spoja je primerljiva trdnosti osnovnega materiala (290–360 MPa). Višja trdnost je lahko posledica izboljšane mikrostrukture vara zaradi termomehanske obdelave s trenjem in mešanjem.

Na zvarih smo izmerili mikrotrdoto (HV 0,3) čez zvarni del 0,3 mm pod površino zvara. Rezultati so prikazani na sliki 9. Mikrotrdota bakra pred varjenjem je bila med 105 HV in 115 HV. Na sliki 9 (orodje C, RPF = 20,4 obr/mm) je padec trdote v območju varjenja povezan z višjim vnosom toplote, ki povzroča višjo temperaturo vara in s tem mehčanje materiala. Če je bil vnos toplote manjši in v območju med 12 in 16 obr/mm, se trdota vara ni spremenila. Ti varilni pogoji so optimalni, če upoštevamo, da sprememba trdote spremeni električno prevodnost in preoblikovalnost. Pri tem smo zamenjali vpliv zmanjšanja zrn; material z manjšimi zrnji ima manjšo električno prevodnost. Razlog za višjo mikrotrdoto pri varjenju z orodjem D pri RPF 135,7 obr/mm je manjši vnos toplote zaradi manjše rame orodja in kvadratne oblike čepa. Pri hladnih pogojih varjenja so zrna izrazito majhna zaradi plastične deformacije, ki poveča trdoto.



Slika 7. Makrostruktura μ FSW-varov: a) prekrivni spoj (orodje B, RPF = 20,4 obr/mm, 93 mm/min, 3°), b) sočelni spoj (orodje D, RPF = 135,7 obr/mm, 14 mm/min, 5°), c) sočelni spoj (orodje C, RPF = 20,4 obr/mm, 93 mm/min, 3°) in d) sočelni spoj (orodje D, RPF = 135,7 obr/mm, 14 mm/min, 5°)

4 Zaključki

Vnos toplote in tip spoja vplivata na odvod toplote in površinsko oksidacijo vara.

Orodje, oblikovano v piramido in blok, ustvari več toplote z mešanjem materiala okoli čepa, zato dosega trdnost spojev brez napak v primerjavi cilindričnim čepom pri enakih varilnih pogojih.

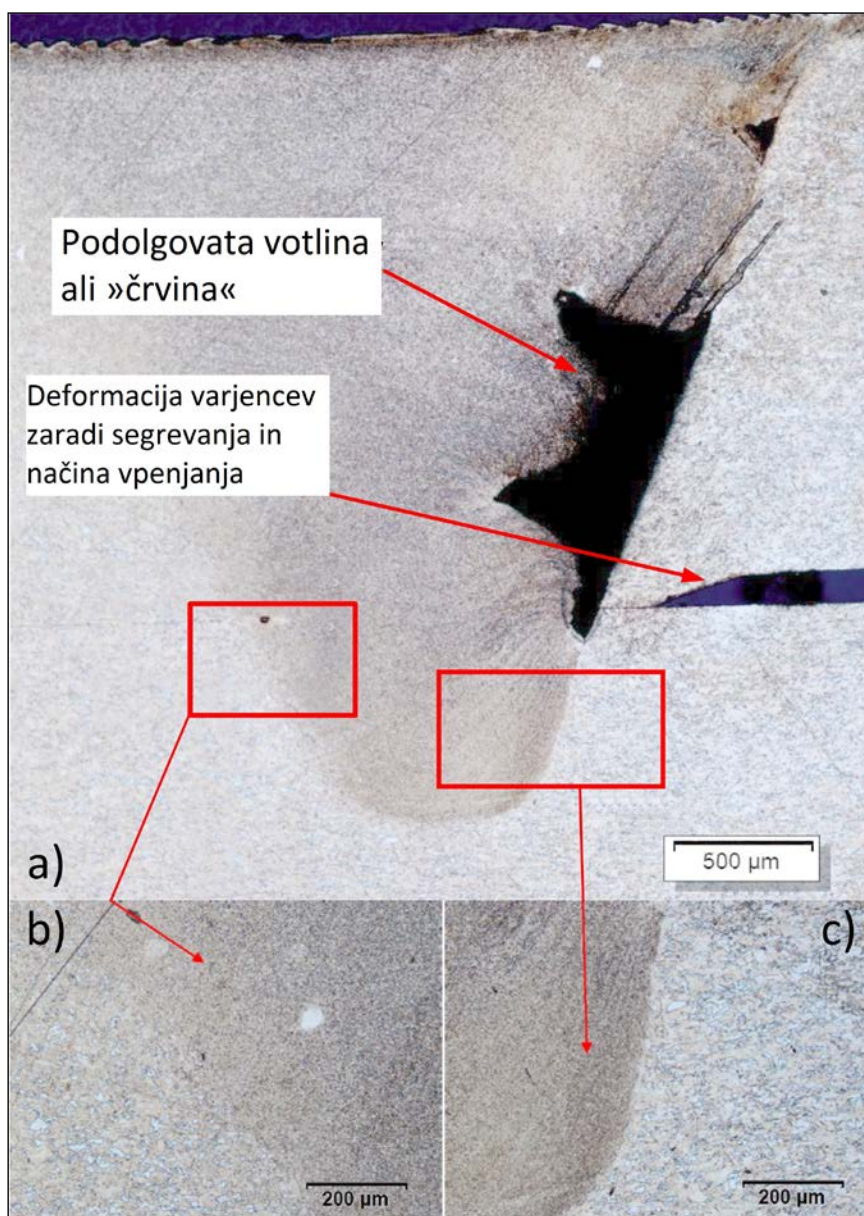
V coni mešanja se velikost zrn zmanjša zaradi termomehanske obdelave s trenjem in mešanjem, ki lahko izboljša mehanske lastnosti zvara.

Med μ FSW-varjenjem nastajajo podobne varilne napake kot pri običajnem FSW-varjenju. Podolgovati lunckerji se tvorijo na napredujoči strani orodja zaradi visokega odvajanja in majhnega vnosa toplote. Oksidacija temena vara se pojavi zaradi segrevanja varjenca nad temperaturo oksidacije. Izrivanje materiala nastane pri preveliki potopitvi orodja.

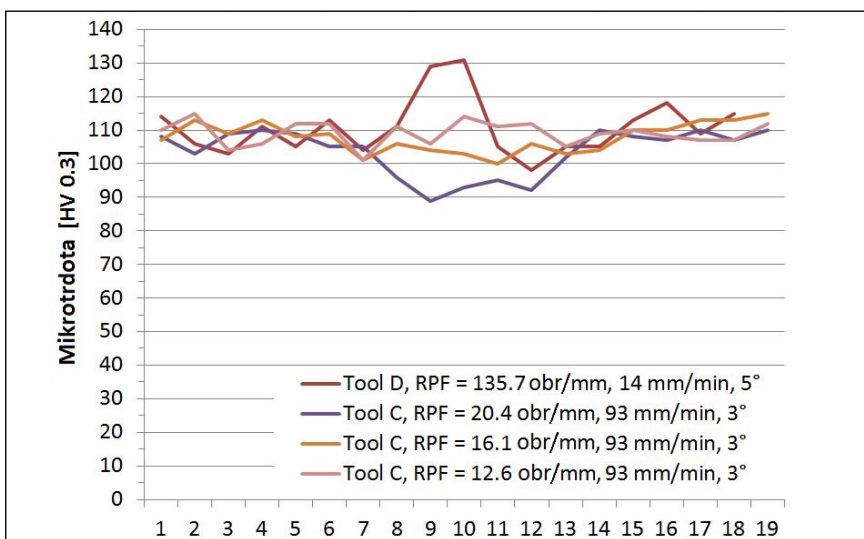
Optimalne varilne pogoje smo dosegli z orodjem s premerom rame 6 mm pri RPF med 12 in 17 min/mm in varilni hitrosti 93 mm/min.

Literatura

- [1] L. Brown, CDA Publication No 98, (1994), 1–64.
- [2] M. Pleterski, J. Tušek, T. Muhič, L. Kosec, J. of Mater. Sci. & Technol., 27 (2011) 8, 707–713.
- [3] C. Ruettimann, R. Bartlome, N. Dury, Reproducible copper welding – Combining IR and green light is key, Industrial laser solutions for manufacturing, PennWell Corporation, Tulsa, 2013.
- [4] D. Kaminski, How to choose the best laser for your marking application, Laser Focus World, Pennwell Corporation, Tulsa, 2011.
- [5] J. S. Agapiou, T. A. Perry, J. of Manuf. Proc., 15 (2013) 4, 549–557.
- [6] S. Simončič, P. Podržaj, Meas. Sci. Technol., 23 (2012) 6, 1–7.
- [7] A. A. Shirzadi, E. R. Wallach, Sci. Technol. Weld. Join., 9 (2004) 1, 37–40.



Slika 8. Mikrostruktura μ FSW-varov (orodje A, RPF = 10,1 obr/mm, 116 mm/min, 3°): a) celoten zvar s stikom med cono mešanja in osnovnim materialom, b) nazadujoča stran in c) napredujoča stran orodja



Slika 9. Mikrotrdota (HV 0,3), merjena preko vara in osnovnega materiala

- [8] M. Gojić, L. Vrsalović, S. Kožuh, A. C. Kneissl, I. Anžel, S. Gudić, B. Kosec, M. Kliškić, J. Alloys Comp., 509 (2011) 41, 9782–9790.
- [9] H. Dyja, S. Mróz, A. Milenin, J. Mater. Proc. Technol., 153–154 (2004), 100–107.
- [10] T. Pepelnjak, V. Magoč, B. Barišić, Metalurgija, 51 (2012) 2, 153–156.
- [11] M. Šimic, M. Debevec, N. Herakovič, J. Mecha. Eng., (in print), DOI:10.5545/sv-jme.2013.1104.
- [12] J. Brnić, M. Čanadija, G. Turkalj, D. Lanc, T. Pepelnjak, B. Barišić, G. Vukelić, M. Brčić, Mater. Manuf. Process. 24 (2009) 7/8, 758–762.
- [13] A. Nagode, G. Klančnik, H. Schwarczova, B. Kosec, M. Gojić, L. Kosec, Eng Fail. Anal., 23 (2012), 82–89.
- [14] R. Nandan, T. DebRoy and H. K. D. H. Bhadeshia, Progress Mater. Sci., (2008) 980–1023.
- [15] J. Teimournezhad, A. Masoumi, Sci. Technol. Weld. Join., 15 (2010) 2, 166–170.
- [16] W. M. Thomas, K. I. Johnson, C. S. Wiesner, Adv. Eng. Mater., 5 (2003) 7, 485–490.
- [17] L. Cederqvist, C.D. Sorensen, A. P. Reynolds, T. Öberg, Sci. Technol. Weld. Join., 14 (2009) 2, 178–184.
- [18] Y. M. Hwang, P. L. Fan, C.H. Lin, J. Mater. Proc. Technol., 210 (2010) 12, 1667–1672.
- [19] W.-B. Lee, S.-B. Jung, Mater. Letters, 58 (2004) 6, 1041–1046.
- [20] H. J. Liu, J. J. Shen, Y. X. Huang, L. Y. Kuang, C. Liu, C. Li, Sci. Technol. Weld. Join., 14 (2009) 6, 577–583.
- [21] R. M. Leal, N. Sakharova, P. Vilaça, D. M. Rodrigues, A. Loureiro, Sci. Technol. Weld. Join., 16 (2011) 2, 146–152.
- [22] I. Galvao, A. Loureiro, D. M. Rodrigues, Advanc. Mater. Resear., 445 (2012), 631–636.
- [23] Wieland-k32, in, Wieland, pp. 2.

Micro Friction Stir Welding of Copper Contacts

Abstract: Electrical industry is using high electro conductive copper like CuOF, CuETP, CuOFP and CuAg 0.02 for the production of different electronic products. The joining of copper or its alloys is difficult since the weldability of materials is limited when using conventional welding technologies like arc welding, resistance welding or laser welding due to their properties, such as good electrical and temperature conductivity, low electrical resistance and high reflection (low absorption of laser beam, can be increased by using green light laser beam). The weldability of these materials is better when using friction welding technology, ultrasonic technology or vibrational technology. In this paper, the micro Friction Stir Welding (μ FSW) of electrical contacts is investigated. Different μ FSW tools are used and welding parameters are tested in order to find the welding parameters at which a sound weld could be obtained. Typical welding defects are evaluated, and optimal welding parameters and tools are defined. The Vickers microhardness was measured, which revealed the influence of the welding parameters on the change of hardness.

Keywords: micro friction stir welding (μ FSW), Cu ETP, tensile test, microstructure, welding defects

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo Borisu Bellu, Nataši Rant in Niki Breskvar za pomoč pri eksperimentalnem delu. Raziskavo je financirala ARRS po pogodbi L2-4183.

HYDAC

Komponente in
hidravlični sistemi,
že 50 let!

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



SLOTRIB 2014

ENODNEVNO POSVETOVANJE O TRIBOLOGII, MAZIVIH IN TEHNIČNI DIAGNOSTIKI

Slovensko društvo za tribologijo organizira strokovno posvetovanje s področja tribologije, maziv in tehnične diagnostike z mednarodno udeležbo. V seriji uveljavljenih SLOTRIB konferenc bo ta trinajsta po vrsti. Letošnje posvetovanje bo posvečeno novim izzivom v tribologiji, s katerimi skušamo razširiti tradicionalno pojmovanje tribologije. Morda nekatere teme sodijo v oddaljeno prihodnost, vendar je včasih koristno usmeriti pogled tudi nekoliko preko obzorja, kot ga lahko vidimo izključno v trenutnih razmerah. Na enodnevnem posvetovanju želimo predstaviti aktualne teme tribologije čim širšemu krogu obiskovalcev.

TEME POSVETOVANJA

- Maziva, hladilno mazalna sredstva
- Nano-tribologija
- Mehanizmi mazanja
- Tribološke lastnosti sodobnih materialov
- Tehnična diagnostika in vzdrževanje
- Obraba in poškodbe strojnih elementov in komponent

PROGRAMSKI ODBOR

mag. Aleš Arnšek, univ. dipl. inž.
Petrol d.d., Ljubljana

Darko Cafuta, dipl. inž.
Tovarna papirja Goričane, Medvode
Uroš Gorjanc, univ. dipl. inž.
Olma d.d., Ljubljana

prof. dr. Đani Juričič, univ. dipl. inž.
Inštitut Jožef Štefan, Ljubljana

prof. dr. Mitjan Kalin, univ. dipl. inž.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Branko Kus, univ. dipl. kem.
Olma d.d., Ljubljana

doc. dr. Vojteh Leskovšek, univ. dipl. inž.
Inštitut za kovinske materiale in tehnol., Ljubljana
dr. Aljaž Pogačnik, univ. dipl. inž.
Iskra Mehanizmi d.o.o., Lipnica

prof. dr. Jože Vižintin, univ. dipl. inž.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

dr. Boštjan Zajec, univ. dipl. inž.
Hidria Rotomatika, Spodnja Idrija

ORGANIZACIJSKI ODBOR

dr. Boris Kržan, univ. dipl. inž.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

dr. Rok Simič, univ. dipl. fiz.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Blaž Žugelj, mag. inž. str.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Eva Oblak, univ. dipl. inž.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Marko Polajnar, univ. dipl. inž.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Joži Sterle, dipl. upr. org.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Franci Kopač
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

NAMEN

V zadnjem desetletju se razvoj tribologije odraža v številnih znanstvenih dosežkih, ki so omogočili nastanek novih področij kot so **eko-tribologija**, **nano-tribologija** in **bio-tribologija**. Obvladovanje trenja, mazanja in obrabe je ključ za **povečanje zmogljivosti**, **obratovalne dobe** ter **energetske učinkovitosti** mehanskih sistemov, kar vodi do **manjše obremenitve okolja** in je odgovor na enega od najpomembnejših izzivov sodobne družbe. Smotrna izraba naravnih virov in energetska učinkovitost sta pomembna dejavnika dolgoročne sonaravne rasti.

Na globalni ravni je predstavljena vrsta **novih materialov in tehnologij**, vendar se vse bolj opaža, da njihove tribološke lastnosti in prednosti niso v zadostni meri znane končnim uporabnikom. Še posebej to velja za področje **površinskih tehnologij in kontaktnega inženiringa**, ki se izjemno hitro razvija in omogoča povsem nove funkcionalnosti in zmogljivosti mehanskih sistemov. Morda je ravno gospodarska kriza in recesija priložnost za bolj pogumno uvajanje novosti, ki pa jih je prej potrebno dodobra spoznati.

Raziskovalci in strokovnjaki s področja razvoja ali proizvodnje, kot tudi zaposleni v poslovnem sektorju, ste vljudno vabljeni na konferenco SLOTRIB, ki omogoča, da v neposrednih medsebojnih stikih pridobite novo znanje, izmenjate svoje izkušnje ali probleme ter vzpostavite nove znanstvene, strokovne in tržne povezave.

POMEMBNI DATUMI

- | | |
|------------|--|
| 20. 5. 14 | Prvo obvestilo |
| 30. 6. 14 | Rok za oddajo povzetkov |
| 07. 7. 14 | Obvestilo o uvrstitvi prispevka v program in podrobna navodila za pripravo prispevka |
| 17. 9. 14 | Rok za oddajo prispevkov
Prijava razstavljalcev |
| 20. 10. 14 | Drugo obvestilo in program posvetovanja |
| 27. 10. 14 | Plačilo kotizacije |
| 11. 11. 14 | Posvetovanje |

KONTAKTNA OSEBA

Joži Sterle

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: 01/4771-460

Faks: 01/4771-469

E-mail: jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si

www.tint.uni-lj.si

POZIV ZA PRISPEVKE

V okviru enodnevnega posvetovanja lahko zainteresirani predstavite svoje delo v obliki referata ali posterja. Naslov prispevka s povzetkom dela v približno 200 besedah pošljite kontaktni osebi do 30. junija 2014. Avtorje bomo do 7. julija 2014 obvestili o uvrstitvi v program posvetovanja in jim poslali navodila za pripravo prispevka. Sprejeta dela (poster ali predstavitev) bodo objavljena v zborniku.

Predviden je tudi razstaveni prostor za predstavitev opreme, sredstev in storitev, povezanih s področji ekologije, tribologije, maziv, hladilno mazalnih sredstev, alternativnih goriv ter materialov in relevantnih aplikacij. Sponzorji in razstavljalci lahko svoj oglas objavijo tudi v zborniku posvetovanja.

REGISTRACIJA

Kotizacija za posvetovanje znaša 150,00 EUR in vključuje program, zbornik referatov, kosilo ter udeležbo na predavanjih in ogled razstave.

Podrobnejše informacije bodo predstavljene v drugem pozivu. Vsi zainteresirani razstavljalci naj se čim prej informativno javijo organizatorju, prav tako smo na voljo ostalim udeležencem za vsa dodatna pojasnila.



SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

PRVO OBVESTILO

SLOTRIB 2014

POSVETOVANJE O
TRIBOLOGII, MAZIVIH
IN TEHNIČNI DIAGNOSTIKI

11. NOVEMBER 2014

GOSPODARSKA ZBORNICA SLOVENIJE

LJUBLJANA

Internet stvari in senzorska omrežja za ocenjevanje delovnega okolja in vzdrževanje na osnovi stanja

Damir HUSEJNAGIĆ, Boža PUSTOVRH MARTINČIČ, Peter ŽNIDARIČ, Toni PROŠEK, Borut RIHTARŠIČ

Izvleček: Proizvodna podjetja strojne opreme še vedno pristopajo k vzdrževanju reaktivno in v nekaterih primerih preventivno, kar je zastarelo in neučinkovito. Cilj je, da z uporabo novih tehnologij in z uvedbo vzdrževanja na osnovi stanja zmanjšamo tako stroške vzdrževanja kot tudi izgub zaradi nepričakovanih izpadov. Sistem za ocenjevanje delovnega okolja in vzdrževanje na osnovi stanja je razvit z upoštevanjem standardov ISO13374, IEEE1451, OSA-CBM in OSA-EAI. Je samostojen modul z možnostjo integracije v obstoječe sisteme. Osnovni gradniki so pametna vozlišča, sestavljena iz mikrokrmilnika, analogno-digitalnega pretvornika, različnih senzorjev, komunikacijskega vmesnika ter napajalnega modula. Njihova naloga je zajem podatkov iz senzorjev, matematična obdelava ter pošiljanje rezultatov na strežnik. Med seboj so povezana v senzorsko omrežje z različnimi tehnologijami. V prispevku so predstavljene predvsem rešitve s področja meritev okoljskih parametrov, ki so sicer kot dopolnilni podatki vključeni v algoritme za ocenjevanje stanja. Senzorska omrežja za meritev okoljskih parametrov so uporabna tudi za oceno stanja delovnega okolja skladno z zakonom o Varnosti in zdravju pri delu. Sistem omogoča spremljanje, nadzor in ocenjevanje dejavnikov delovnega okolja ter opozarjanje ob odstopanjih na isti način kot pri spremljanju stanja strojev in opreme, zato je enostavno razširljiv na ostala področja, npr. arhive, skladišča itn. Predstavljeni sistem je bil razvit znotraj Kompetenčnega centra Sodobne tehnologije vodenja na razvojnem projektu RRP5, ki je potekal od 1. 1. 2011 do 31.12. 2013.

Ključne besede: vzdrževanje na osnovi stanja, pametna vozlišča, senzorska omrežja, merjenje okoljskih parametrov

1 Uvod

Upravljanje vzdrževanja industrijskega obrata predstavlja kompleksno dejavnost, ki vključuje obdelavo velike količine informacij iz različnih virov (oprema, stroji in delovno okolje). Vzdrževanje predstavlja dejavnost, ki se izvaja v vseh sektorjih in na vseh delovnih mestih zato, da oprema, stroji in delovno okolje ostajajo varni in zanesljivi [1].

Mag. Damir Husejnagić, univ. dipl. inž., mag. Boža Pustovrh Martinčič, univ. dipl. inž., Peter Žnidarič, dipl. inž., Toni Prošek, univ. dipl. inž., mag. Borut Rih-taršič, univ. dipl. inž., vsi Lito-strojPower, d. o. o., Ljubljana

Današnji postopki vzdrževanja so žal po večini še vedno kurativni, tj., ko se napaka na opremi že pojavi. V najboljšem primeru pa se uporablja preventivno vzdrževanje v obliki periodičnih postopkov, kjer je poudarek na periodičnem ali načrtnem vzdrževanju zaradi preprečevanja zastojev in odpovedi opreme. Pri slednjih se vzdrževalni poseg opravi v predpisanih intervalih, npr. enkrat letno, pri čemer se zamenjajo komponente po predpisih proizvajalca opreme ne glede, ali je to res potrebno ali ne. Ideja prediktivnega vzdrževanja (angl. condition based maintenance) je v tem, da je oprema ves čas pod nadzorom, pri čemer se poseg opravi pravočasno in le takrat, ko je to zares potrebno [2].

Veliko raziskav je bilo opravljenih na področju sodobnih postopkov

za nadzor stanja, diagnostiko napak ter prognostiko in so osnova prediktivnega vzdrževanja. Kljub temu pa je uporaba prediktivnega vzdrževanja v industriji danes še sorazmerno redka. Razlogov za to je več:

- sorazmerno visoki vstopni stroški za implementacijo obstoječih platform,
- pomanjkanje domenskih znanj s področja diagnostike in progno-stike, saj so le-ta večinoma koncentrirana v specializiranih centrih v okviru velikih korporacij,
- reorganizacija vzdrževalnih procesov, kar terja dodatno izobraževanje kadrov znotraj tovarn.

Zahvaljujoč novim komunikacijskim tehnologijam ter cenovno ugodnim zmogljivim generacijam procesorjev in senzorjev so nastali pogoji

za izvedbo diagnostičnih sistemov, ki so zmogljivi, cenovno dostopni in primerni za širši nabor industrijskih pogonov in naprav. To je temeljno izhodišče tega članka.

V prispevku sta predstavljena koncept in izvedba sistema za sprotni nadzor stanja opreme, strojev in delovnega okolja za odkrivanje morebitnih napak v zgodnji fazi, zmanjševanje zastojev in vzdrževalnih stroškov sistema ter prilagoditev delovnega okolja opravičeno zaposlenih. Koncept je izdelan z upoštevanjem standarda MIMOSA OSA-EAI. Jedro sistema je informacijski sistem, ki omogoča zajem, shranjevanje ter obdelavo različnih signalov. Platforma temelji na pametnih vozliščih in odprtokodnih rešitvah. V nadaljevanju je podrobno opisana vsaka komponenta sistema.

2 Stanje in povzetek obstoječih informacijskih rešitev

Na tržišču obstajajo različni sistemi za vzdrževanje na osnovi stanja

opreme, strojev in delovnega okolja, vendar večina teh sistemov ni razširljiva ali medsebojno kompatibilna.

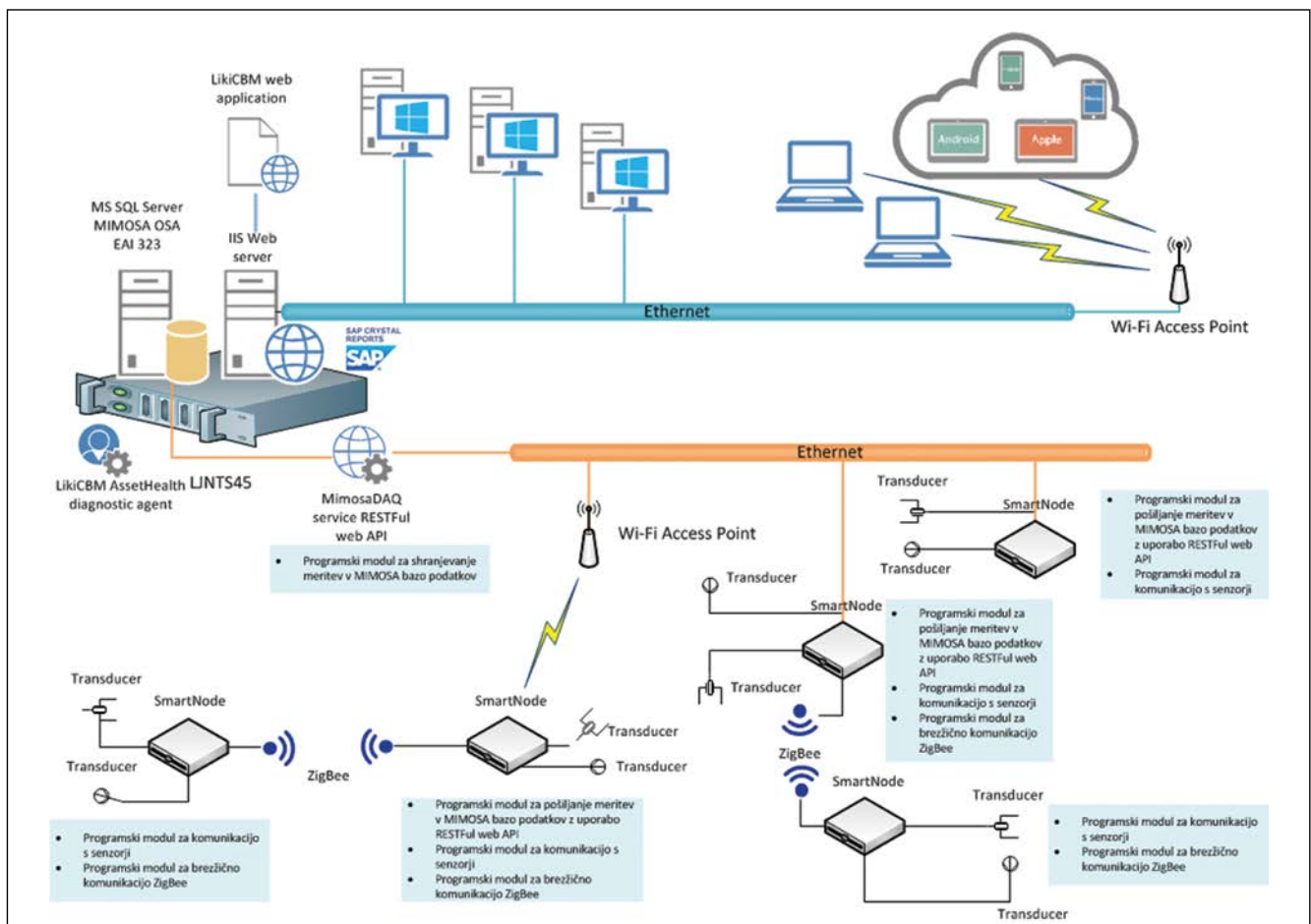
Za sisteme, ki jih ponujajo različni prodajalci, je lahko proces vključevanja v obstoječe informacijske sisteme v podjetju problematičen, saj imajo mnogi sistemi svoje edinstvene vmesnike za izmenjavo podatkov. Po drugi strani senzorska omrežja za spremljanje stanja strojev in ocenjevanje delovnega okolja generirajo velike količine podatkov. Zagotoviti je treba združljivost z obstoječimi informacijskimi sistemi z uporabo odprtega standarda za upravljanje, izmenjavo podatkov in integracijo aplikacij.

Večina obstoječih sistemov pošilja neobdelane podatke od senzorskih vozlišč do centralnih računalnikov za nadaljnje procesiranje z uporabo nizkonivojskega komunikacijskega protokola. Pri tem ne uporabljajo standardnih vmesnikov, kar predstavlja ključno pomanjkljivost pri medsebojnem povezovanju in delovanju različne opreme in sistemov.

2.1 Standardi na področju sistemov za prediktivno vzdrževanje

ISO 13374 je standard, ki opisuje modularno zgradbo diagnostičnega sistema. S tem se želi doseči večja medsebojna povezljivost komponent diagnostičnega sistema in zunanjih sistemov.

Druga dva pomembna standarda je predlagalo združenje MIMOSA (Machinery Information Management Open Systems Alliance)[3]. Prvi, standard OSA-CBM (Open Systems Architecture for Condition Based Maintenance), je implementacija standarda ISO 13374. Drugi, standard OSA-EAI (Open Systems Architecture for Enterprise Application Integration), je skladen z arhitekturo za nadzor stanja in diagnostiko, ki jo predlaga standard ISO 13374. OSA-EAI ponuja odprt standard za izmenjavo podatkov na pomembnih področjih, kot so diagnostika in napovedovanje, prenos vibracijskih podatkov, podatkov o parametrih olja in informacije o zanesljivosti.



Slika 1. Zgradba diagnostičnega sistema [6]

Sistem MIMOSIN OSA-EAI ponuja prednosti za uporabnike (vzdrževalce), razvijalce tehnologije in proizvajalce komponent. Prednost za uporabnike je ta, da lažje integrirajo informacije o vzdrževanju opreme, na razpolago imajo širši nabor programske opreme za aplikacije. Integracija programske opreme kakor tudi njeno vzdrževanje sta cenejša. Za proizvajalce tehnologij MIMOSA OSA-EAI razširja trg in omogoča večjo osredotočenost razvojnega dela na vsebinske aktivnosti, namesto na ukvarjanje s platformo. OSA-EAI omogoča ponovno uporabo programske opreme (angl. re-usability), kar je pomembno zlasti pri razvoju. Komponente, ki so že razvite, je možno le z manjšimi spremembami ali povsem brez sprememb ponovno uporabiti v drugih aplikacijah.

■ 3 Zasnova diagnostičnega sistema

Zgradba diagnostičnega sistema se lahko razdeli na več nivojev, kar je prikazano na *sliki 1*. Na najnižjem nivoju so na posameznih strojih nameščeni različni senzori. Povezani so na eno ali več manjših naprav, t. i. pametna vozlišča, ki opravljajo zajem in osnovno obdelavo izmerjenih podatkov, rezultate pa pošiljajo v centralni nadzorni sistem. Posamezni moduli nadzornega sistema (diagnostični agenti) izvajajo nadaljnjo obdelavo prejetih podatkov iz pametnih vozlišč. Na najvišjem nivoju je zgrajen spletni uporabniški vmesnik, ki vzdrževalce informira o trenutnem stanju nadzorovane opreme. Prav tako omogoča vzdrževalcem vnos in pregled opravljenih vzdrževalnih posegov na strojih in napravah. Vsi podatki in informacije o stanju naprav se pridobivajo, shranjujejo in posredujejo v elektronski obliki. Končni uporabniki lahko dostopajo do zelenih informacij preko stacionarnih računalnikov oziroma mobilnih naprav (tablice, telefoni).

■ 4 Uporaba platforme Microsoft .NET Gadgeteer za pametna vozlišča

Microsoft .NET Gadgeteer[3] predstavlja platformo za hitro izdelavo



Slika 2. Platforma Microsoft .NET Gadgeteer

prototipov vgradnih sistemov in elektronskih pripomočkov (*slika 2*). Platforma je zgrajena na ogrodju Micro .NET Framework, ki omogoča programiranje vgradnih sistemov v programskem jeziku C# z uporabo orodja MS Visual Studio za programiranje in razhroščevanje. Posamezne module NET Gadgeteer je mogoče zlahka priključiti skupaj in zgraditi preproste in sofisticirane naprave. Vsak modul dodaja nekaj dodatnih zmogljivosti, kot so senzoriranje okolja, komuniciranje z drugimi napravami, sposobnost za prikazovanje slik, predvajanje zvokov ali interakcijo z uporabniki. Osnovni gradnik je pametno vozlišče, ki je sestavljeno iz mikrokrmilnika, analogno-digitalnega pretvornika, različnih senzorjev, komunikacijskega vmesnika in napajalnega modula. Naloge vozlišča so zajem podatkov iz senzorjev, njihova matematična obdelava in pošiljanje rezultatov strežniku. Pametna vozlišča lahko povezujemo v senzorsko omrežje z različnimi tehnologijami. Najbolj robustna povezava je Ethernet, ki omogoča prenos večje količine podatkov v realnem času. Uporabljata pa se tudi brezžični povezavi Wi-Fi in ZigBee. Povezava ZigBee je zanimi-

va za vozlišča z majhnim prenosom podatkov, saj je cenovno ugodna in ima majhno porabo energije, kar je še posebej pomembno v primerih, ko se vozlišče napaja iz baterije.

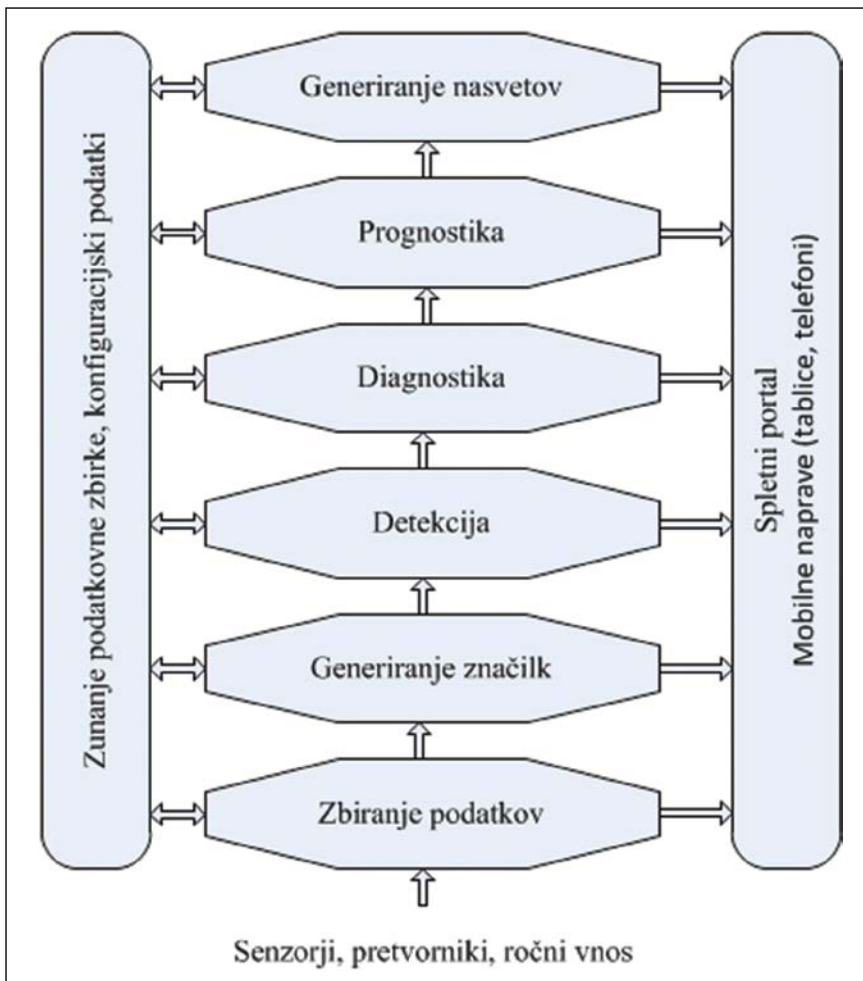
■ 5 Standard MIMOSA OSA EAI

Standard MIMOSA [4] vsebuje množico navodil za integracijo vzdrževanja v informacijsko verigo podjetja. Informacijska osnova sistema je relacijska baza podatkov, ki določa format podatkov vseh komponent vzdrževalnega sistema. Poleg tega MIMOSA definira še način komuniciranja med posameznimi procesi vzdrževanja.

Implementacija sistema MIMOSA obsega dva segmenta:

- podatkovno bazo,
- šest obdelovalnih modulov.

Nadzorni sistemi, izdelani z upoštevanjem standarda MIMOSA OSA-EAI, vsebujejo šest logičnih obdelovalnih modulov. Moduli so med seboj povezani v verigo, ki je ponazorjena na *sliki 3*. Prva dva modula (zbiranje podatkov, generiranje zna-



Slika 3. Postopki diagnostičnega in prognostičnega sistema

čilk) sta pogosto implementirana na opremi za zajem, predvsem takrat, ko gre za vgrajene sisteme. Tretji modul (detekcija) preverja, ali so zajeti signali v predpisanih mejah. Naslednja dva modula (diagnostika, prognostika) vsebujeta glavno funkcionalnost sistema. Njun izhod sta informaciji o trenutnem stanju strojev in o pričakovani življenjski dobi. Na podlagi teh dveh informacij zadnji modul (generiranje nasvetov) ustvari seznam možnih ukrepov.

■ 6 Testna implementacija sistema

Sistem za ocenjevanje delovnega okolja in vzdrževanja na osnovi stanja je implementiran na dveh ključnih strojih v delavnici podjetja Litostroj Power. Osnovni gradniki sistema so pametna vozlišča (vgradni sistemi za merjenje temperature na pogonskem motorju stroja, merjenje temperature in vlage v elektrooarmu stroja, merjenje temperature in vla-

ge v okolici stroja, vgradni sistem za ocenjevanje ustreznosti delovnega okolja pri delavcu) in centralni informacijski sistem, skladen s standardom MIMOSA OSA-EAI.

6.1 Podatkovni model

Standard OSA-EAI se lahko opiše z relacijskim modelom z imenom CRIS (Common Relational Information Schema). CRIS definira osnovne entitete za vzdrževanje opreme, attribute, pripadajoče tipe in relacije med entitetami. Specifikacije za CRIS vsebujejo skripte SQL za generiranje baze s tabelami, ki predstavljajo te entitete. Na voljo je tudi skripta SQL, ki napolni nekatere osnovne tabele in šifrante s podatki. Pri razvoju opisane rešitve sta bili uporabljeni obe omenjeni skripti ter generirali podatkovni model v obliki podatkovne baze na strežniku MS SQL 2012. Podatkovni model je zelo obsežen, saj je rezultat skripte približno 400 različnih tabel, ki so med

seboj v različnih relacijah. Primarni ključi na teh tabelah so običajno sestavljeni iz več polj in zato dokaj kompleksni. Ob implementaciji sistema je prvi korak vnos osnovnih podatkov in šifrantov. Najprej je treba prepoznati minimalni nabor tabel za delujočo rešitev (slika 4). Pri tem je treba upoštevati dejstvo, da mora biti aplikacija primerna za vse tipe podjetij kot tudi za storitveno podjetje, ki vzdržuje stroje in naprave v različnih podjetjih.

Osnovni šifranti rešitve so:

- Enterprise: osnovni podatki o podjetju,
- Site: del podjetja,
- Segment: stroj ali naprava,
- Asset: deli strojev in seznam senzorske opreme,
- Transducer: senzorska oprema na merilnem mestu,
- Data_Source: vir podatkov – npr. zunanji sistem, pametno vozlišče,
- Agent: fizični objekt (oseba, skupina, organizacija ali inteligentni program), ki lahko izvaja delo, diagnosticira in določa stanje stroja,
- Meas_location: opisano mesto meritve na nekem stroju oziroma delu stroja,
- Logistic_resource: šifrant proizvodnih sredstev (material, delovna sila).

V tabelo `dbo.meas_location`, v polje `user_tag_ident`, se vpisuje vnaprej definirana oznaka merilnega mesta (oznaka se v tabeli ne sme ponavljati).

Spletni grafični vmesnik za dostop do podatkovne zbirke MIMOSA je izdelan z uporabo tehnologije ASP. NET MVC (Model View Controller) in vmesnika za objektno-relacijsko preslikavo (ORM – Object Relational Mapping) Entity Framework.

Vsebina spletnega grafičnega vmesnika je razdeljena na štiri dele (slika 5):

- vnos šifrantov,
- vnos intervencij,
- vpogled v podatke,
- stanje strojev.

Za uporabnika je pripravljeno (slika 6):

- vnos novega podatka (»Create New«) – za vse šifrante je uporabljen objekt »spustni seznam«,

ENTERPRISE enterprise_id ent_db_site ent_db_id ent_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	SITE site_code enterprise_id site_id st_db_site st_db_id st_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	SEGMENT segment_site segment_id seg_db_site seg_db_id seg_type_code segment_group_yn criticality ts_type_db_site ts_type_code user_tag_ident name long_description gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	ASSET asset_org_site asset_id as_db_site as_db_id as_type_code user_tag_ident name long_description criticality cs_type_db_site cs_type_code mf_db_site mf_db_id manu_code model_db_site model_db_id serial_number asr_db_site asr_db_id asr_type_code segment_site segment_id last_upd_db_site last_upd_db_id gmt_last_updated rstat_type_code	TRANSDUCER tr_asset_site tr_asset_id tr_db_site tr_db_id tr_type_code out_eu_db_site out_eu_db_id out_eu_type_code out_amplitude per_eu_db_site per_eu_db_id per_eu_type_code gmt_last_calib self_powered_yn user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	MEAS_LOCATION meas_loc_site meas_loc_id ml_db_site ml_db_id ml_type_code segment_or_asset segment_site segment_id asset_org_site asset_id m1_eu_db_site m1_eu_db_id m1_eu_type_code ds_db_site ds_db_id ds_type_code tr_db_site tr_db_id tr_type_code ta_orient_deg ta_db_site ta_db_id ta_type_code m1m_loc_seq motion_direction m1m_user_prefix mc_db_site mc_db_id mc_type_code mc_cak_size update_interval lint_eu_db_site lint_eu_db_id lint_eu_type_code collect_duration dur_eu_db_site dur_eu_db_id dur_eu_type_code vml_data_type vml_pattern_regex user_tag_ident barcode name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	DATA_SOURCE ds_asset_site ds_asset_id ds_db_site ds_db_id ds_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	MEAS_EVENT meas_loc_site meas_loc_id gmt_event ev_loc_tr_delta ev_loc_min_delta gmt_stored st_loc_tr_delta st_loc_min_delta segment_site segment_id asset_org_site asset_id ds_asset_site ds_asset_id tr_asset_site tr_asset_id dsqual_type_code dsqual_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	MEVENT_NUM_DATA meas_loc_site meas_loc_id gmt_event eu_db_site eu_db_id eu_type_code data_value gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code
ENTERPRISE_TYPE enterprise_type ent_db_site ent_db_id ent_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	SITE_TYPE st_db_site st_db_id st_type_code user_tag_ident name mobile_yn gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	SEGMENT_TYPE seg_db_site seg_db_id seg_type_code user_tag_ident name default_mnemonic gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	ASSET_TYPE as_db_site as_db_id as_type_code user_tag_ident name default_mnemonic gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	TRANS_TYPE tr_db_site tr_db_id tr_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	ENG_UNIT_TYPE eu_db_site eu_db_id eu_type_code ru_type_code mult_fact_to_ref refer_off_to_ref user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	DATA_SOURCE_TYPE ds_db_site ds_db_id ds_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	DATA_QUAL_TYPE dsqual_type_code dsqual_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	MEAS_LOC_TYPE ml_db_site ml_db_id ml_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code
						DATA_QUAL_TYPE dsqual_type_code dsqual_type_code user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	SP_AMPL_DATA meas_loc_site meas_loc_id gmt_event ordering_seq eu_db_site eu_db_id eu_type_code p1st_sc_db_site p1st_sc_db_id p1st_sc_type_code freq_or_order min_in_hz_or_ord max_in_hz_or_ord src_db_site src_db_id src_type_code sp_sr_db_site sp_sr_db_id sp_stream_id assoc_rpm_min_hz amplitude angle_in_degrees user_tag_ident name gmt_last_updated last_upd_db_site last_upd_db_id rstat_type_code	

Slika 4. Tabele podatkovne zbirke za vnos šifrantov

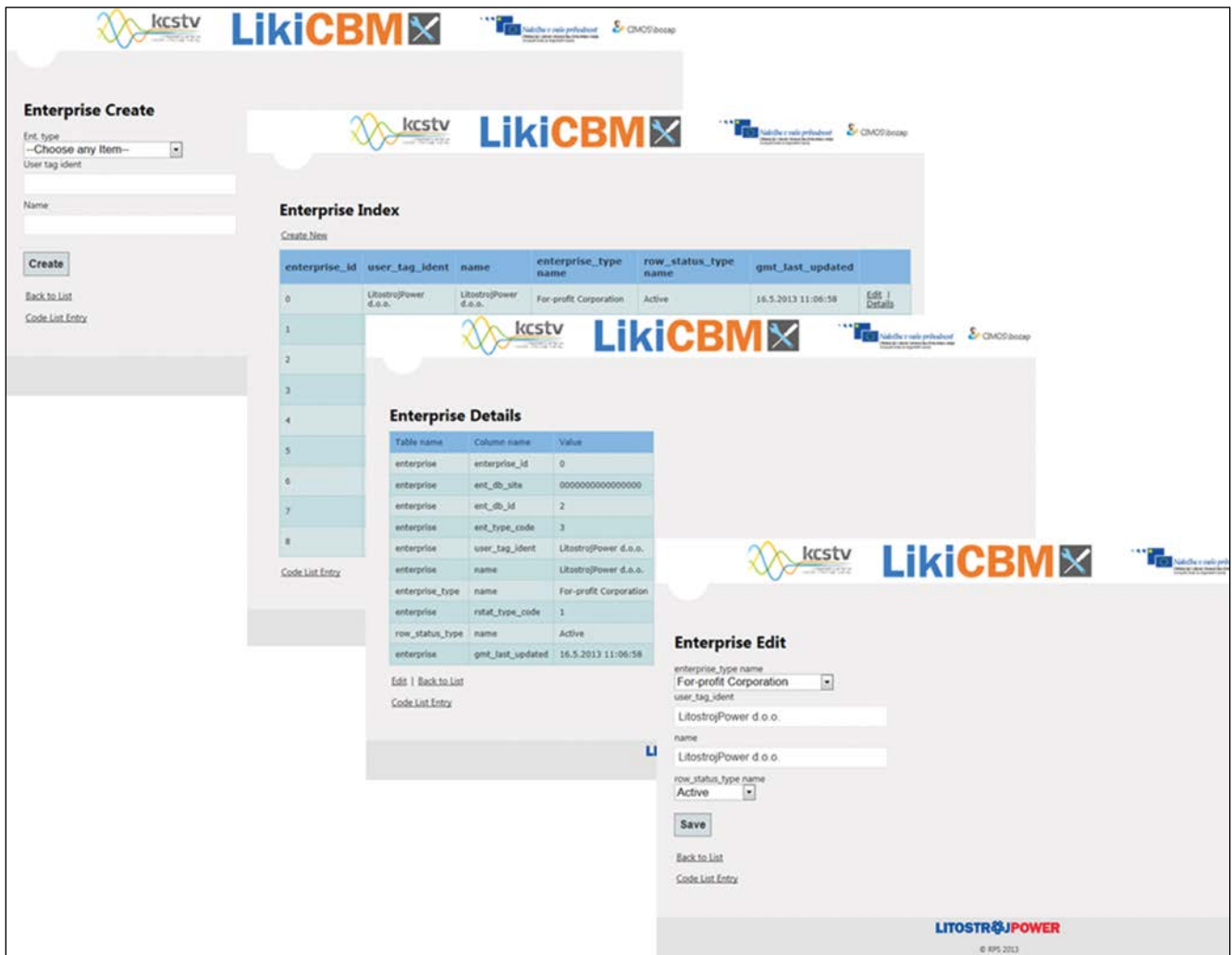
tako da uporabnik lahko le izbira med obstoječimi možnostmi. Pri podatkih, kjer sta vnos ali oblika vnosa (npr. številke, velike črke) obvezna, se pri pomanjkljivem ali nepravilnem vnosu prikaže opo-

zorilo. Za ostala polja je vnos prost; pogled na vse podatke – seznam vseh vnosov, prikazani so le pomembni podatki. Podatki, ki so namenjeni povezavam v ozadju podatkovne zbirke, zaradi pregle-

dnosti tu niso prikazani; detajlni pogled na posamezno vrstico (»Details«) – za posamezno vrstico, ki zanima uporabnika, lahko pogleda vse podatke, tudi tiste, ki so v splošnem pregledu ostali skriti;



Slika 5. Vstopno okno spletnega poročilnega sistema



Slika 6. Uporabniški vmesniki spletne aplikacije

- sprememba vnosa (dopuščena je možnost, da se uporabnik pri vnosu zmoti, zato mu je omogočeno, da svojo napako sam popravi – »Edit«), vendar samo tistih podatkov, ki ne rušijo konsistentnosti; popraviljanje je namreč možno v katerikoli fazi, tudi ko so podatki že uporabljeni kot šifrant pri vnosi v naslednje tabele;
- brisanje podatkov – zaradi možnosti in ohranjanja zgodovine je sprejeta odločitev, da ni možnosti brisanja. Ob prvem vnosu imajo vsi objekti status »Active«, uporabnik pa lahko kasneje status spremeni v »Inactive« ali »Soft Deleted«.

6.2 Moduli za zajem podatkov

Posamezne meritve se izvajajo na merilnih lokacijah, ki so fizična mesta na opremi, delovnem okolju, stroju ali delu stroja. Običajno je vsako merilno mesto opremljeno z

lastnim senzorjem, ki je povezan z modulom za zajem podatkov (pametno vozlišče).

Moduli za zajem podatkov so zgrajeni na platformi Microsoft .NET Gadgeteer. Programska oprema pametnih vozlišč je izdelana v razvojnem okolju MS Visual Studio in je sestavljena iz različnih programskih modulov za komunikacijo s senzorji, brezžično komunikacijo ZigBee in mrežno komunikacijo TCP/IP.

Na prvem stroju so postavljeni trije moduli za zajem podatkov:

- vgradni sistem za merjenje temperature in vlage v elektrooarni stroja,
- vgradni sistem za merjenje temperature in vlage v okolici stroja in
- vgradni sistem za ocenjevanje ustreznosti delovnega okolja pri delavcu.

Prva dva vgradna sistema sta povezana v brezžično omrežje ZIGBEE.

Podatki o temperaturi in vlagi v okolici stroja se pošiljajo do vgradnega sistema – koordinatorja v elektrooarni stroja, ki je zadolžen za prenos meritev do strežnika. Vgradni sistem za ocenjevanje ustreznosti delovnega okolja (prepih, osvetlitev, temperatura, vlaga) je postavljen zraven konzole za krmiljenje stroja in preko povezave TCP/IP prenaša meritve do strežnika.

Na drugem stroju je postavljen vgradni sistem za merjenje temperature na pogonskem motorju stroja, ki direktno prenaša meritve do strežnika preko povezave Ethernet. Vsi vgradni sistemi uporabljajo spletno storitev vmesnega programja (RESTful Web API Service middleware) za prenos meritev v podatkovni strežnik [5].

Pred vpisom meritve je treba definirati šifrant merilnih mest v tabeli meas_location. Za identifikacijo me-



Slika 7. Pametna vozlišča brezžičnega senzorskega omrežja ZIGBEE za zajem podatkov iz elektroomare stroja

rilnega mesta se pri vpisu meritve uporablja polje user_tag_ident iz tabele meas_location.

Za vpis meritve se uporabljajo naslednje tabele:

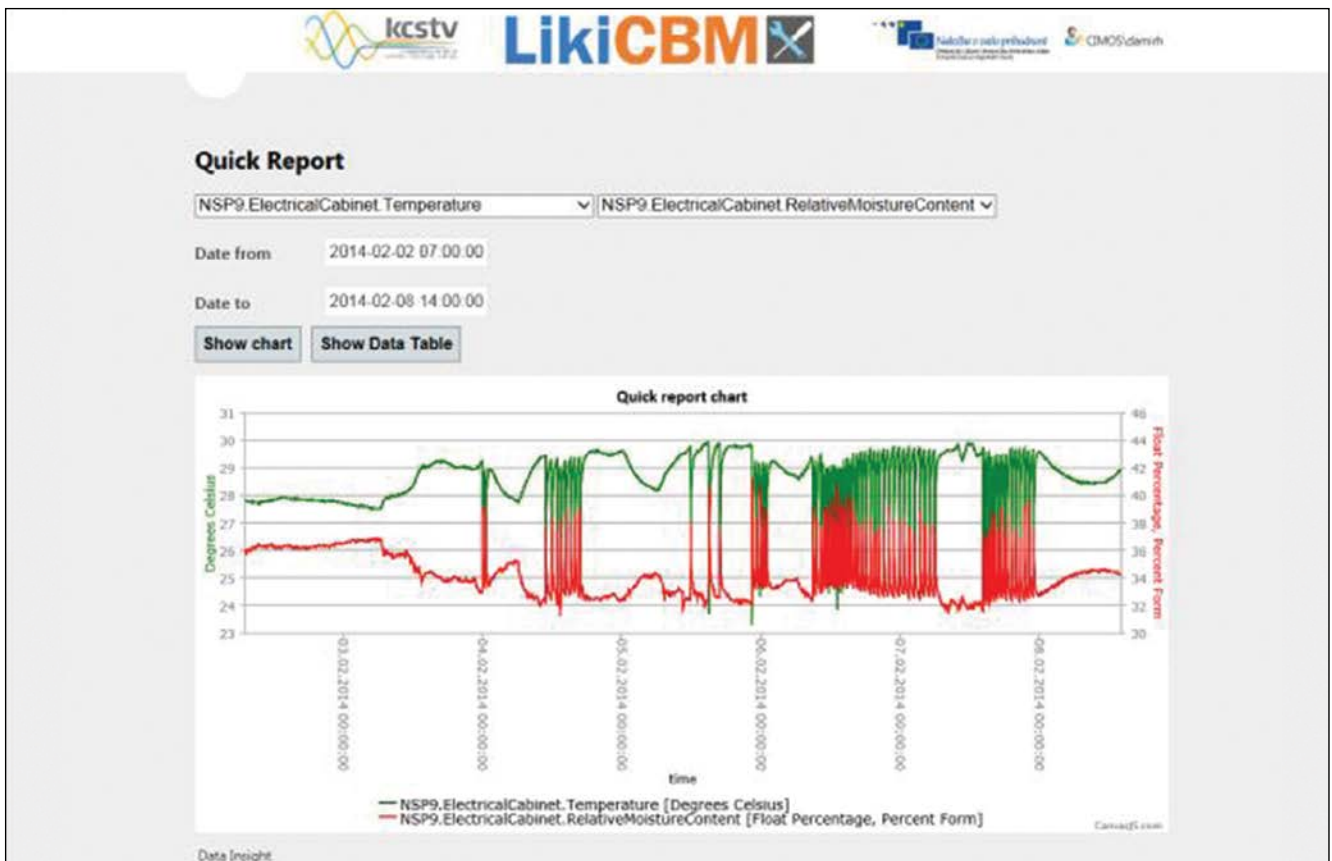
- meas_event: seznam vseh dogodkov, ki predstavljajo izvedbe meritev,
- mevent_num_data: za vpis skalarnih vrednosti meritev,

- sp_ampl_data: za vpis vektorskih vrednosti meritev (vibracije),
- sp_stream: opisuje, kateri postopek za obdelavo signalov je bil uporabljen pri izračunu značilke v tabeli sp_ampl_data.

Vsi podatki, ki jih zbirajo senzorji, se zapisujejo v tabele. Tabelarni prikaz je sicer vedno dosegljiv, ljudje pa podatek lažje pretvorijo v

informacijo, če je v grafični obliki. V razvoju je aplikacija, ki bo omogočala prikaz trendov v časovnem obdobju. Trenutno aplikacija omogoča prikaz dveh ali štirih soodvisnih parametrov v časovnem obdobju.

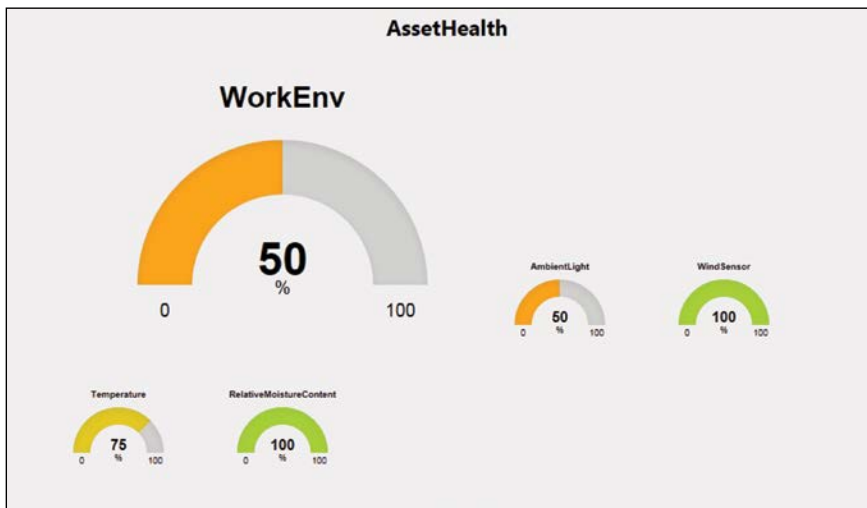
Na spodnjem grafu je prikaz meritve temperature in vlažnosti v elektroomari stroja iz tabele mevent_num_data (slika 8).



Slika 8. Meritev temperature in vlažnosti v elektroomari stroja

Tabela 1. Ocena stanja

Vrednost	Lestvica stanja (%)	Opis
1	0	najslabše stanje
2	25	slabo stanje
3	50	zmerno stanje
4	75	zelo dobro stanje
5	100	odlično stanje



Slika 9. Spletni grafični vmesnik za prikaz diagnostičnih podatkov

Diagnostika se lahko izvaja na posameznem delu opreme, delovnega okolja, stroja ali pa na celem stroju. Od tega je tudi odvisno, v katere tabele se vpisujejo diagnostični podatki.

Za diagnostiko meritev se uporabljajo naslednje tabele:

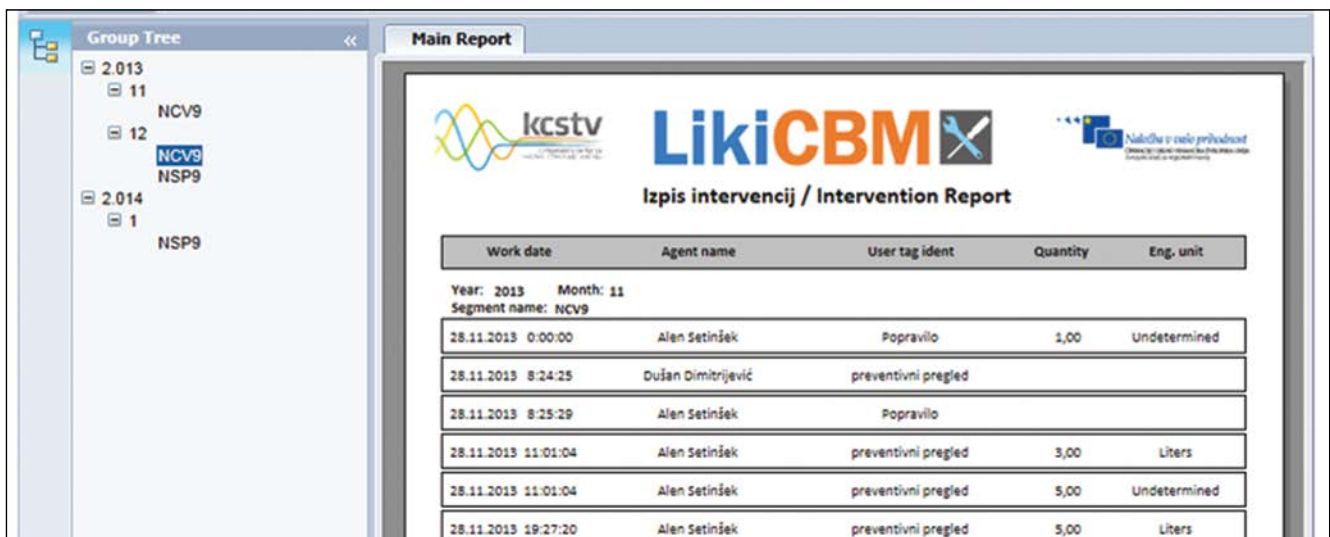
- segment_event: različni dogodki, ki so se zgodili na posameznem stroju,
- segment_health: ocene stanj na posameznem stroju,
- asset_event: različni dogodki, ki so se zgodili na posameznem delu stroja,
- asset_health: ocene stanj na posameznem delu stroja,
- sg_as_event_type: tip dogodka, ki se zgodi na posameznem stroju,
- health_level_type: seznam možnih stanj za stroj ali del stroja,
- change_patt_type: seznam možnih trendov za stanja.

V tabelo segment_event in asset_event se vnaša stroj ali del stroja in tip dogodka iz šifranta sg_as_event_type. V tabelo segment_health in asset_health se vnaša stroj ali del stroja, za katerega se določa stanje, agenta, ki določa oceno trenutnega stanja, oceno trenutnega stanja iz šifranta dbo.health_level_type in trend stanja iz šifranta dbo.change_patt_type.

Razviti programski modul diagnostičnega sistema za stalni nadzor zdravja, opreme, delovnega okolja, dela stroja ali stroja (LikiCBMAssetHealth diagnostic agent) v celoti nadzoruje izmerjene mejne vrednosti in vpisuje diagnostične podatke v tabelo za oceno stanja opreme, stroja ali delovnega okolja. Po standardu MIMOSA je definiranih pet ocen stanja opreme, stroja ali delovnega okolja (tabela 1).

Spletni grafični vmesnik (slika 9) sicer omogoča vizualizacijo do 15 različnih diagnostičnih podatkov, ki vplivajo na končno oceno stanja, vendar je zaradi preglednosti v aplikaciji omejitev na največ 7.

Podatki s senzorjev, ki se direktno zapisujejo v tabele, so potrebni, niso pa zadostni za oceno stanja stroja. Tako vzdrževalci kot tudi operaterji na stroju opravljajo razne posege, ki posredno ali neposredno vplivajo na rezultate meritev. Brez vedenja, da je bilo na stroju nekaj narejeno, bi pri analiziranju podatkov lahko



Slika 10. Prikaz seznama vzdrževalnih posegov v obliki spletnega poročila

napačno sklepali in posledično tudi napačno prognozirali. Podatkovna baza MIMOSA omogoča vnos informacij o opravljenih posegih in pri tem uporabljenih/vgrajenih materialih (slika 10).

7 Uporabnost sistema

Generičnost modela omogoča preprosto uporabo predstavljenega sistema tudi na drugih področjih, ne le na področju vzdrževanja. Prostor, kjer se hranijo produkti (arhivi, knjižnice, skladišča, vinoteke ipd.) in je treba v njih zagotavljati določeno klimo, se zelo enostavno vključijo. Moduli za on-line merjenje vlage in temperature so enaki ne glede na mesto postavitve kakor tudi vsi algoritmi. Le meje, ki določajo zdravje sistema, je treba prilagoditi konkretni zahtevi. V podjetju je bil tako zelo preprosto, brez dodatnega programiranja, z opisanimi moduli opremljen centralni arhiv.

8 Zaključek

V članku je predstavljen koncept interneta stvari in senzorskega omrežja za ocenjevanje delovnega okolja in vzdrževanja na osnovi stanja. Osnova sistema so pametna vozlišča, ki opravljajo zajem podatkov s senzorjev in njihovo osnovno obdelavo, rezultate pa pošiljajo v central-

ni sistem v hrambo in nadaljnjo obdelavo. Centralni sistem sestavljata podatkovna zbirka in aplikacija za obdelavo in prikaz podatkov. Tako na strani zajema kot na strani prikaza podatkov so uporabljene moderne tehnologije, kot so platforma .NET Gadgeter, povezava ZigBee in tehnologija ASP.NET MVC z vmesnikom ORM za izdelavo spletnega grafičnega vmesnika, kar omogoča dostop tudi z mobilnimi napravami. Sistem je fleksibilen, omogoča enostavno prilagajanje potrebam uporabnika in je enostavno razširljiv tako z novimi senzorji kot na nova področja uporabe. Preverja posamezne parametre glede na postavljene mejne vrednosti in z elektronsko pošto in/ali SMS-sporočili obvešča o odstopanjih. V trenutni verziji aplikacije je osnova za napoved bodočega stanja trend izmerjenih vrednosti. Sistem po določenem času delovanja omogoča analiziranje medsebojnih vplivov merjenih vrednosti na obnašanje opazovanega objekta. Rezultati analiz so osnova za razvoj algoritmov za napovedovanje zdravja. Razvoj algoritmov, ki bodo že ob manjših odstopanjih merjenih vrednosti, ki so sicer v dopustnih mejah, zaznali možne težave in to upoštevali pri ocenjevanju zdravja, je potreben in predstavlja izziv za nadaljnje razvojno raziskovalno delo.

Viri.

- [1] A. Crespo Marquez and N. D. Jatinder Gupta. "Contemporary maintenance management: process, framework, and supporting pillars." *Omega – The International Journal of Management Science*, vol 34, pp. 313–326, 2006.
- [2] M. Gašperin, Đ. Juričić, P. Bošković, J. Vižintin. Model-based prognostics of gear health using stochastic dynamical models. *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 25, No. 2, str. 537–548, 2011.
- [3] Microsoft Research .NET Gadgeteer (2013) Available at <http://research.microsoft.com/en-us/projects/gadgeteer/> (accessed: 18 June 2014).
- [4] MIMOSA (2013) Open System Architecture for Enterprise Application Integration V3.2.3. Available at <http://www.mimosa.org/> (accessed: 18 June 2014).
- [5] Fielding RT (2000) Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, PhD dissertation, University of California, Irvine.
- [6] Senzorska omrežja za ocenjevanje delovnega okolja, Litostroj-Power, d. o. o., Odsek za sisteme in vodenje, Institut Jožef Stefan. Available at http://www.kcstv.si/wp-content/uploads/2014/01/5-nii52_litostroj_SI.pdf.

Internet of Things and Sensor Networks for Assessment of Work Environment and Condition-based Maintenance

Abstract: As a rule, the companies that manufacture machinery still have a reactive and sometimes preventive approach to maintenance, which is out-of-date and has proven inefficient. The purpose of our project is to lower maintenance costs and loss due to defects by using new technologies and introducing condition-based maintenance. The system for the assessment of work environment and condition-based maintenance has been developed in accordance with ISO13374, IEEE1451, OSA-CBM and OSA-EAI standards. It is an independent module which allows integration into existing systems. The basic parts are smart nodes composed of a microcontroller, analog-digital transducer, various sensors, an interface and a power supply module. The function of a smart node is the acquisition of data collected by the sensors, data processing with the use of mathematical methods, and sending the results to the interface. The parts are interrelated within a sensor network with different communication technologies. This paper focuses on the solutions for the measurement of work environment parameters, which are an additional input in the algorithms for condition assessment. Such sensor networks for the measurement of environmental parameters can also be used for work environment condition assessment as defined in the Occupational Health and Safety Act. More precisely, our system enables the monitoring, supervision and evaluation of work environment parameters and signalization of deviations with the same methods that are used in the actual observation of the condition of machinery and equipment, which makes it applicable to other areas, such as archives, storerooms, etc. The presented system has been developed in collaboration with partners from the Modern Management Technologies Competence Center.

Key words: condition-based maintenance, smart nodes, sensor networks, measurement of environmental parameters

FOKUS NOVA GENERACIJA PNEVMATIKE

“Včeraj Rexroth Pneumatics, danes in v prihodnosti: AVENTICS.

Z odličnimi produkti naših divizij pnevmatike, pomorske pnevmatike, transportnih verig in tovornih vozil bomo nadaljevali našo zgodbo o uspehu pod novo znamko. AVENTICS je sinonim za sveže ideje, odlično fleksibilnost in maksimalno fokusirana na naše kupce.

LA & CO
Sinergija premikanja!
Hidravlika. Pnevmatika.
Linearna tehnika.

LA & CO. d.o.o.
Limbuška cesta 42
SI- 2000 Maribor
Tel.: +386 2 42 92 660
Fax.: +386 2 42 05 550
www.la-co.si

Rexroth
Pneumatics

The Drive & Control Company **Rexroth**
Bosch Group

Certificate

Rexroth Service Industrial | Rexroth Service Mobile

Certified Service Center

We hereby confirm that the Hydraulic Service Center of

LA & CO. d.o.o.
SI-S1064

located at
Limbuška cesta 42
2000 Maribor
Slovenia

has the infrastructure, qualified employees and processes in accordance with the guidelines of the Service Coordination Group to operate as a Certified Service Center.

The scope of the audit includes the listed product areas and locations.

Product Area	Location	Product Area Grading
Pumps and Motors	SI-2000 Maribor	Service Point
Hydraulic Valves	SI-2000 Maribor	Service Point
Standard hydraulic Cylinders	SI-2000 Maribor	Service Point

Service Center Classification: **Service Point**

Certificate based on audit report: SI-S1064-00166-HY01-0405-1113

L. D. Vable

On behalf of Service Coordination Group
DC-IA/SVE
Bosch Rexroth AG

A. Clf

On behalf of Service Coordination Group
DC-MA/SVM



Podjetje LA & CO. d.o.o. je kot strokovnjak za hidravliko uspešno opravil certifikacijski postopek proizvajalca Rexroth Bosch Group za certificirano servisno točko. S tem procesom smo pridobili certifikat za certificiran servisni center na področju industrijske in mobilne hidravlike. Naše podjetje je tako postala edina certificirana servisna točka na območju bivše Jugoslavije.

Montaža in umerjanje on-line senzorjev za nadzor stanja olja

Vito TIČ, Milan KAMBIČ

Izveček: Danes se še vedno mnogo maziv zavrže, ko so še v popolnoma dobrem stanju, saj se običajno zamenjujejo v konstantnih (najpogosteje časovnih) intervalih, pri čemer se ne upošteva njihovega dejanskega stanja. Zgodi pa se lahko tudi nasprotno – stanje maziva se lahko med konstantnim intervalom nenadoma poslabša, kar lahko privede do večje poškodbe stroja. Zato v podjetju OLMA, d. d., našim partnerjem že vrsto let ponujamo spremljanje stanja maziv na osnovi periodičnih analiz v lastnem kemijskem laboratoriju, kar nam omogoča prilagajanje intervalov menjav maziv njihovemu dejanskemu stanju.

V zadnjem desetletju smo svoje raziskovalne aktivnosti usmerili tudi v on-line nadzor stanja maziv ter posredno strojev, kjer so vgrajena. Ena od pglavitnih prednosti tovrstnih sistemov je vsekakor stalni nadzor stanja maziva v realnem času, pri čemer lahko sistem zazna tudi nenadna poslabšanja stanja in sproži alarmno obvestilo, še preden pride do nastanka katastrofalnih posledic. Na ta način sodobni on-line sistemi uporabniku zagotavljajo najvišjo stopnjo zanesljivosti obratovanja in mu omogočajo podaljševanje vzdrževalnih ciklov ter intervalov menjav maziv.

Ker pa je on-line merjenje stanja olja vsekakor veliko bolj zapleteno, kot na primer merjenje tlaka ali temperature, moramo za zanesljivo in natančno delovanje on-line senzorjev nameniti posebno pozornost pravilni montaži in kalibraciji senzorjev.

Ključne besede: hidravlične tekočine, on-line nadzor stanja, relativna vlažnost, viskoznost, dielektrična konstanta, stopnja čistosti

■ 1 Uvod

Kot smo že omenili, sta največji prednosti on-line analiz v primerjavi s klasičnimi laboratorijskimi analizami kontinuirana meritev in zanesljivo odkrivanje nenadnih oz. nepredvidljivih dogodkov, saj je napaka odkrita tako rekoč v realnem času. Naslednja prednost je beleženje trenda meritev, saj se običajno pri izvajanju on-line analiz za zajemanje podatkov uporabljajo avtomatizirani sistemi, ki hranijo tudi zgodovino rezultatov meritev [1].

On-line spremljanje stanja ima seveda tudi svoje omejitve, med katerimi je potrebno izpostaviti predvsem omejeno število razpoložljivih sen-

zorjev oz. veličin, ki jih lahko spremljamo. Prav tako se parametri, ki jih merimo z on-line senzori, običajno razlikujejo od parametrov, ki jih določamo z laboratorijskimi analizami, zato neposredna primerjava med njimi ni mogoča. Nenazadnje pa je za interpretacijo meritev običajno potrebno izvesti kalibracijo senzorjev, ki je veljavna le za posamezno vrsto hidravlične tekočine [1].

Zaradi omenjenih omejitev je on-line spremljanje stanja hidravličnih tekočin, za razliko od meritev tlaka ali temperature, veliko bolj kompleksno. Stanje olja namreč ni odvisno le od posameznega parametra, temveč od več hkrati. V odvisnosti od obremenitve, vrste olja in drugih mejnih pogojev se stanje olja tudi spreminja [2].

Pri načrtovanju in izvajanju oddaljenega nadzora stanja hidravličnih naprav je za doseg kvalitativnih me-

rilnih podatkov ključnega pomena več dejavnikov, kot npr:

- izbira ustreznih senzorjev,
- ustrezna vgradnja senzorjev,
- ustrezno mesto zajemanja vzorca iz hidravličnega sistema (reprezentativnost vzorca),
- ustrezna povezava senzor–enota za zajemanje in obdelavo podatkov,
- dodatni ukrepi za izboljšanje natančnosti in verodostojnosti meritev.

Z ozirom na zgoraj navedene točke se prispevek v nadaljevanju osredotoča na predstavitev konceptov in ukrepov za doseganje ustrezne kvalitete merilnih podatkov ter izboljšanje natančnosti on-line meritev.

■ 2 On-line senzori

V sklopu on-line spremljanja stanja hidravličnih tekočin so se do danes najbolj uveljavile meritve:

Dr. Vito Tič, univ. dipl. inž., mag.
Milan Kambič, univ. dipl. inž.,
oba OLMA, d. d., Ljubljana

- temperature,
- relativne vlažnosti,
- viskoznosti,
- dielektrične konstante,
- električne prevodnosti
- in stopnje čistosti.

Omenjene metode ter pripadajoče senzorske metode smo že večkrat podrobneje predstavili v različni literaturi [3–5], v glavnem pa jih delimo na dve skupini, in sicer na senzorske za zaznavanje fizikalno-kemijskih parametrov tekočine ter na števce delcev.

Pred izvedbo ukrepov za izboljšanje meritev vsekakor velja posebno pozornost posvetiti vgradnji oz. povezavi senzorskega sistema v nadzorovani hidravlični sistem, saj lahko samo mesto vgradnje senzorjev oz. mesto odvzema hidravlične tekočine močno vpliva na točnost meritev.

■ 3 Načini vgradnje senzorjev

On-line senzorske za spremljanje stanja maziv lahko v osnovi namestimo na štiri različne načine oz. mesta, in sicer:

- v rezervoar,
- na povratni vod,
- na tlačni vod
- in v obtočni sistem.

3.1 Namestitev senzorjev v rezervoar

S stališča vgradnje je največja razlika med senzorski fizikalno-kemijskih lastnosti tekočine in med števci delcev ta, da števci delcev za svoje

delovanje oz. merjenje potrebujejo določen pretok tekočine skozi senzorski element, ki običajno znaša med 30 in 300 ml/min. Zato v primeru namestitve senzorjev v rezervoar ne moremo vgraditi števca delcev. Če pa sistem on-line nadzora stanja ne predvideva uporabe števca delcev, se priporoča vgradnja senzorjev v bližino sesalnega voda. V tem predelu rezervoarja je namreč hidravlična tekočina običajno že umirjena, ohlajena in vsebuje minimalno količino kontaminantov (npr. zrak, trdni kontaminanti), ki lahko popačijo merilne rezultate [6]. Ostale tri opcije namestitve nam zagotavljajo pretok hidravlične tekočine skozi senzorski sistem in s tem omogočajo tudi namestitev števca delcev.

3.2 Namestitev senzorjev na povratni vod

Zajemanje tekočine na povratnem vodu se sprva zdi najbolj primerno, saj običajno zajemamo tekočino pred filtrskim elementom in s tem merimo stanje tekočine, ki je ravno prepotovala sistem in vsebuje največ kontaminantov oz. informacij o stanju sistema. Pri tem načinu namestitve se običajno izkoristi tlačna razlika na povratnem filtrskem elementu (2 do 5 bar), ki zagotavlja pretok skozi obtočni senzorski sistem. V primeru uporabe števca delcev pa ta majhna tlačna razlika komaj zadostuje za minimalni pretok tekočine skozi števec. Poleg tega je ta pretok nizkotlačni in spremenljiv

glede na viskoznost in temperaturo olja ter glede na zamašenost filtrskega elementa. Ker so izvedena testiranja pokazala, da so on-line števci delcev mnogo bolj natančni pri višjih pretokih (vsaj 100 ml/min) in višjih tlakih (nad 30 bar), je v večini primerov montaža števca delcev na ta način manj primerna.

3.3 Namestitev senzorjev na tlačni vod

Pri zajemanju tekočine iz tlačnega voda potrebujemo za senzorskim blokom dodaten regulator pretoka, ki skrbi za konstanten pretok skozi senzorski sistem, ne glede na tlak, viskoznost in temperaturo olja v primarnem hidravličnem vodu. Števec delcev običajno namestimo pred regulator, s čimer je tekočina v števcu izpostavljena visokemu tlaku, ki stisne morebitne zračne mehurčke in s tem izboljša merilno natančnost in stabilnost meritev. Ker ostali senzorski fizikalno-kemijskih lastnosti običajno ne dopuščajo visokih tlakov, jih namestimo za regulator pretoka, kjer je le nizek tlak tekočine (povratni vod v rezervoar).

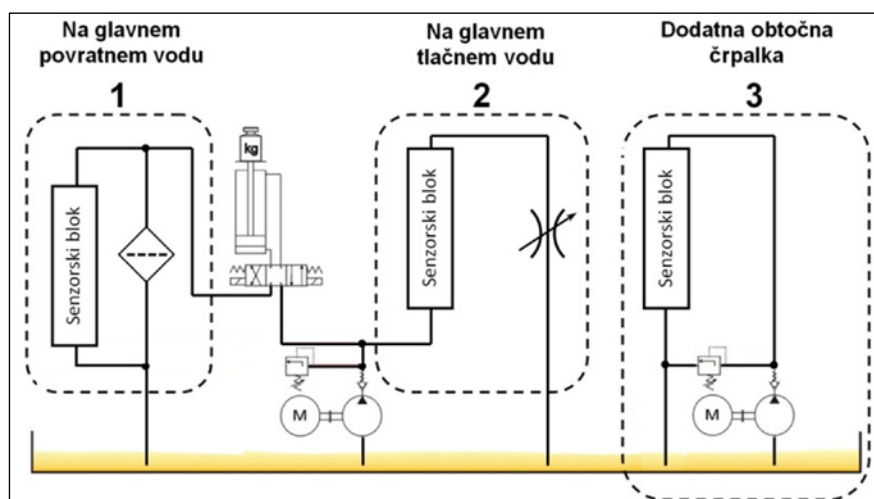
3.4 Namestitev senzorjev v obtočni sistem

Olje lahko zajemamo iz rezervoarja tudi s posebno črpalko in s tem ustvarimo obtočni sistem. Čeprav je takšna izvedba običajno najdražja, nam zagotavlja najboljše oz. najbolj konstantne pretočne razmere skozi senzorski sistem, kar je zlasti pomembno pri uporabi on-line števcov delcev.

Pri tem načinu namestitve se pri večjih rezervoarjih pojavlja nevarnost, da tekočino zajemamo iz »mrtvega« področja rezervoarja (kjer tekočina ne kroži, ampak miruje), kar lahko povzroči večje napake v meritvah [7].

■ 4 Ukrepi za izboljšanje natančnosti in ponovljivosti meritev

Poleg dobrega poznavanja pretočnih razmer v primarnem hidravličnem vodu in v senzorskem sistemu je za doseganje kvalitetnih rezultatov on-line meritev pomembno tudi razu-



Slika 1. Različne možnosti namestitve on-line senzorjev

mevanje delovanja senzorjev, skupaj z ovrednotenjem njihovih rezultatov. Za razumevanje delovanja senzorjev in izboljšanja njihove merilne natančnosti smo izvedli več krajših raziskav oz. testov, katerih rezultati so predstavljeni v nadaljevanju.

4.1 Meritev relativne vlažnosti

On-line senzori zaznavajo relativno vsebnost vode v mineralnem olju in jo podajajo v odstotkih. Olje je 100-odstotno nasičeno tedaj, kadar vsebuje maksimalno količino vode pri določeni temperaturi in tlaku – meja zasičenja. V nasprotju pa pri klasičnih kemijskih laboratorijskih analizah olja merimo absolutno vsebnost vode po metodi Karl-Fischer, ki nam poda količino vode v utežnih odstotkih ali ppm.

Meja zasičenja lahko občutno variira glede na vrsto merjene hidravlične

tekočine oz. glede na različna bazna olja in različne formulacije paketov aditivov mineralnih hidravličnih olj. Zato je smiselno opraviti testiranja, s katerimi določimo mejo zasičenosti določenega tipa olja, saj ta predstavlja mejo, nad katero postane vsebnost vode v hidravličnem olju škodljiva.

Določanje meje zasičenja z on-line senzori in po Karl-Fischerjevi metodi smo izvedli po naslednjem postopku. Enemu litru hidravličnega olja smo dodali različne količine vode. Nato smo posamezne vzorce ob segrevanju najprej pomerili z on-line senzorcima in odčitali temperature, pri katerih je posamezni senzor dosegel mejno zasičenost olja z vodo (tj., ko je senzor pokazal relativno vlažnost olja 100 %). Na omenjenih vzorcih smo nato opravili še primerjalne laboratorijske analize absolutne vsebnosti vode po Karl-Fischerjevem postopku. Rezultati

meritev so prikazani v *tabeli 1* ter na *sliki 2*.

Na podlagi podatkov v tabeli 1 smo lahko poiskali krivuljo, ki podaja mejo zasičenja obravnavanega mineralnega hidravličnega olja z vodo (slika 2). Iz poteka krivulje je razvidno, da je meja zasičenja obravnavanega olja pri delovni temperaturi od 40 do 60 °C med 90 in 180 ppm, kar je dosti nižje od še dopustne meje, ki jo običajno podajajo proizvajalci maziv (500 ppm).

4.2 Meritev viskoznosti

Viskoznost hidravlične tekočine je ena izmed njenih najpomembnejših lastnosti, ki jih je potrebno stalno nadzirati. Analizo natančnosti dveh on-line senzorjev za meritev viskoznosti olja smo opravili z mineralnim hidravličnim oljem ISO VG 46 v območju med 30 in 80 °C.

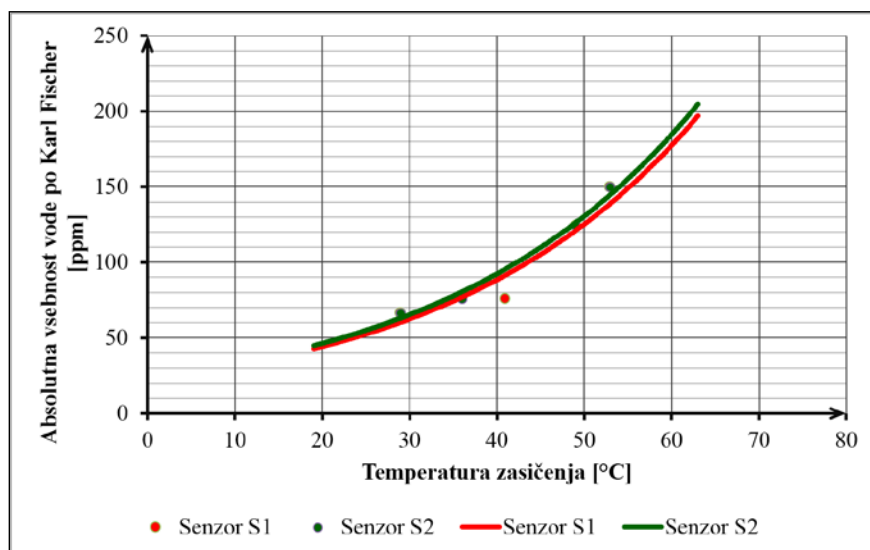
Rezultate prikazuje *slika 3*, na kateri predstavlja črna črta »dejansko« viskoznost olja, ki smo jo izmerili v kemijskem laboratoriju po postopku ASTM D 445 pri dveh karakterističnih temperaturah, tj. pri 40 in 100 °C. Kinematično viskoznost na celotnem razponu smo nato izračunali s pomočjo poenostavljene Waltherjeve enačbe, ki izvira iz standarda ASTM D341 [8]. Odebeljeni črti (rdeča in zelena) pa predstavljata izmerjene rezultate dveh on-line senzorjev.

Rezultati meritve prikazujejo močno odstopanje izmerjenih vrednosti kinematične viskoznosti sensorja S1 in sensorja S2 v primerjavi z dejansko kinematično viskoznostjo. Odstopanje izmerjenih vrednosti je na *sliki 3* ponazorjeno tudi v obliki relativne napake meritve (tanjši barvni črti), ki znaša pri sensorju S1 od 50 do 70 % ter pri sensorju S2 od –20 do 40 %.

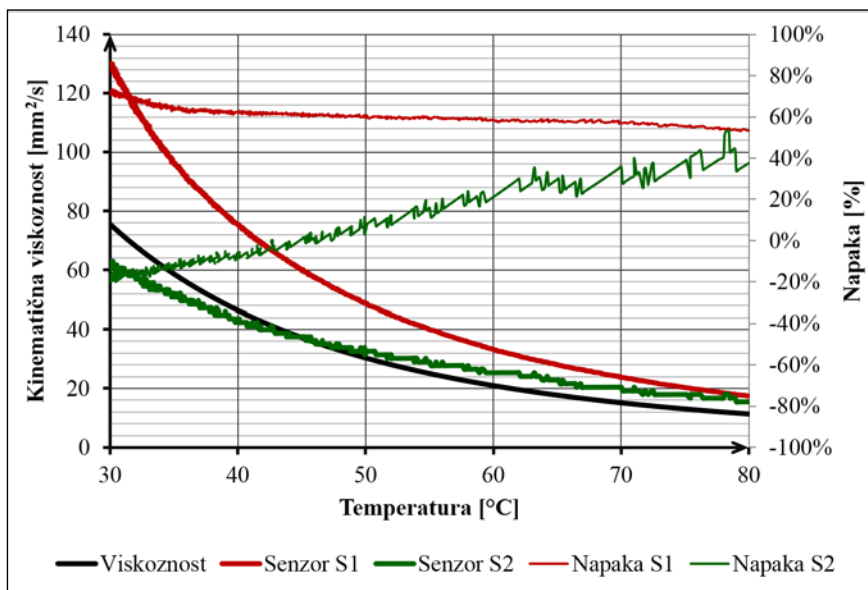
Prikazano odstopanje je vsekakor preveliko in rezultati meritev s takšnima senzorcima bi bili popolnoma neuporabni. Predvidevamo, da takšna odstopanja nastanejo, ker so senzori tovarniško kalibrirani le z določenim tipom tekočine. Na-

Tabela 1. Rezultati meritev meje zasičenja z on-line senzori in Karl-Fischerjevo metodo

Vzorec	Absolutna vsebnost vode po KF (ppm)	Temperatura zasičenja (°C) RH = 100 %	
		Senzor S1	Senzor S2
1	65,9	29	29
2	76,1	41	36
3	123,7	49	49
4	149,7	53	53



Slika 2. Meja zasičenja obravnavanega mineralnega hidravličnega olja z vodo



Slika 3. Rezultati meritev dveh on-line senzorjev viskoznosti olja

tančnost meritev pa lahko močno izboljšamo, če opravimo umeritev določenega senzorja na določen tip hidravlične tekočine.

V primerjavi z dejanskimi izhodnimi vrednostmi senzorjev, ki so prikazane na sliki 3, so na sliki 4 predstavljeni rezultati meritev z upoštevanimi t. i. umerjevalnimi krivuljami. S slike je razvidno, da smo z umerjevalnima krivuljama, ki sta bili namensko določeni za uporabljen on-line senzor in uporabljeno hidravlično tekočino, močno izboljšali natančnost on-line meritev viskoznosti.

Po implementaciji umerjevalne krivulje se relativna napaka senzorja S1 v celotnem območju giblje v območju $\pm 5\%$, medtem ko je relativna napaka senzorja S2 v predelu nižjih viskoznosti nekoliko večja zaradi zelo nizkih vrednosti izhodnih signalov in nenatančnosti uporabljene A/D-kartice za zajem signala.

Poleg implementacije namenske umerjevalne krivulje za določen tip olja in določen senzor lahko viskoznost natančneje spremljamo, če izmerjeno kinematično viskoznost pri temperaturi meritve preračunamo na viskoznost pri karakteristični temperaturi 40 °C. Za omenjeni preračun smo zasnovali namenski program, ki temelji na standardih ASTM D341 in D2270 ter na iskanju rešitve z bisekcijo. Ta na osnovi vhodnih

parametrov (kinematična viskoznost pri podani temperaturi, temperatura ter indeks viskoznosti) izračuna kinematično viskoznost hidravlične tekočine pri 40 in 100 °C. Na ta način lahko, kljub nihanjem temperature v on-line sistemu, veliko bolje spremljamo trend sprememb viskoznosti hidravlične tekočine pri 40 °C.

4.3 Meritev dielektrične konstante

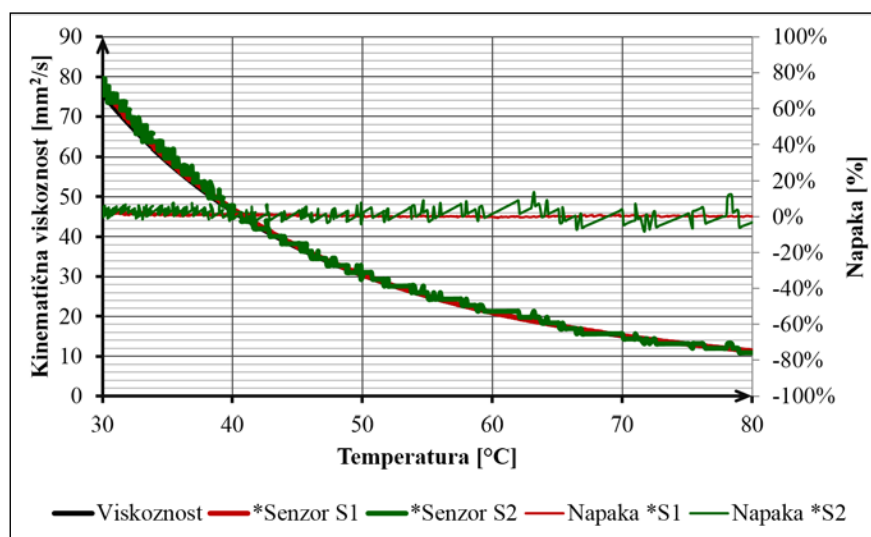
Dielektrično konstanto (DK) obravnavanega mineralnega hidravličnega olja smo v sklopu raziskav merili s tremi on-line senzorji. Rezultati meritev dielektrične konstante teh on-line senzorjev v primerjavi z na-

tančno laboratorijsko meritvijo (Biotehniška fakulteta, Ljubljana) so prikazani na sliki 5, s katere je razvidno, da tudi vrednosti dielektrične konstante, izmerjene z on-line senzorji, močno odstopajo od dejanske dielektrične konstante olja. Na tem mestu bi lahko, podobno kot pri on-line meritvi viskoznosti, poiskali umerjevalno krivuljo za določen tip hidravlične tekočine in za vsak senzor posebej. Ker bi morali za vsak tip hidravlične tekočine posebej meritev natančne dielektrične konstante ponovno zaupati zunanjemu izvajalcu, se lahko zaradi ekonomskih razlogov poznavanju natančne vrednosti absolutne dielektrične konstante odrečemo, saj nam pri on-line spremljanju stanja hidravličnih tekočin največ pove relativna sprememba dielektrične konstante in ne njena absolutna vrednost.

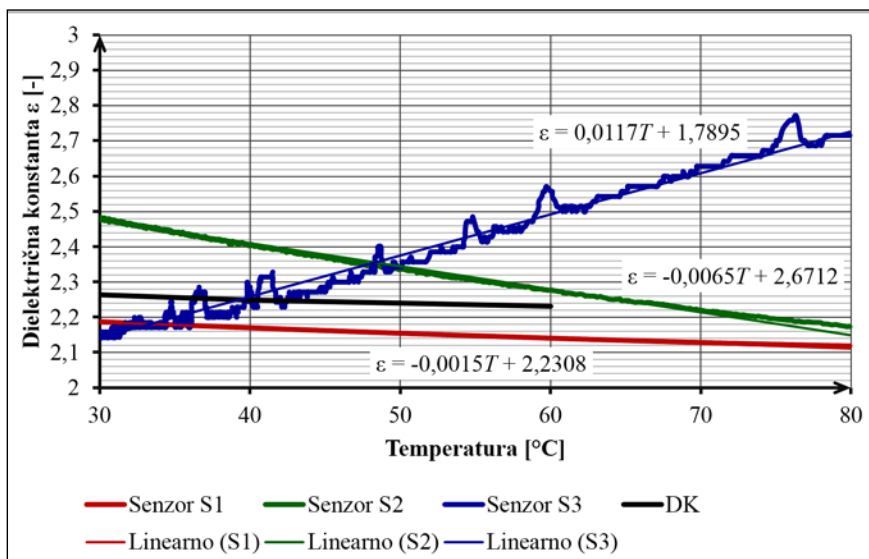
S slike 5 je razvidno, da se dielektrične konstante spreminjajo linearno s temperaturo, zato moramo poiskati njihov ustrezen temperaturni gradient, s pomočjo katerega lahko pri izvajanju on-line meritev vrednosti DK preračunavamo na referenčno vrednost pri 40 °C.

4.4 Meritev stopnje čistosti

Kot pri vsaki meritvi je tudi pri merjenju stopnje čistosti najpomembnejša verodostojnost izmerjenih vrednosti. Natančnost on-line števec delcev smo določili s primerjal-



Slika 4. Rezultati meritev dveh on-line senzorjev viskoznosti olja z upoštevanjo umerjevalno krivuljo za določen tip olja in senzorja



Slika 5. Meritev dielektrične konstante s tremi on-line senzori

nim testom različnih on-line senzorjev stopnje čistosti (SSČ), izmerjene rezultate pa primerjali z natančnim laboratorijskim instrumentom Internormen CCS2. Opravljena primerjalna analiza je zajemala štiri on-line senzore stopnje čistosti. Merilni sistem je bil osnovan na obtočnem principu, kjer je pretok skozi senzore zagotavljala manjša obtočna črpalka, ki je tlačila hidravlično tekočino skozi zaporedno vezane senzore. S tem so bile zagotovljene enake pretočne razmere skozi vse on-line senzore.

Tabela 2 prikazuje odstopanja posameznega sensorja v razredu ISO

(standard ISO 4406) glede na laboratorijski instrument CCS2, umerjen na $\pm 0,1$ razred ISO, ki je bil v hidravlični sistem vezan vzporedno. Med izvajanjem meritve smo naredili vsaj 4 odčitke oz. več, predstavljeni rezultati pa so prikazani kot povprečje teh odčitkov.

Podana natančnost proizvajalcev on-line števec delcev je $\pm 0,5$ razreda ISO za meritve v območju od 13/11/10 do 23/21/18. Iz rezultatov opravljenih testiranj je razvidno, da on-line senzori te natančnosti žal ne dosegajo. Testiranja so pokazala, da števci običajno delujejo z na-

tančnostjo ± 1 razred ISO, pri čemer prihaja tudi do razlik med samimi senzori. Lahko pa povzamemo, da on-line števci delcev običajno izmerijo 1 razred ISO manj, torej za 1 razred ISO čistejšo tekočino, kar predstavlja »nevarnejši« rezultat za uporabnika.

Ugotovljeno je bilo, da se pojavljajo tudi težave pri on-line merjenju stopnje čistosti olj v hidravličnih agregatih ob njihovem delovanju. Zato smo izvedli tudi testiranja, s katerimi smo želeli preveriti odziv senzorjev na določene pojave, kot je npr. vpliv zračnih mehurčkov. Zračni mehurčki ali vodne kapljice v hidravlični tekočini namreč tudi uklonijo svetlobo, kar sensor zazna kot delec.

Rezultati meritev stanja olja brez in ob prisotnosti zračnih mehurčkov ter pripadajoča razlika so povzeti v tabeli 3. Iz tabele je razvidno, da zračni mehurčki najbolj vplivajo na meritev razreda ISO 14 in ISO 21, zato lahko tudi sklepamo, da ima večina zračnih mehurčkov premer večji od 21 μm .

Zato moramo poskrbeti, da pred meritvijo iz tekočine odstranimo morebitne zračne mehurčke in vodne kapljice, ki bi sicer povzročili prikaz lažnih rezultatov (oz. uporabimo druge ukrepe za minimiranje vpliva mehurčka, kot je npr. dvig tlaka hidravlične tekočine pri pretoku skozi števec nad 30 bar, pri čemer se zračni mehurčki stisnejo do te mere, da ne povzročajo popačenja meritev).

5 Zaključek

On-line sistemi spremljanja stanja maziv nam ponujajo najvišjo stopnjo zaščite našega sistema, saj stanje maziva (ter tudi sistema) spremljamo neprekinjeno 24 ur na dan. V prispevku smo se želeli osredotočiti na pravilno namestitev on-line senzorjev, njihovo natančnost in ukrepe za izboljšanje meritev, kar je ključnega pomena za uspešno delovanje on-line sistema in pravilno interpretacijo meritev. V praksi namreč lahko marsikje zasledimo nameščene on-line senzore, ki so

Tabela 2. Rezultati raziskave natančnosti on-line senzorjev stopnje čistosti

Povprečno odstopanje	ISO 4	ISO 6	ISO 14
Senzor stopnje čistosti SSČ1	0,3	0,7	-0,15
Senzor stopnje čistosti SSČ2	-1,15	-1,2	-0,85
Senzor stopnje čistosti SSČ3	-1,1	-0,55	0,25
Senzor stopnje čistosti SSČ4	-1,4	-0,85	-1,25

Tabela 3. Rezultati raziskave vpliva zračnih mehurčkov na on-line senzore stopnje čistosti

	Brez zračnih mehurčkov			Prisotnost zračnih mehurčkov			Povp. razlika
	SSČ1	SSČ2	SSČ3	SSČ1	SSČ2	SSČ3	
ISO 4	17,9	17,0	17,4	18,9	18	18,5	1,0
ISO 6	16,0	16,0	16,1	17,6	16,9	17,1	1,2
ISO 14	11,9	11,0	11,2	16,2	13,7	14,7	3,5
ISO 21	10,2	8,7	9,1	16,5	12,9	13,8	5,1

neumerjeni in tako služijo bolj ali manj le lepotnemu namenu in ne opravljajo svoje primarne naloge.

Poleg omenjenih postopkov namestitve in ukrepov za izboljšanje meritev, ki jih predstavlja prispevek, je nadvse pomembno tudi kvalitetno beleženje in prikazovanje merilnih rezultatov. Za ogled merilnih podatkov smo razvili poseben vmesnik, ki je dostopen na spletni strani z običajnim internetnim brskalnikom. Na ta način lahko naša tehnična služba in posamezni partner praktično kadarkoli in kjerkoli dostopajo do informacij o stanju nadzorovanega maziva. Spletni vmesnik omogoča vpogled v zgodovino meritev na osnovi poljubno prilagodljivih večsni histogramov in poleg izpisa trenutnih vrednosti ponuja tudi funkcijo alarmiranja v primeru preseženih maksimalnih oz. minimalnih vrednosti.

Naši sistemi so se že izkazali tudi v praksi. Kot dva zgovornejša primera

lahko omenimo, da smo pri enem izmed partnerjev uspeli podaljšati interval zamenjave hidravlične tekočine za 4-krat, medtem ko smo pri drugem partnerju zaznali nenaden vdor vode v hidravlični sistem in ga z opozorilom obvarovali pred nastankom večje škode.

Viri

- [1] Krethe, R., Wiesmann, P.: Oil Condition Monitoring – Online, Onsite or Lab analysis? Proceedings of OilDoc 2011 conference, Rosenheim, Germany, 2011.
- [2] Meindorf, T., Mann, W.: Test and Development of Condition-Monitoring-Sensors for Fluid Power Applications, Proceedings of 5th IFK, Aachen, Germany, 2006, Vol. 2, str. 177–188.
- [3] Tič, V., Lovrec, D.: Detecting and analysing condition of hydraulic oils with on-line sensors, Facta Univ., Mech. Eng., 2011, vol. 9, no. 1, str. 71–78.
- [4] Tič, V., Lovrec, D.: Merjenje in vrednotenje viskoznosti hidravličnega olja z on-line senzorcji, Ventil (Ljubljana), dec. 2010, letn. 16, št. 6, str. 548–553.
- [5] Lovrec, D., Tič, V.: Senzorji za on-line spremljanje stanja hidravličnih tekočin, Vzdrževalec, apr.–jun. 2012, št. 146/147, str. 46–52.
- [6] Tič, V., Lovrec, D.: Trajectories of solid and gaseous particles in a hydraulic reservoir, 8th International Fluid Power Conference, 2012, Dresden, str. 261–272.
- [7] Tič, V., Lovrec, D.: Hydraulic tank design and its influence on oil condition monitoring systems, International Conference on Innovative Technologies, Prague, Czech Republic, 2010, str. 479–482.
- [8] ASTM D341: Standard Practice for Viscosity-Temperature Charts for Liquid Petroleum Products.

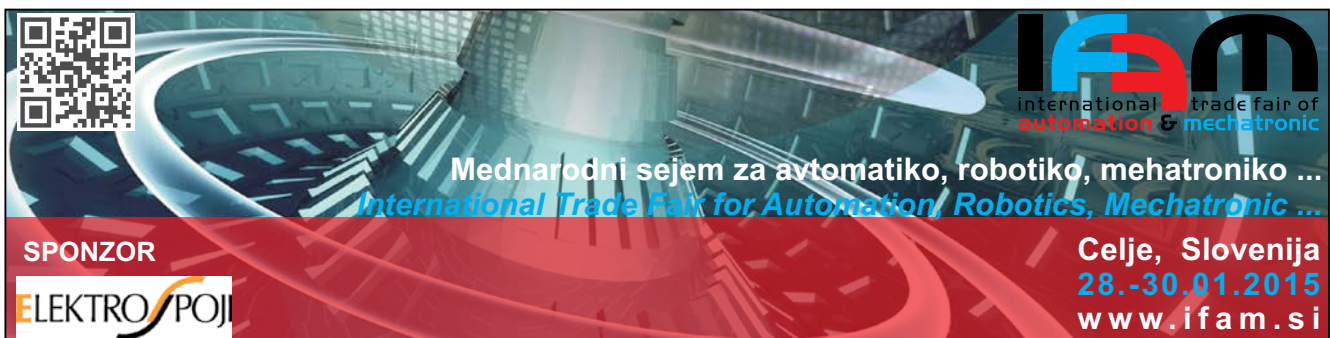
Installation and calibration of on-line sensors for oil condition monitoring

Abstract: Today, many lubricants continue to be discarded while they are still in good condition as they are changed at fixed intervals, not taking into account their actual condition. The opposite can also occur – the condition of the lubricant during the fixed interval can suddenly drop, which may lead to major damage to the machine. For that reason, we have now been offering our customers periodical analyses in our own chemical laboratory for several years, allowing them to adjust their change intervals to the actual condition of the lubricant.

In the last decade, we have additionally focused our research activities on the on-line condition monitoring of lubricants and also, indirectly, the machinery to which they are fitted. One of the main advantages of such systems is certainly a permanent condition monitoring of the lubricant in real time, where the system can detect sudden deterioration of the lubricant's condition and trigger an alarm notification before catastrophic consequences might occur. In this way, the modern on-line systems provide the users with the highest level of operational reliability and allow them to reduce machines' down-times and extend lubricant maintenance intervals.

However, since the on-line measurement of oil condition is much more complex than, for example, the measurement of oil temperature or pressure, we need to pay special attention to the correct installation and calibration of the sensors in order to obtain reliable and accurate measurements.

Keywords: on-line condition monitoring, hydraulic fluids, viscosity, dielectric constant, relative humidity, cleanliness class



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

SPONZOR
ELEKTROPOJL

international trade fair of
automation & mechatronics

Celje, Slovenija
28.-30.01.2015
www.ifam.si

Avtomatizacija stroja za večbarvni tisk etiket

Ivan VENĠUST

Izveček: V članku je opisan projekt zamenjave krmilnega in pogonskega sistema stroja za velikoserijski večbarvni tisk samolepilnih etiket spremenljivih dolžin Etipol Combi 340. Mehanski pogon za doziranje barve na klišeje je bil nadomeščen z elektronskim. Stari krmilnik je bil nezanesljiv, proizvajalec stroja pa ni več omogočal servisiranja. Izziv pri izvedbi projekta je bila zahtevna tehnologija tiskanja, predvsem doseganje visoke ponovljivosti odtisov.

Ključne besede: računalniško voden tiskarski stroj, sinhronizirani pomiki osi, električni servopogoni, pozicijski krmilnik B & R, momentni motor, dajalnik EnDat

■ 1 Uvod

Prispevek opisuje reševanje problemov pri posodobitvi tiskarskega stroja za večbarvni rotacijski tisk etiket.

Tiskarski stroji te vrste (slika 1) imajo fiksni premer valjev za klišeje. Premer valja torej omejuje maksimalno dolžino tiska. Dolžino tiska spreminjamo s spremembo dolžine klišeja, zato je pri dolžinah, krajših od maksimalne, potreben korekcijski gib papirja nazaj, da je material, na katerega tiskamo, čim bolj izkoriščen (slika 2). Tisk se mora izvajati hitro in temu primerno hitri so tudi pomiki nazaj. Pri večjih dolžinah tiska je čas, ki je na razpolago za pomik nazaj, zelo kratek. Tisk je večbarven, vsaka barva se tiska z ločenim klišejem. Valje s klišeji poganja asinhronski motor preko frekvenčnega regulatorja in mehanskega pogona.

Premiki papirja morajo biti sinhronizirani z vrtenjem valjev. Med fazo tiska mora biti gibanje papirja zaklenjeno na vrtenje valja s klišejem. Vsako odstopanje hitrosti v tem delu tiskarskega cikla deformira odtis in povzroča barvna neskladja. Papir vodita servopogona preko vstopnega in izstopnega valja (slika 2).

Ker je tisk večbarven, mora biti pozicioniranje papirja pod klišeji na posameznih postajah točno. Zahtevana je ponovljivost pod 0,1 mm.

Material, na katerega tiskamo, mora biti med tiskom ustrezno in enakomerno napet. V stroju za večbarvni tisk je do 8 m materiala. Materiali so kompozitni, največkrat so to samolepilne etikete. Papirji so različni, prav tako podloge. Zaradi napenjanja se material raztegne, eni materiali bolj, drugi manj. Da je zagotovljena visoka natančnost odtisov

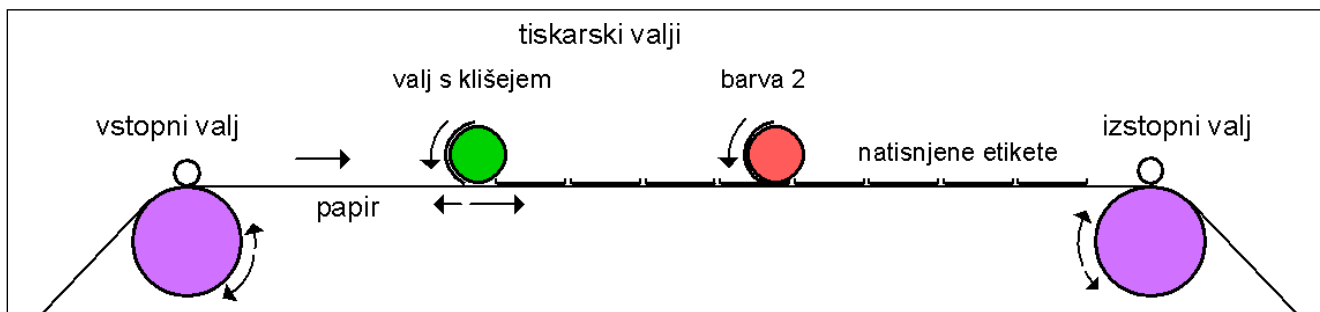
na posameznih postajah, mora biti napetost materiala med tiskom čim bolj konstantna. Izbira prave metode napenjanja papirja med tiskom in detaili izvedbe so se izkazali za ključni problem izvedbe projekta.

Stroji tega tipa morajo omogočati še funkcijo drugega tiska. To je način obratovanja stroja, ko tiskamo na že prej potiskan papir. Stroj mora omogočati sinhronizacijo z referenčnimi oznakami, odtisnjenimi na papir, in ostati zaklenjen na te oznake.



Slika 1. Tiskarski stroj Etipol 340; spredaj je vstopni valj, za njim je 6 tiskarskih postaj

Dr. Ivan Vengust, univ. dipl. inž.,
PS, d. o. o., Logatec



Slika 2. Shematični prikaz principa rotacijskega tiska

■ 2 Izbira krmilnega sistema

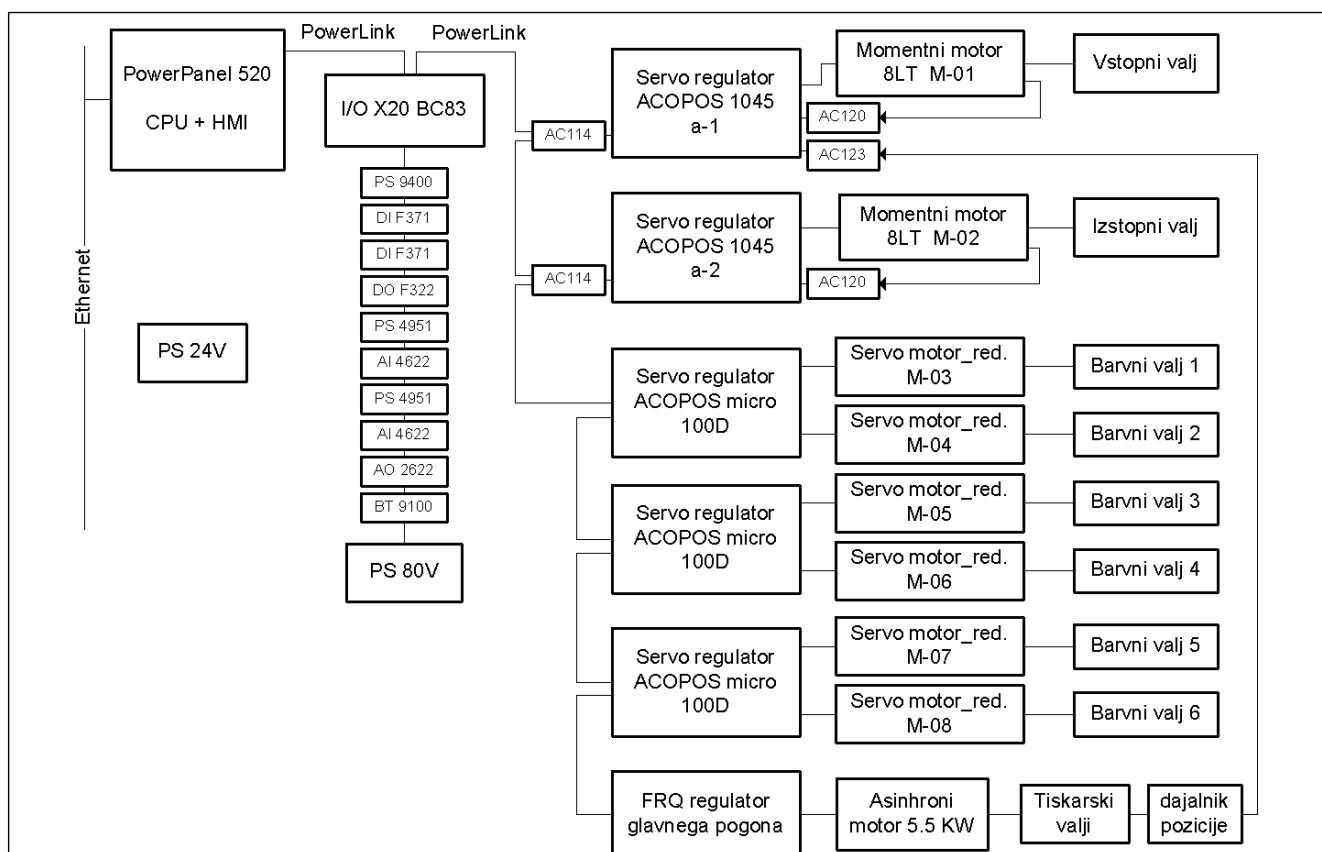
Zaradi navedenih zahtev je krmiljenje takšnih strojev vse prej kot enostavno. Prva naloga, ki jo je potrebno rešiti, je izbira primernega krmilnika za stroj. Izbira izhaja iz specifikacij zahtev, ki jih mora izpolnjevati krmilnik. Ta mora biti univerzalni pozicijski krmilnik z integrirano vizualizacijo. Omogočati mora elektronsko povezovanje gibanj osi in generiranje tiskarskega profila gibanja s povratnimi gibi, obratovanje servopogonov v momentnem in hitrostnem načinu in merjenje momentov na motorjih med tiskom. V naboru ukazov mora imeti tehnološke funkcije za napenjanje materia-

la in za zaklepanje gibanja na referenčno oznako.

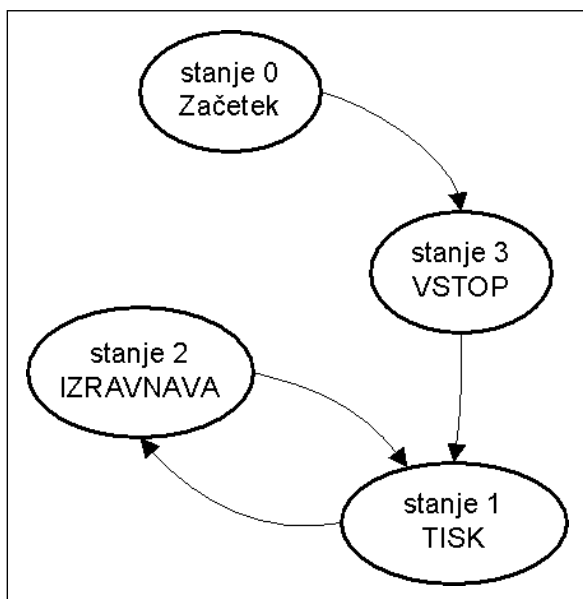
Izbran je bil krmilnik avstrijskega proizvajalca komponent za avtomatizacijo B & R. Krmilnik združuje CPU, gibalno kontrolo, vhodno-izhodne enote in vizualizacijo. Enote krmilnega sistema so med seboj povezane z digitalnima komunikacijskima povezavama PowerLink in X2X. Programsko je omogočen dostop do vseh parametrov enot krmilnega sistema. Krmilne funkcije izvaja osrednji CPU, nekatere pa tudi procesorji perifernih enot. Funkcijo sinhronizacije med vrtenjem klišeja in pomikanjem papirja npr. izvaja procesor servoregulatorja vhodnega valja.

Razvoj aplikacije poteka v programskem okolju Automation Studio [1], ki omogoča konfiguriranje komponent krmilnika, pisanje krmilnih programov, vizualizacijo in diagnostiko. Za programiranje so na razpolago vsi programski jeziki PLCopen ter Basic, ANSI C in C++. Za našo aplikacijo smo izbrali jezik ANSI C. V knjižnicah razvojnega sistema so funkcije za različna tehnološka področja, vključno s funkcijami za obvladovanje tiska.

Izbrana je bila krmilna konfiguracija, katere blokovna shema je prikazana na sliki 3. CPU in HMI sta združena v eno enoto, z industrijsko povezavo Ethernet (PowerLink) je povezana z moduli X20 I/O, osmimi servoregu-



Slika 3. Blokovni diagram krmilnega sistema stroja Etipol 340



Slika 4. Sekvenčni avtomat za tiskanje definira povezavo pomika papirja z vrtenjem glavnega pogo-

latorji in frekvenčnim pretvornikom. Vstopni in izstopni valj poganjata momentna servomotorja, ostali motorji poganjajo valje za nanašanje barve na klišeje. Valje s klišeji poganjata frekvenčni regulator in glavni asinhronski motor preko mehanskih prenosov.

■ 3 Izvedba tehnoloških funkcij

V nadaljevanju so bili definirani načini realizacije najbolj zahtevnih funkcij pri tisku: sinhronizacije pomika papirja in klišeja, napenjanja papirja in sinhronizacije tiska z referenčno oznako na papirju.

Za sinhronizacijo pomika papirja z vrtenjem klišeja je uporabljen funkcijski blok 'MC_BR_AutControl' [2]. To je sekvenčni avtomat, ki s parametri definira odvisnost gibanja dveh osi. Pomik papirja (slave) je zvezan z vrtenjem klišeja (master). Vsako stanje ima definirane pozicije, kjer se izvede prehod v naslednje stanje. Za naš primer so definirana tri stanja (slika 4). Stanje 'Vstop' pripelje papir in kliše na začetno točko tiskanja. Na definirani razdalji 'start_clen' papir pospeši do hitrosti vrtenja klišeja. Sledi stanje 'Tisk', ko je hitrost papirja zaklenjena na hitrost klišeja. Ta pomik traja različno dolgo, odvisno od trenutne dolžine

klišeja. Nato sekvenčni avtomat preide v stanje 'Izravnavaj', kjer se papir v času rotacije vrača s klišejem na začetno točko tiska, najprej se s pojemkom zaustavi, nato pospeši v gib nazaj, se zaustavi in spet pospeši, da ujame hitrost klišeja. Gib papirja je izračunan tako, da zvezno preide v stanje 'Tisk', natančno na začetni točki tiskanja. Prehod iz pospeševanja v enakomerno hitrost se zgodi že pred začetkom tiska, da je hitrost papirja med tiskom stabilna. Stanji 'Tisk' in 'Izravnavaj' se nato izmenično ponavljata,

dokler tisk ni prekinjen ali končan. Parameter, ki se pri izbiri izdelkov (etiket) spreminja, je želena dolžina tiska. Ostali parametri, vključno s pospeški in pojemki, se izračunajo samodejno. Opisano sinhronizacijo izvaja vstopni valj (sl. 1), izstopni valj sledi vstopnemu. Povezava je izvedena s funkcijskima blokoma 'MC_GearIn' in 'MC_GearOut' [2].

Napenjanje papirja je izvedeno z relativnim zamikom med vstopnim in izstopnim valjem. Papir se pred začetkom tiska, ko stroj stoji, napne do

želene nastavljene napetosti s premikanjem izstopnega valja. Pri tem se meri moment na motorju. Funkcijska bloka, ki omogočata ti funkciji, sta 'MC_BR_Phasing' in 'MC_ReadActualTorque'. Povratna zanka vzdržuje željeni moment v ozkih mejah.

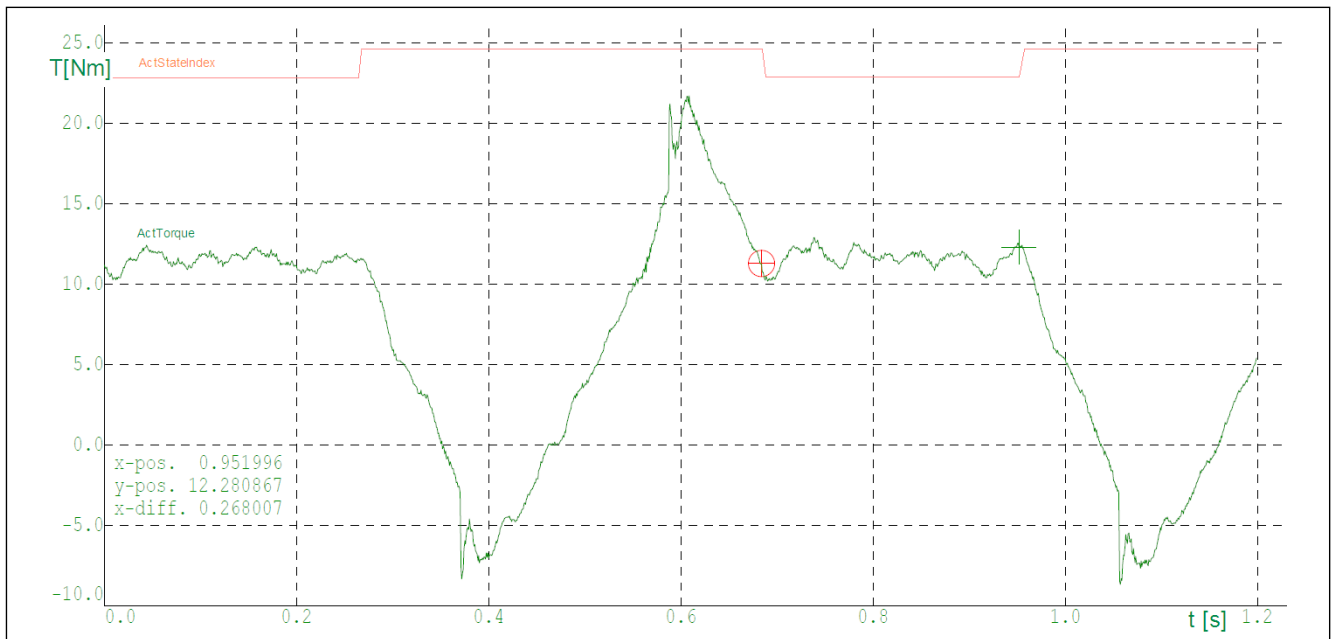
Za sinhronizacijo s tiskanjem na referenčno oznako na papirju (slika 5) sta bila uporabljena funkcijska bloka 'MC_BR_RegMarkCapture001' in 'MC_BR_RegMarkCalc001'. Prvi s signalom iz sensorja ujame registracijsko oznako, drugi izmeri pozicijska odstopanja od predhodnih ciklov in izračuna potrebne korekcije. Naloga je bolj zapletena, kot se zdi na prvi pogled. Pri gibanju papirja naprej in nazaj med tiskom se čez senzor zapelje več referenčnih oznak. Zato je v funkcijskem bloku 'MC_BR_RegMarkCapture001' potrebno določiti ozko okno okoli prave referenčne oznake. Ostale bo funkcijski blok ignoriral. Pred startom iskanja referenčne oznake mora biti začetna pozicija, relativno na oznako, pravilno določena.

■ 4 Problemi pri testiranju stroja

Po zaključku montaže novega krmilnega sistema na stroj in po dokončanju programskega projekta se je projekt nadaljeval s testiranjem delovanja stroja. Prvi problemi so se pojavili pri obvladovanju napetosti



Slika 5. Senzor za zaznavanje referenčne oznake

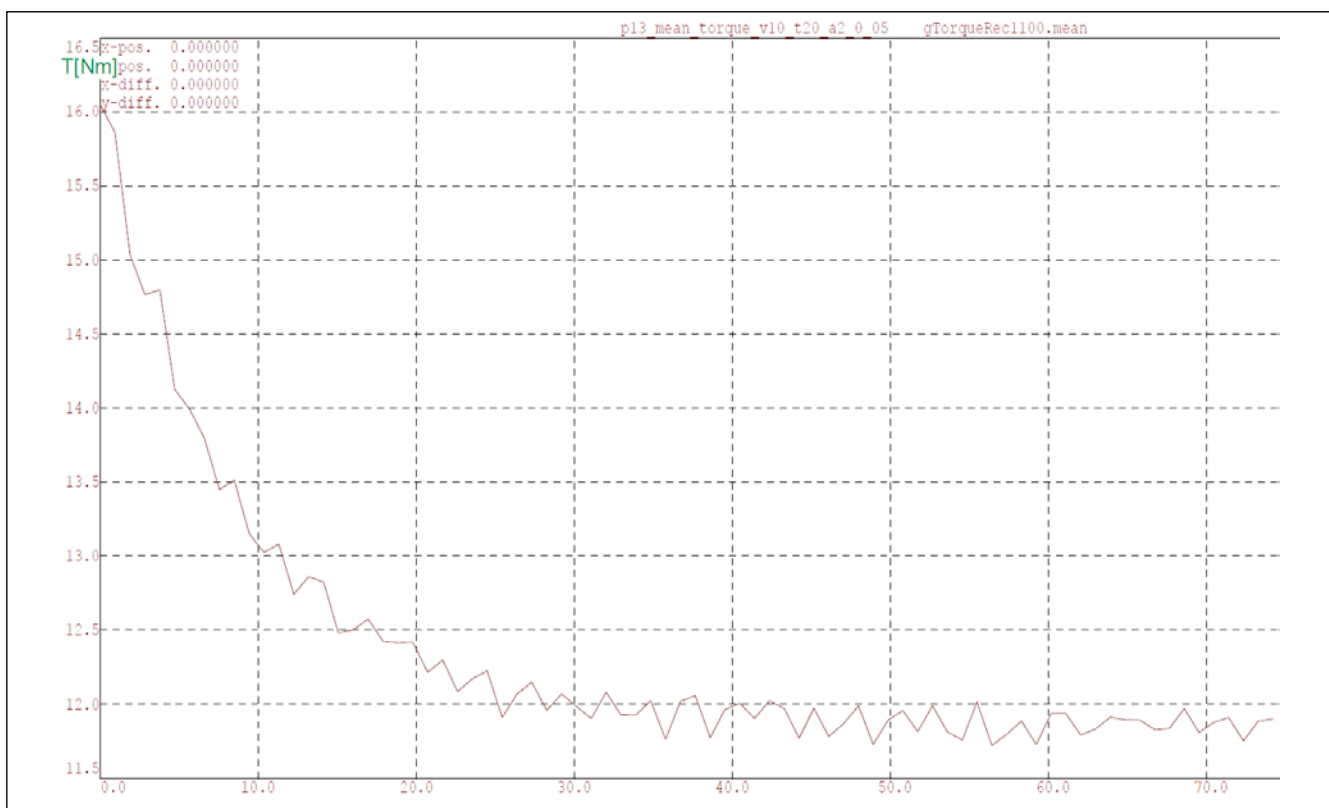


Slika 6. Meritev časovnega poteka momenta izhodnega motorja med tiskom; z rdečim krožcem je označen začetek faze tiska, s križcem pa konec. Lepo so vidni pospeški pri pomikih papirja naprej-nazaj.

papirja med tiskom. Napetost papirja, ki je bila nastavljena pred tiskom, se je že po nekaj ciklih zmanjšala pod dopustno mejo. Poizkus regulacije napetosti med tiskom ni dal dobrih rezultatov. Nihanje napetosti je bilo preveliko. Posledica je bila preslaba ponovljivost tiskanja in s tem slabo skladje barv.

Merjenje napetosti papirja je med tiskom pri dani konstrukciji stroja mogoče le, ko je gibanje izstopnega valja enakomerno, torej med ciklom 'Tisk'. Gibanje papirja naprej-nazaj namreč povzroča velike skoke momenta (slika 6). Uporaben podatek o napetosti se dobi s povprečenjem vrednosti momenta v celotni dolži-

ni tiskanja, v območju od rdečega krožca do križca na sliki 6. Nova vrednost napetosti je izračunana v vsakem ciklu tiska enkrat. Po primerjavi z referenčno vrednostjo se določi korekcija. Rezultat takšne regulacije je slab, saj dobimo pri vsakem odtisu drugačno vrednost napetosti papirja. Glavni problem je seveda pre-



Slika 7. Diagram povprečnih momentov med tiskom na izhodnem motorju; prikazan je koračni odziv sistema na spremembo napetosti papirja od 16 na 12 Nm; spreminjanje napetosti papirja ima eksponentno karakteristiko.



Slika 8. Tiskarski stroj Etipol 340 med predelavo; v ospredju slike je izstopni valj z ročicama za prijem papirja, upravljalne tipke stroja in ekran HMI s CPU-jem nad njimi. Temu sledijo postaje: najprej je postaja za odrez, nato postaja za laminiranje, v ozadju pa 6 tiskarskih postaj.

nizka frekvenca vzorčenj povprečnih vrednosti momentov. Čeprav lahko dobimo nov podatek o trenutnem momentu motorja vsakih 400 μ s, dobimo novo vrednost napetosti papirja zaradi povprečenja le enkrat na cikel.

Za izboljšanje načina korekcije je bilo potrebno boljše razumevanje procesa tiskanja. Pri vsakem odtisu prihaja zaradi gibanja naprej-nazaj v stroj nov, nenapet papir. Poleg tega prihaja pri rotaciji dveh valjev, ki stiskata papir, do zdrsov, ki dodatno zmanjšujejo napetost materiala. Zato je potrebno napetost papirja dopolnjevati z enakomernimi majhnimi prirastki faznega kota med vstopnim in izstopnim valjem v vsakem ciklu. Velikost prirastka določa, kakšna bo povprečna napetost papirja. Diagram na *sliki 7* prikazuje spreminjanje napetosti papirja. Prikazane so napetosti papirja za okoli 70 odtisov. Za ta test je bil papir

pred startom napet z momentom $T = 16$ Nm, prirastki faznega kota pa so bili manjši. Tako smo dobili odziv stroja na koračno spremembo napetosti papirja. Vidimo, da se v začetnih 30 ciklih napetost papirja hitro zmanjšuje, kasneje pa se ustali na nivoju okoli 12 Nm.

Korekcija napetosti papirja z enakomernimi prirastki faznega kota med valjema je dala bistveno boljše rezultate, vendar se je pri zahtevnih izdelkih pokazalo, da so odstopanja še večja od specifikacije. Nihanja napetosti papirja je bilo potrebno dodatno znižati, ponovljivost tiska je bilo potrebno izboljšati še za desetinko milimetra.

■ 5 Tekma s časom

Začela se je tekma s časom. Predelava stroja je presegla dogovorjeni rok. Nova naročila so se kopičila pred začetkom linije, nezadovolj-

stvo naročnika je naraščalo. Potrebno je bilo najti rešitev problema v čim krajšem času.

Analiza je pokazala, da zaradi neskladja med enoto pomika valjev za transport papirja in osnovno resolucijo merilnega sistema (BLU) teh valjev prihaja do neenakomernega dodajanja faznega kota izstopnemu valju. Enote pomika valjev so bile stopinje, BLU je bil 10000 p/obrat. Zaradi zaokrožanja realnih števil v celoštevilčna je prihajalo do tega, da se je v enem ciklu valj dodatno premaknil za npr. 4 inkremente, v naslednjem za 3. To je vplivalo na neenakomerno napetost. Za izboljšanje metode napenjanja bi bila potrebna resolucija, ki bo mnogokratnik uporabljene enote (stopinj), poleg tega mora biti resolucija BLU višja, da bo mogoče povečevati napetost v bolj finih korakih. V momentni motor B & R 8LT [3] je bil vgrajen Heidenhainov inkrementalni enkoder ECN1325 [4] z vmesnikom EnDat 2.2 in resolucijo 2048 p/obrat. To je tudi najvišja resolucija, ki je na voljo. Postavilo se je vprašanje, zakaj je sistemsko nastavljena resolucija osi 10000 p/obrat različna od resolucije po kvadrurnem dekodiranju merilnika pozicije ECN1325, ki je $4 \times 2048 = 8192$ p/obrat. Odgovor in hkrati rešitev je dal študij enkoderjev EnDat. Slednji uporabljajo za generiranje pulzov sinusni signal, katerega perioda se vzorči s 14-bitnim AD-pretvornikom, vrednosti iz tega pa z interpolacijo pretvarjajo v pozicijo. Resolucija se tako iz 2048 linij dvigne na 33554432 p/obrat. Testi na stroju (*slika 8*) so pokazali, da je to res, a tudi, da pri tako visoki resoluciji pozicija mirujočega motorja znatno pleše okoli mirovne lege. Resolucija 10000 p/obrat je bila izbrana precej konzervativno, za izogibanje težavam z nestabilnostjo pozicijskih vrednosti. To resolucijo smo lahko samo s spremembo parametrov povečali na 36000 p/obrat, poizkus z resolucijo 72000 p/obrat pa zaradi preveč nemirnih odčitkov ni uspel.

Dvig resolucije valjev za transport papirja v mnogokratniku enot in bolj ostro optimiranje obeh pogonov med obratovanjem stroja sta končno

pripeljala do zelene ponovljivosti tiskanja pod 0,1 mm. Redna proizvodnja na stroju je končno lahko stekla.

■ 6 Sklep

V članku so opisane izkušnje pri projektu avtomatizacije na področju tiskarske tehnologije. Ključ do uspešne izvedbe projekta so bile ocena kritičnih elementov te tehnologije ter izbira in uporaba ustreznega krmilnika stroja. V pripravljalni fazi naloge je bil podcenjen pomen napenjanja materiala med tiskom, kar je v nadaljevanju povzročalo težave

pri doseganju zahtevane natančnosti tiska. Projekt je tudi primer obnove mehansko še ustreznega stroja, kjer je bil namenski krmilnik nadomeščen s sodobnim univerzalnim pozicijskim krmilnikom, ki dosega fleksibilnost predvsem zaradi obsežnih knjižnic tehnoloških funkcij, torej programskih rešitev, modularne strojne zgradbe in hitrih digitalnih povezav med njegovimi enotami.

■ Literatura

[1] [mation-studio/, Automatio Studio software"; popraviti je potrebno v "Automation Studio software".](http://www.br-automation.com/en/products/innovations-2014/auto-</p>
</div>
<div data-bbox=)

[2] B & R, Motion Control: Multi-axis Functions, TM441 TRE.00ENG/V1.0.5, 2012/05/21.

[3] 8LT three-phase synchronous motors, B&R Product Catalog, 2014 Edition, MM-E01335.062.

[4] Product Information ECN1325, Rotary Encoder with EnDat2.2 interface, Heidenhain, 10/2013.

Automation of a label printing machine

Abstract: This paper describes the project of retrofitting the label printing machine Etipol Combi 340 in which the control system and drives were replaced. The mechanical drive for ink distribution to clichés has been replaced with an electronic one. The old controller was unreliable, and the machine manufacturer was no longer providing servicing. The challenge in implementing the changes was the demanding printing technology, especially attaining a high accuracy of positional repeatability during printing.

Keywords: computerized label printing machine, motion control, synchronized axes movement, electrical servo drives, motion controller B&R, torque motor, EnDat encoder

 **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

Vzpostavitev funkcionalnega bloka zračnega prostora Srednje Evrope – 2. del (Od CEATS do FAB CE)

Aleksander ČIČEROV*

nadaljevanje prispevka iz Ventila 20/2014/3

Izveček: Sedem evropskih držav (Republika Avstrija, Bosna in Hercegovina, Češka republika, Republika Hrvaška, Republika Madžarska, Slovaška republika in Republika Slovenija) je na Brdu pri Kranju 5. maja 2011 podpisalo Sporazum FAB CE. Njegov cilj je združiti sedem zračnih prostorov v skupni/funkcionalni blok. Uspešnost take združitve je odvisna od učinkovitega izvajanja strukture za sodelovanje in od optimizacije določil zračnega prometa. FAB CE je četrti od devetih, ki naj bi nastali v Evropi. Navedene države so se dogovorile, da ustanovijo nov kombiniran blok zračnega prostora v skladu z zadnjim dogovorom o preureditvi zračnega nadzora Evrope. Republika Slovenija je določena za depozitarja FAB CE. Članek želi predstaviti Sporazum FAB CE, ki bo, upamo, nadomestil Sporazum CEATS.

Ključne besede: Enotno evropsko nebo (SES), funkcionalni blok, Mednarodna organizacija civilnega letalstva (ICAO), depozitar, SES I, SES II, EUROCONTROL, varnost zračnega prometa

3.3 Cilj Sporazuma FAB CE

Cilj Sporazuma FAB CE je vzpostavitev funkcionalnega bloka v zgornjem in spodnjem zračnem prostoru. Sporazum FAB CE vključuje še stalno usklajevanje, harmonizacijo in integracijo zaradi krepitve največje zmogljivosti in učinkovitosti upravljanja zračnega prometa v zračnem prostoru držav pogodbenic ob sočasnem ohranjanju visoke ravni varnosti, čim večjem zmanjševanju zamud in zagotavljanju koristi za uporabnike zračnega prostora.

3.4 Suverenost

Sporazum FAB CE ne definira suverenosti, pač pa določa, da na noben način ne vpliva na popolno in izključno suverenost zračnega prostora nad državami pogodbenicami. Prav tako ne vpliva na nacionalne zahteve držav pogodbenic glede pravic

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

in obveznosti, ki izhajajo iz Čikaške konvencije in Mednarodne konvencije EUROCONTROL in drugih instrumentov mednarodnega pogodbenega in običajnega prava.

3.5 Varovanje in obramba

Določbe Sporazuma FAB CE ne posegajo v zahteve pogodbenic, ki se nanašajo na javni red, javno varnost in obrambne interese.

3.6 Vzpostavitev funkcionalnega bloka zračnega prostora

To je osrednji predmet tega sporazuma. Na eni strani gre za vzpostavitev funkcionalnih blokov zračnega prostora, na drugi strani pa za službe FAB CE v zračnem prostoru FAB CE. FAB se lahko vzpostavi kot čezmejni FAB in zajema zračni prostor najmanj dveh držav članic ali pa se razglasi nacionalni FAB znotraj nacionalnih meja posamezne države.

Vzpostavitev FAB-a moramo razlikovati od pričetka njegovega delo-

vanja. Razlikovanje izhaja iz predpisov SES, ki zahtevajo, da se opravi skupno imenovanje vsaj en mesec pred operacijo FAB. Sporazum FAB je mogoče podpisati le po posvetovanju z zainteresiranimi stranmi. Te pa so:

- komisija, ki vključuje Odbor za sektorski dialog;
- ostale države EU, neobvezno pa tudi Odbor za enotno nebo;
- posvetovalno telo za industrijo, združenje uporabnikov zračnega prostora, ANSP, letališča, proizvodna industrija, zastopniki strokovnega osebja;
- ATSP držav, ki niso članice FAB in delujejo v sklopu sporazuma o sodelovanju in drugih zakonskih dogovorov znotraj načrtovanega območja FAB;
- sosednje države, ki niso članice EU;
- ostale zainteresirane strani (lokalne zainteresirane skupine).

FAB je vzpostavljen, ko so izpolnjene naslednje temeljne zahteve:

- ozemlje mora biti pod jurisdikcijo države pogodbenice ali pa ima ta pristojnost nad zračnim

prostorom, ki bo vključen v zračni prostor FAB, pod pogojem, da sporazum, s katerim je država prenesla odgovornost za zagotavljanje ATS na to državo pogodbenico, predvideva tako pooblastilo, da država pogodbenica prenese zračni prostor v FAB; izključena so območja na državnem ozemlju, ki niso vključena v FAB, če je to primerno; zgornji zračni prostor z zgornjo mejo FL 660 in spodnji zračni prostor s spodnjo mejo, ki je enaka kontroliranemu zračnemu prostoru preleta držav FAB;

- časovna komponenta;
- opredelitev obsega ATS;
- izpolnitev predpogojev iz člena 5.2 Uredbe o zračnem prostoru;
- prigrasitev izvrševanja sporazuma FAB Komisiji za objavo v Uradnem listu EU;
- začetek veljavnosti sporazuma FAB.

■ 3.7 Organi FAB CE

Pogodbenice so se dogovorile, da bodo ustanovile Svet FAB CE, JCMA-CC, Koordinacijski odbor nacionalnih nadzornih organov in druge organe, ki jih bo ustanovil Svet FAB CE in so potrebni za izvajanje, delovanje in nadaljnji razvoj FAB CE. Navedeni organi so pravne osebe.

3.7.1 Svet FAB CE

Svet FAB CE je skupni organ, ki odloča o izvajanju, delovanju in nadaljnjem izpopolnjevanju Sporazuma FAB CE. V njem so predstavniki pogodbenic. Vsaka pogodbenica pa jih lahko predlaga več, da zagotovi zastopnost interesov civilnega in vojaškega letalstva. Pogodbenice so enakopravne in vsaka ima samo en glas! Na sestankih Sveta lahko sodelujejo tudi opazovalci – izvajalci služb zračnega prometa, ki so imenovani

za kateri koli del zračnega prostora FAB CE. Svet FAB CE sprejema ukrepe, ki so potrebni za vzpostavljanje, delovanje in nadaljnji razvoj FAB CE, da tako zagotovi njegovo skladnost z zahtevami in uresničitev ciljev, določenih v zakonodaji o enotnem evropskem nebu, vključno s skladnostjo z načrtom učinkovitosti in s cilji, določenimi v njej. Delovno področje Sveta FAB CE je zelo široko. Natančno je določeno v 5. točki 7. člena Sporazuma FAB CE.²⁴ Svet FAB CE sprejema sklepe in ukrepe soglasno po postopku, ki je določen v 9. do 14. točki 7. člena Sporazuma FAB CE.

3.7.2 Skupni odbor za civilno-vojaško koordinacijo zračnega prostora (JC-MACC)

JC-MACC sestavljajo predstavniki civilnega in vojaškega letalstva pogodbenic, ki med drugim usklajujejo nacionalne politike upravljanja in načrtovanja zračnega prostora, upravljajo pretok in zmogljivosti zračnega prostora in civilno-vojaško sodelovanje vseh držav FAB CE.

3.7.3 Koordinacijski odbor nacionalnih nadzornih organov (NSA CC)

Ta odbor sestavljajo predstavniki nacionalnih nadzornih organov, ki opravljajo nadzor v zračnem prostoru FAB CE, kot to določa 14. člen Sporazuma FAB CE. Odbor poroča Svetu FAB CE. Tako poročanje ne posega v nepristransko, neodvisno in pregledno izpolnjevanje pristojnosti posameznih nacionalnih nadzornih organov.

3.7.4 Prožni dogovori

Dve ali več pogodbenic, ki želijo razviti ali izvajati dodatne dogovore, da bi izboljšale raven usklajenosti,

učinkovitosti ali sodelovanja med seboj ali med izvajalci služb FAB CE, ki te službe opravljajo v njihovem opredeljenem zračnem prostoru, lahko sklepajo prožne dogovore. Taki dogovori ne vplivajo na pravice in obveznosti pogodbenic, ki pri teh dogovorih ne sodelujejo in niso v nasprotju z že sprejetimi sklepi Sveta FAB CE in z ravno dosežene uskladitve med pogodbenicami, ki sodelujejo pri posameznem dogovoru, in drugimi pogodbenicami. Trenutno tečejo pogovori o prožnem dogovoru z BLUEMED. Z Makedonijo takega dogovora ni mogoče razviti, ker makedonski zračni prostor ni sosed s FAB CE.

3.7.5 Navigacijske službe zračnega prometa

Pogodbenice zagotavljajo, da njihove službe FAB CE opravljajo svoje delo v njihovih opredeljenih zračnih prostorih.

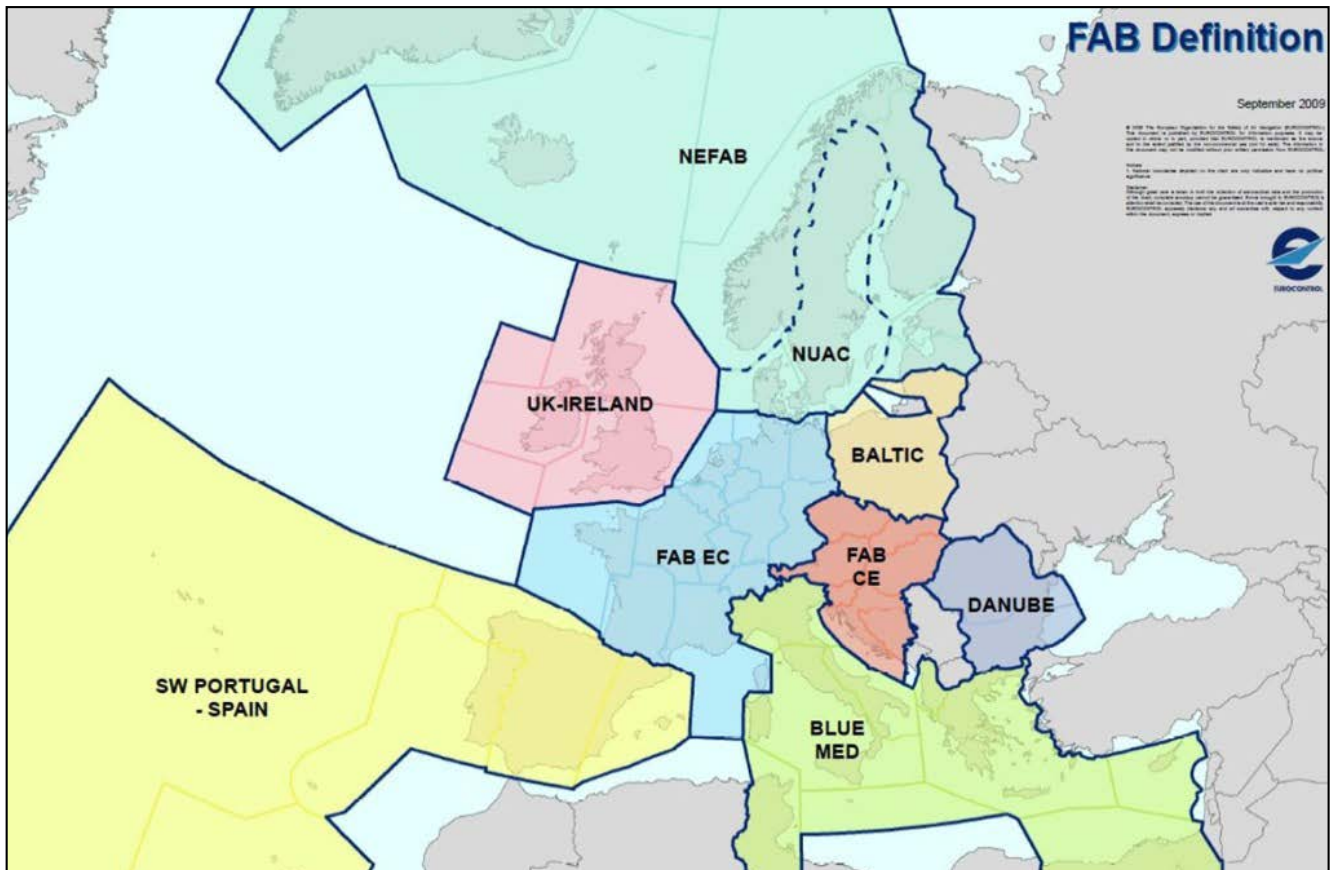
3.7.6. Skupno imenovanje

Vsaka pogodbenica ima pravico, da imenuje, prekliče ali spremeni imenovanje enega ali več izvajalcev služb zračnega prometa, ki delno ali v celoti opravljajo službe zračnega prometa v njenem opredeljenem zračnem prostoru. O tem obvestijo tudi depozitarja, tj. Ministrstvo za zunanje zadeve Republike Slovenije. Pogodbenica, ki namerava prenesti odgovornost za določitev in delovanje služb zračnega prometa v zračnem prostoru FAB CE na državo, ki ni pogodbenica, zagotovi, da bo tudi v prihodnje upoštevala vse določbe tega sporazuma.

3.7.7 Zračni prostor

Zračni prostor FAB CE je v upravljanju pogodbenic, kot je določeno v

24 Svet FAB CE obravnava, razpravlja in sprejema sklepe o oblikovanju in potrditvi načel, ciljev in politike FAB CE na strateški ravni v zvezi z notranjimi in zunanji zadevami FAB CE (načrtovanje zračnega prostora, upravljanje zračnega prostora, navigacijske službe zračnega prometa, upravljanje pretoka zračnega prometa, spremljanje in nadzor varnosti v zvezi z navigacijskimi službami zračnega prometa, upravljanje pretoka zračnega prometa, upravljanje zračnega prostora in usposabljanje in licenciranje osebja), o predlogih glede sprememb ali prenehanju veljavnosti tega sporazuma, svojem poslovniku, ustanovitvi drugih organov, pristojnostih in nalogah organov in njihovi spremembi, o vsaki drugi podobni zadevi, katere namen je izpolnitev ciljev tega sporazuma. Svet FAB CE prav tako obravnava in sprejema ukrepe, ki se nanašajo na potrditev celotnih načrtov in ukrepov glede vzpostavljanja, delovanja in nadaljnega razvoja FAB CE, ukrepanja v izrednih razmerah, uskladitve sistema zaračunavanja, uvedbe območja ali območij zaračunavanja, ki segajo čez državne meje, usklajuje pravila navigacijskih služb zračnega prometa, upravljanje pretoka zračnega prometa, upravljanje zračnega prostora, usposabljanje in licenciranje ustreznega osebja ter uskladitev letalskih predpisov, vključno s sporočenimi odmiki od standardov ICAO, načrte zmogljivosti, spodbujanje in olajšanje sodelovanja med izvajalci navigacijskih služb zračnega prometa, da bi se izboljšala njihova učinkovitost v FAB CE, Svet razpravlja, obravnava in sprejema ukrepe, ki se nanašajo na vsako drugo podobno zadevo, katere namen je izpolnitev tega sporazuma.



Funkcionalni bloki zračnega prostora FAB CE

tem sporazumu. FAB CE se določi glede na:

- vertikalne meje (od spodnje ravni nadzoranega zračnega prostora do FL 660),
- lateralne meje (zračni prostor na ozemlju držav FAB znotraj regije ICAO EUR),
- izključena področja, kjer se pravila in postopki FAB ne uporabljajo,
- vmesnike s TMA-ji.

Poleti VFR zahtevajo odobritev odgovornega ATSP v skladu s postopki, ki jih določi država članica.

Sporazum FAB CE ne vpliva na pravico pogodbenice, da uporabi koncept prožne uporabe zračnega prostora pri rezerviranju, omejevanju ali drugačnem organiziranju opredeljenih delov zračnega prostora, ki ne segajo čez njen opredeljeni zračni prostor, za izključno ali posebno uporabo za vojaške uporabnike in/ali letalnike v operativnem zračnem prometu. Ne glede na to pa se bodo omejitve in rezervacije zračnega prostora, ki precej vplivajo na pretok civilnega letalskega pro-

meta, usklajevale preko JC-MACC v skladu s postopki usklajevanja, ki ga ta opredeli.

3.7.8 Nadzor

Nacionalni nadzorni organ za certificiranje v celoti spremlja in nadzira varnost katere koli službe FAB CE, ki jo upravlja izvajalec navigacijskih služb zračnega prometa v delu zračnega prostora FAB CE, za katerega ni pristojna pogodbenica, ki je predlagala nacionalni nadzorni organ za certificiranje. Naloge organa so specificirane v 14. členu Sporazuma FAB CE.

3.7.9 Finančna ureditev

Vsaka pogodbenica krije svoje stroške izvajanja, delovanja in nadaljnje razvoja FAB CE.

3.7.10 Pristop države k Sporazumu FAB CE

Povedali smo že, da je Sporazum FAB CE odprt mednarodni sporazum. K njemu lahko pristopi vsaka

država članica EU ali katera koli pogodbenica Sporazuma o skupnem evropskem zračnem prostoru, če njen zračni prostor meji na zračni prostor FAB CE. V vsakem primeru pa je potrebno pisno soglasje vseh pogodbenic.

3.7.11 Spremembe

Sporazum FAB CE se lahko spremeni z medsebojnim pisnim soglasjem vseh pogodbenic. Po mnenju avtorja mora biti o spremembi obveščen depozitar Sporazuma FAB CE.

3.7.12. Odpoved Sporazuma FAB CE

V skladu z mednarodnim pravom lahko vsaka pogodbenica odpove ta sporazum s pisnim obvestilom depozitarju, ki o odpovedi obvesti preostale pogodbenice. Odpoved začne veljati eno leto po datumu, ko depozitar prejme obvestilo. V tem času druge pogodbenice sprejmejo potrebne ukrepe za preoblikovanje zračnega prostora in služb FAB CE. Pogodbenica, ki odpove sporazum, krije stroške, ki jih imajo druge pogodbenice zara-

di odpovedi v prehodnem obdobju, in stroške, povezane s preoblikovanjem zračnega prostora ter služb FAB CE, ki jih sicer ne bi imele.

3.7.13 Prenehanje veljavnosti

Sporazum FAB CE preneha veljati s pisnim soglasjem vseh pogodbenic, vendar šele po tem, ko te izpolnijo vse medsebojne obveznosti po sporazumu.

3.7.14 Pridrški

Pridržek je v mednarodnem pravu enostranska izjava pogodbenice, s katerim želi ta spremeniti pravice in dolžnosti, ki zanjo izhajajo iz pogodbe. Vsaka pogodbenica lahko ob podpisu sporazuma FAB CE ali skupaj z deponiranjem svoje listine o ratifikaciji, sprejetju ali odobritvi predloži naslednje pridrške:

- sporazum FAB CE se ne uporablja za enega ali več opredeljenih delov njenega opredeljenega zračnega prostora, razen nadzorovanega zračnega prostora zračnih poti;
- sporazum FAB CE se ne uporablja za eno ali več služb (ali njenih delov), ki so zagotovljene v njenem zračnem prostoru in so naštetje v prilogi 2, razen za službe zračnega prometa na zračnih poteh, komunikacijske, navigacijske in nadzorne službe, ki so potrebne za službe zračnega prometa na zračnih poteh, vmesnike med službami zračnega prometa na zračnih poteh in letalskimi informacijskimi službami; vmesnike med službami zračnega prometa na zračnih poteh in meteorološkimi službami; vmesnike med službami zračnega prometa na zračnih poteh in službami za iskanje in reševanje.

Vsaka pogodbenica lahko pridržek delno ali v celoti umakne, ko začne veljati Sporazum FAB CE. Pridržek ali njegov umik začne veljati, ko ga prejme depozitar.

3.7.15 Začasna prekinitev

Vsaka pogodbenica lahko začasno prekine izvajanje Sporazuma FAB CE ali njegovih delov, da zaščiti osnovni javni red, javno varnost in obrambne interese ali če je v sporazumu predvideno drugače. O tem obvesti depozitarja. Pogodbenica prekinitvev konča takoj, ko ni več razlogov zanj in o tem obvesti depozitarja.

3.7.16 Reševanje sporov

Vsi spori med dvema ali več pogodbenicami glede razlage, uporabe ali izvajanja tega sporazuma, vključno z njegovim obstojem, veljavnostjo ali prenehanjem veljavnosti, se rešujejo:

- s pogajanjem med strankami v sporu,
- z arbitražo.

3.7.17 Začetek veljavnosti

Sporazum FAB CE je treba ratificirati, odobriti ali sprejeti, o čemer je potrebno obvestiti depozitarja. Depozitar vsako pogodbenico obvesti predvsem o:

- vsakem deponiranju listine o ratifikaciji, odobritvi ali sprejetju,
- datumu začetka veljavnosti tega sporazuma,
- vsaki odpovedi sporazuma ali dela sporazuma, vsaki prekinitvi izvajanja sporazuma ali njegovega dela, vsakem pridržku, prenehanju veljavnosti sporazuma.

Sporazum FAB CE je začel veljati šestdeseti dan po dnevu, ko sta dve sosednji pogodbenici (Avstrija in Madžarska) deponirali listini o ratifikaciji. Za vsako drugo pogodbenico začne sporazum veljati šestdeseti dan po dnevu deponiranja njene listine o ratifikaciji.

3.7.18 Začasna uporaba

Sporazum FAB CE se po njegovih določbah lahko začasno uporablja od datuma njegovega podpisa (to-

rej od 5. maja 2011). Podpisnice, ki ne ratificirajo sporazuma do odločilnega datuma, tj. do 30. junija 2012, imajo pravico na sestankih Sveta FAB CE sodelovati kot opazovalke brez glasovalnih pravic.

3.7.19 Priloge k Sporazumu FAB CE

K sporazumu sta dodani dve prilogi: Razmejitev zračnega prostora (Priloga 1) in Navigacijske službe zračnega prometa (Priloga 2). Njune določbe so sestavni del sporazuma.

3.7.20 Registracija pri ICAO in OZN

Depozitar ta sporazum in njegove spremembe registrira pri ICAO.²⁵ Zanimivo je, da sestavljalci sporazuma niso v sam sporazum zapisali, kdo bo depozitar, čeprav to ni nič neobičajnega. Predstavniki Ministrstva za infrastrukturo in prostor so predlagali Slovenijo, kar je bilo tudi sprejeto, posebnega posvetovanja z Ministrstvom za zunanje zadeve pa ni bilo. Depozitarka je Republika Slovenija. V njenem imenu naloge depozitarja opravlja Ministrstvo za zunanje zadeve, ki ima na razpolago usposobljene strokovnjake mednarodnega prava in zagotovljeno ustrezno hrambo v za to predvidenih prostorih, ki morajo izpolnjevati določene (varnostne) pogoje. Sporazum FAB CE v tem trenutku še ni registriran pri ICAO, prav tako pa še ni registriran v skladu s 102. členom Ustanovne listine pri generalnem sekretarju Organizacije združenih narodov.

4 Sklep

Sporazum CEATS je v marsičem predhodnik tako SES I kot tudi SES II in posledično FAB CE. Dejstvo je, da postaja evropski zračni prostor vse ožji, saj je zračni promet v njem res velik. Praksa bo pokazala, ali je FAB CE pravi odgovor na to ali ne. Lahko se strinjamo tudi z mnenjem prof. dr. Haanappela,

25 Podrobno o vlogi depozitarja glej v: Pravo mednarodnih pogodb, avtor mag. Čičerov in drugi, Zbirka Mednarodno pravo, izdala MZZ RS in Založba FDV, 2013, str. 263–282; Aleksander Čičerov: Naloge in opravila depozitarja mednarodnih pogodb, Pravniki, Ljubljana 2009, št. 1–3, str. 33–50.

ki trdi, da do spremembe suverenosti kljub vsemu ni prišlo, ampak so ideje Evropske komisije bolj evolucija v izvajanju nacionalne suverenosti.

Slovenija je podpisnica Sporazuma FAB CE, ki ga je tudi ratificirala in se tako zavezala, da ga bo izvajala v skladu s Čikaško konvencijo in evropskimi predpisi ter določbami samega sporazuma. Za depozitarske naloge in opravila bo skrbelo Ministrstvo za zunanje zadeve s svojimi strokovnjaki, za izvajanje tega sporazuma pa skrbijo pristojno Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Ministrstvo za obrambo in Javna agencija za

civilno letalstvo ter Kontrola zračnega prometa Slovenije. Tako velja za Slovenijo opredeljen zračni prostor FIR Ljubljana (FL 175-Unlimited). Slovenski nacionalni nadzorni organ za certificiranje je Javna agencija za civilno letalstvo, ozemeljski nacionalni nadzorni organ je prav tako Javna agencija za civilno letalstvo. Sestankov Sveta FAB CE se udeležuje predstavnik Ministrstva za infrastrukturo in prostor, v skupnem odboru za civilno-vojaško koordinacijo zračnega prostora (JC-MACC) je predstavnik Ministrstva za obrambo, v koordinacijskem odboru nacionalnih nadzornih organov je predstavnik Javne

agencije za civilno letalstvo. Svet FAB CE je ustanovil še naslednje organe:

- pravni odbor FAB CE,
- odbor za izvajanje planov FAB CE.

Po znanih podatkih je bil za koordinatorja evropske komisije za oblikovanje funkcionalnih blokov SES potrjen Georg Jarzembowski, med devetimi FAB sta zaenkrat ustanovljena le UK-Irska in dansko-švedski FAB, o čemer je bila obveščena tudi Evropska komisija.

Establishment of the Functional Block of Central Europe Airspace

Abstract: Seven European States, namely the Republic of Austria, Bosna and Herzegovina, the Republic of Croatia, the Czech Republic, the Republic of Hungary, the Slovak Republic and the Republic of Slovenia, signed at Brdo pri Kranju (Slovenia) the Agreement on the Establishment of Functional Block Central Europe on 5 May 2011. The aim of this FAB CE Agreement is to bring seven Countries airspaces under a single functional block. Its success will depend on the efficient implementation of the cooperation structures and optimisation of the air navigation provision. The block is the fourth airspace group, out of nine, in Europe to be formally agreed. Thus the respective States have agreed to create a new, combined block of airspace, under the latest pact to restructure the European' air traffic control. The Republic of Slovenia is designated as Depository of the FAB CE Agreement. This article attempts to present the FAB CE Agreement which is going to succede the so called CEATS Agreement, hopefully .

Key words: Single European Sky, functional block of air space, International Civil Aviation Organisation, depository, SES I, SES II, EUROCONTROL, safety of air traffic

Kratice:

ACC: Area Control Centre – Območna kontrola zračnega prometa

AIS: Aeronautical Information Service – Služba letalskih informacij

ANSP: Air Navigation Service Provider – izvajalec storitev navigacijskih služb zračnega prometa

ATM: Air Traffic Management – upravljanje zračnega prostora

ATSP: Air Traffic Service Provider – izvajalec storitev zračnega prometa

CEATS: Agreement relating to the provision of air traffic servi-

ecs and facilities by EUROCONTROL at the Central European Air Traffic Services (CEATS) Upper Area Control Centre – Sporazum o storitvah v zračnem prometu in delovanju objektov in naprav, ki jih zagotavlja EUROCONTROL v srednjeevropskem Centru za nadzor storitev v zračnem prometu v zgornjem zračnem prostoru (CEATS)

CEATS UAC: CEATS Upper Air Centre – CEATS-center zgornjega zračnega prostora

CNS: Communication-Navigation-Surveillance – komunikacijski, navigacijski in nadzorni sistemi

ČIKAŠKA KONVENCIJA: Chicago Convention – Mednarodna

konvencija civilnega letalstva (Čikago, 1945)

EU: European Union – Evropska unija

EUROCONTROL: The European Organization for the Safety of Air Navigation – Evropska organizacija za varnost zračnega prometa

FAB CE: Agreement on the establishment of Functional Airspace Block Central Europe – Sporazum o vzpostavitvi funkcionalnega bloka zračnega prostora Srednje Evrope

FIR: Flight Information Region – letalsko informativno področje

FL: Flight Level – nivo leta

ICAO: International Civil Aviation Organization – Mednarodna organizacija civilnega letalstva

JCMACC: Joint Civil-Military Airspace Coordination Committee – Skupni civilno-vojaški koordinacijski odbor za zračni prostor

MET: Meteo- (odvisno od konteksta) – izvajalec meteoroloških storitev

NATO: North Atlantic Treaty Organization – Organizacija severnoatlantskega sporazuma

NSA CC: National Supervisory

Authorities Coordination Committee – Koordinacijski odbor nacionalnih nadzornih organov

NUAC: Nordic Unified Air Traffic Control – Nordijska enotna kontrola zračnega prostora

SAR: Search and Rescue – iskanje in reševanje

SESAR: Single European Sky ATM Research – ATM-raziskave evropskega neba

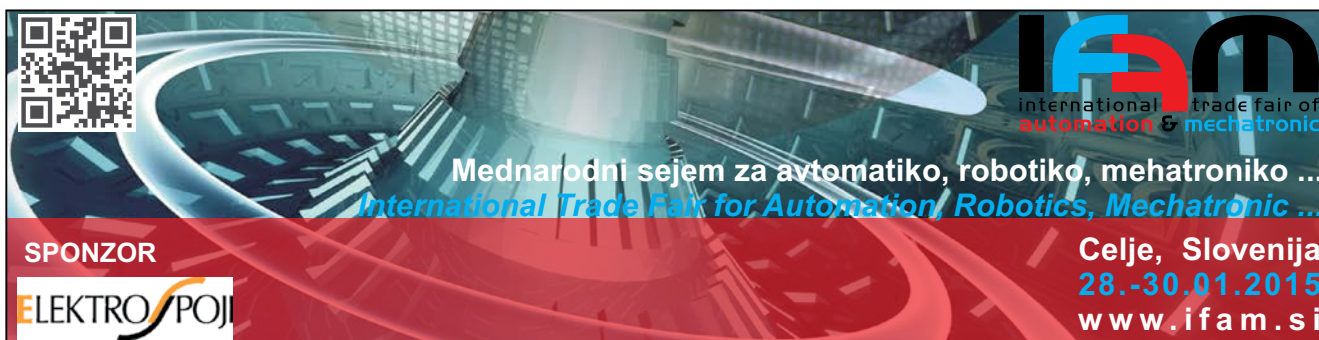
SES I: Single European Sky I, II – prvi in drugi sveženj ukrepov za enotno evropsko nebo

VFR: Visual Flight Rules – pravila vizualnega letenja

TMA: Terminal Maneuvering Area – področje terminalnega manevriranja

ToR: Terms of Reference – projektna naloga(e)

* [Član slovenske delegacije, ki se je pogajala o sklenitvi Sporazuma CEATS, nekdanji pooblaščen minister v Ministrstvu za zunanje zadeve, nekdanji višji predavatelj letalskega prava in predpisov na Pravni fakulteti in Fakulteti za strojništvo UL, nekdanji član Pravne in tehnične komisije Mednarodne oblasti za morsko dno, Kingston, Jamajka.]



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

SPONZOR
ELEKTROPOJIL

Celje, Slovenija
28.-30.01.2015
www.ifam.si

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

DOMEL d.d.

Otoki 21, 4228 Železniki,
Slovenija

T: +386 (0)4 51 17 355

F: +386 (0)4 51 17 357

E: brane.cencic@domel.si

I: www.domel.com

**VRHUNSKA TEHNOLOGIJA,
ZAGOTOVILO UČINKOVITOSTI**



STÄUBLI
www.staubli.com

Gostinci, pozor!

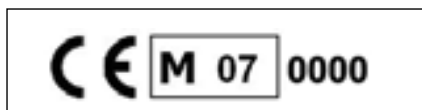
Preverite, ali so vaši kozarci tudi meroslovno ustrezni

Dušanka ŠRBIĆ

Ljudje merimo. Čeprav se večina tega niti ne zaveda, se meritve izvajajo povsod in ves čas – pri vsakdanjih opravilih in pri najzahtevnejših kemijskih ali fizikalnih operacijah. V vsakdanjem življenju večkrat slišimo besede, da je nečesa dovolj, približno polovica, dobra mera in podobno. Podatek o dejanski količini pa vendarle ni znan.

Ko se želimo odžejati in si naročiti pijačo, je želimo dobiti toliko, kot smo naročili (in ne dobro mero), saj bomo toliko, kot smo dobili, tudi plačali. Da bi dobili pravo mero pijače, pa lahko zagotovi le meroslovno ustrezna gostinska posoda.

Področje merjenja v Republiki Sloveniji ureja, vodi in nadzira nacio-



Slika 1. Oblika meroslovne oznake v skladu s Pravilnikom o merilnih instrumentih (direktivo MID)

nalna meroslovna institucija Urad RS za meroslovje v skladu z Zakonom o meroslovju (Ur. list RS, št. 26/2005 – uradno preč. besedilo) in drugimi podzakonskimi predpisi.

V skladu z Zakonom o meroslovju in Pravilnikom o merilnih instrumentih (Ur. list RS, št. 42/06, 97/10 in 16/13, v nadaljevanju pravilnik), s katerim smo prevzeli Direktivo o merilnih instrumentih (v nadaljevanju direktiva MID), je gostinska posoda (kozarci, vrči ali merilni kozarci; v nadaljevanju kozarci), v kateri se streže pijača v gostinskih lokalih, merilo, ki mora izpolnjevati predpisane zahteve, kar

predpisi in da je takšen kozarec tudi ustrezen za uporabo v gostinstvu.

Z direktivo MID, ki je začela veljati leta 2006, so se na področju gostinske posode uvedle nekatere novosti, ki se nanašajo predvsem na zahteve glede drugačnega označevanja.

Kozarci, v katerih se prodaja pijača (razen kave, čaja in mlečnih izdelkov), morajo v skladu s pravilnikom imeti poleg merske črtice oznake nominalne količine (npr. 2 cl, 2 dl, 3 dl, 0,5 l, ...) in oznake proizvajalca tudi meroslovno oznako. Ta je sestavljena iz oznake CE, meroslovne oznake M z dvema zadnjima števkama leta ugotovljene skladnosti in štirimestne identifikacijske številke priglašene organa. Primer oznak je prikazan na slikah 1 in 2. Mesto na kozarcu, kjer mora biti meroslovna oznaka odtisnjena, ni posebej predpisano. Tako jo lahko najdemo na mestu poleg ali nasproti merske črtice, pogosto pa tudi na spodnjem delu kozarca.

Prehodna obdobja, v katerih se lahko dajejo v promet in uporabo kozarci, preskušeni po starem sistemu, se v posameznih državah članicah Evropske unije razlikujejo. Tako se v nekaterih državah kozarci po starem sistemu ne smejo dajati v promet in uporabo že od samega začetka veljavnosti direktive (npr. Velika Britanija), v drugih pa je dovoljeno 10-letno prehodno obdobje. Med slednjimi je tudi Slovenija. To pomeni, da se v tem obdobju, vendar pa najdlje do 30. 10. 2016, lahko še nabavijo kozarci, ki so bili odobreni in označeni po Pravilniku o meroslovnih zahtevah za gostinsko



Slika 2. Primer meroslovne oznake, odtisnjene na kozarcu

Dušanka Škrbić, specialistka organizacije in managementa, Urad RS za meroslovje, Sektor za meroslovni nadzor

se potrjuje z ustreznimi meroslovnimi oznakami na kozarcih. Vendar pozor – vsaka merilna črtica na kozarcu še ne pomeni, da je bila ta odtisnjena skladno z meroslovnimi

posodo (Uradni list RS, št. 117/02), ki je veljal pred uveljavitvijo pravilnika, in tudi po predpisih drugih držav članic EU, ki so veljali v teh državah članicah pred uveljavitvijo direktive MID. Gostinska posoda dobavitelj iz držav članic Evropske unije se tako lahko daje v promet in uporabo v Republiki Sloveniji, če je bila dana zakonito v promet v državi članici Evropske unije na podlagi predpisov v tej državi članici, ki so primerljivi z zahtevami v Pravilniku o meroslovnih zahtevah za gostinsko posodo.

Te zahteve izpolnjujejo kozarci, ki imajo poleg merske črtice in označene nazivne prostornine tudi znak proizvajalca, in sicer:

- iz Nemčije: znak proizvajalca, ki je registriran pri PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), npr. za proizvajalce oz. dobavitelje RUHRGLASS, RASTAL, SCHOTT ZWIESEL;
- iz Avstrije: znak proizvajalca, ki je registriran pri BEV (Bundesamt für Eich- und

Vermessungswesen), npr. STÖLZLE OBERGLASS;

- v Italiji, Franciji, Madžarski in drugih državah Evropske unije, ki nimajo svojega meroslovnega predpisa za gostinsko posodo, če proizvajalec s pisno izjavo

jamči, da je gostinska posoda skladna s Priporočilom OIML R29, npr. ST GLASS (Madžarska), BORMIOLI ROCCO, VETRO PAINI (oba Italija), ARC INTERNATIONAL (Francija);

- v državah izven Evropske unije, če meroslovno ustreznost prizna pristojna meroslovna institucija v državi članici Evropske unije.

Pri nas kozarci Steklarne Hrastnik izpolnjujejo meroslovne zahteve skladno s starim pravilnikom, to je Pravilnikom o meroslovnih zahtevah za gostinsko posodo, in se lahko dajejo v promet do konca prehodnega obdobja. Ti kozarci so označeni z žigom v obliki ščita, znotraj katerega je napis SI1 (slika 3). Steklarno Hrastnik je Urad pooblastil za potrjevanje skladnosti svojih kozarcev tudi po novem sistemu ES, tako da so njihovi novi kozarci sedaj označeni z novimi meroslovnimi oznakami CE.

Ker lahko domnevamo, da večina gostincev ne ve, kateri kozarci tujih dobaviteljev (za slovenske kozarce je jasno, saj morajo ti imeti oznako SI1) so bili preskušeni po starem nacionalnem sistemu posameznih držav, torej so meroslovno ustrezni, jim priporočamo, da v bodoče kupujejo predvsem kozarce, ki so označeni z novo meroslovno oznako (sliki 1 in

2). Pri takšnih kozarcih namreč ne bo dvomov o njihovi ustreznosti. Vse kozarce, ki so meroslovno ustrezni in označeni po starem sistemu, bodo gostinci lahko uporabljali tudi po koncu prehodnega obdobja, sama nabava takšnih novih kozarcev pa po oktobru 2016 ne bo več možna. Čeprav večina evropskih proizvajalcev svoje kozarce označuje po novem sistemu ES že od leta 2006 naprej, tj. od uveljavitve direktive MID, morajo biti gostinci pri nabavi še vedno pozorni in takšne kozarce tudi zahtevati.

Kdaj je obvezna uporaba meroslovno ustreznih kozarcev

Gostinec mora pijačo postreči v meroslovno ustreznih in označenih kozarcih, če jo prodaja po količini, ki jo natoči v kozarec, npr. pri prodaji točenega piva, odprtih sokov, odprtih vin, žganih pijač in podobnem. Pijača, ki jo gostinec prodaja na takšen način, mora segati do merilne črtice, označene na kozarcu.

V primerih, ko gostinec ne postreže v kozarcu, s katerim pijačo tudi izmeri (npr. pri strežbi različnih žganih pijač ali nekaterih vin), pač pa količino izmeri v enem, postreže pa v drugem, običajno večjem ali »dekorativnem«
kozarcu, lahko uporabi t. i. prenosni kozarec. To pomeni, da pijačo najprej izmeri v meroslovno ustreznem kozarcu in jo potem prelije v kozarec, v katerem pijačo postreže.

Prav tako je potrebno poudariti, da avtomatski točilni aparati, ki jih nekateri gostinci uporabljajo pri merjenju iztočene žgane pijače, niso v skladu z meroslovnimi predpisi in se pri merjenju točenega žganja ne smejo uporabljati. V tem primeru je potrebno pijačo izmeriti le z meroslovno ustreznim kozarcem.

Meroslovno ustrezno morajo biti označeni tudi plastični kozarci, ki jih gostinci uporabljajo na različnih prireditvah na odprtem.



Slika 3. Meroslovna oznaka Steklarne Hrastnik po starem pravilniku

Kdaj uporaba meroslovno ustreznega kozarca ni potrebna

Če se pijača prodaja v originalno zaprti embalaži (steklenici, plastenki), npr. pivo, vino, sok in podobno, ni potrebno, da je kozarec meroslovno ustrezen, saj je cena določena za vnaprej predpakirano pijačo v zaprti embalaži, na katero gostinec nima vpliva. Količinsko ustreznost takšne pijače v meroslovnem nadzoru preverjamo v skladu s predpisi za predpakirane proizvode.

Meroslovni nadzor nad gostinci

Na Uradu smo v tem mesecu že začeli z nadzorom gostinskih lokalov,

s katerim preverjamo, ali gostinci uporabljajo meroslovno ustrezne kozarce, ko točijo pijačo po količini. Že pri prvih nadzorih ugotavljamo, da večina gostincev ne ve, kateri kozarci so meroslovno ustrezni in kateri ne, saj večina med njimi »verjame«, da je že sama merilna črtica na kozarcu dovolj, da ga lahko uporabljajo kot merilnega. Prav zaradi teh razlogov bomo v prvi fazi nadzornih pregledov gostince v primeru uporabe neustreznih kozarcev samo opozarjali, če ugotovljene nepravilnosti ne bodo odpravili v predpisanem roku, pa bomo posegli tudi po ostrejših ukrepih, saj je v skladu s 1. točko prvega odstavka 27. člena Zakona o meroslovju za takšen prekršek predpisana globa v višini 417,29 EUR za

pravno osebo in 208,65 EUR za odgovorno osebo pravne osebe.

Za konec

Čeprav se nekaterim potrošnikom ne bo zdelo tako pomembno, če jim gostinec v kozarcu postreže »malenkost« manj pijače, kot so je naročili in plačali, se moramo zavedati, da lahko gostinec proda veliko večjo količino pijače, kot je dejansko iztočil. Zato apeliramo tudi na potrošnike, naj bodo pozorni, v kakšnih kozarcih in kakšno količino (če ta sega do merilne črtice) jim strežejo gostinci. Ob dvomu v ustreznost kozarca oziroma natočene količine naj gostinca na to takoj opozorijo. V primeru kršitev se potrošniki lahko obrnejo na inšpektorje Urada.



INTRONIKA
SLOVENIA

QR code

28.-30.01.2015, www.icm.si

SPONZOR
ELEKTRO POJ

Mednarodni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko ...
International Trade Fair for Industrial and professional electronic ...



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

časopis
industrija

Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji

www.industrija.rs

www.facebook.com/časopis.industrija

Pokličite nas:
Časopis Industrija
Lazara Kujundžića 88, 11030 Beograd, Srbija

tel/fax. + 381 11 305 88 22
mob. + 381 60 344 84 28
e-mail: office@industrija.rs

IRT³⁰⁰⁰
inovacijerazvojtehnologije

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

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

Vodnik skozi množico informacij

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

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

PowerLuber 18 V

ročna mazalka ima več kot drugi

- **LCD zaslon kaže**
 - količino dozirane masti
 - nivo masti v kartuši
 - stanje baterije
- **LED osvetlitev** omogoča mazanje tudi v temnih kotičkih
- **18 V litij ionska baterija** zdrži do 3x dlje od običajnih

Koliko masti prihranite zaradi
novega zaslona, si oglejte na
www.hennlich.si/PL

Pokličite 04 532 06 04.



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

Hibridni sistemi za sinergijo prihrankov

S paketi, imenovanimi Udobni prihranki, je družba **Butan plin** gospodinjstvom že ponudila rešitve, ki omogočajo pomembne prihranke energije. Hibridni sistem ogrevanja s toplotno črpalko Sinera in kondenzacijsko plinsko pečjo pa prinaša do 45 % prihrankov pri stroških ogrevanja tudi pri večjih porabnikih energije.

Gospodinjstvom uporabnikom utekočinjenega naftnega plina (UNP) je družba Butan plin v preteklosti že ponudila nekaj alternativnih rešitev, ki prinašajo nižje stroške ogrevanja. V okviru paketov Udobni prihranki lahko uporabniki obstoječe ogrevanje na UNP kombinirajo z novo kondenzacijsko pečjo in toplotno črpalko zrak-voda, sanitarno toplotno črpalko ali kaminom na pelete. Hibridno delovanje plinske kondenzacijske peči in toplotne črpalke prinaša pomembne prihranke energije tudi pri vseh večjih porabnikih energije, kot so večstanovanjske stavbe, šole, vrtci, trgovski centri, domovi za starejše, industrijski objekti ter podobno.

Številne prednosti hibridnih sistemov

Gre za alternativno rešitev ogrevanja, ki povezuje dva različna vira pridobivanja toplote. Pri starejših objektih se namreč pogosto pojavijo prostorske omejitve, omejitve zaradi visokotemperaturnega (radiatorskega) sistema ogrevanja, previsokih stroškov ob popolni zamenjavi sistema ogrevanja in v drugih situacijah, ko alternativni viri ne zmorejo v celoti pokriti toplo-



Hibridna toplotna črpalka Sinera (pogled spredaj in zadaj)

tnih potreb objekta. Bivalni sistem ogrevanja predstavlja odlično rešitev, saj v vsakem trenutku vključuje tisti vir, ki v danem trenutku zagotavlja optimalni izkoristek energije in s tem omogoča prihranke.

Sinera – za optimalne izkoristke

V sodelovanju z vodilnim proizvajalcem toplotnih črpalk na slovenskem trgu, podjetjem Termotehnika, ki proizvaja toplotne črpalke Kronoterm, je nastala prav posebna toplotna črpalka Sinera. Njena posebnost je avtomatsko delovanje do zunanje temperature zraka v prehodnih

obdobjih, nato pa se v hladnejših obdobjih izklopi in ogrevanje prevzame plinski kondenzacijski kotel. Tak sistem omogoča, da za nizko investicijsko vrednost dobimo veliko toplotne moči. Prednost tovrstne toplotne črpalke je tudi v tem, da jo je mogoče brez večjih posegov namestiti v obstoječi sistem ogrevanja. Sinera deluje le v toplejšem obdobju in zaradi specifičnega delovanja ne potrebuje dragih sestavnih delov, ki sicer omogočajo delovanje klasičnim toplotnim črpalkam pri nižjih zunanjih temperaturah. Delovanje Sinere je izjemno tiho, uporabniku pa omogoča daljinski nadzor in avtomatsko upravljanje.

Tehnični podatki toplotne črpalke Sinera

Grelna moč toplotne črpalke	25 kW	43 kW
Dimenzija (Š x V x G)	145 x 190 x 65	145 x 190 x 65
Teža (kg)	370	410
COP (A7/W35)	4,5	4,0
COP (A7/W45)	4,0	3,5

Učinkovita sinergija dveh virov

Prednost kombiniranega delovanja toplotne črpalke in utekočinjenega naftnega plina oziroma plinskega kondenzacijskega kotla je v tem, da v primeru izpada prvega ogrevanje

v celoti prevzame drug vir. V danem trenutku tako deluje tisti sistem, ki uporabniku omogoča boljše izkoristke, cenejše ogrevanje ter zanesljivo proizvodnjo toplote, kar se regulira samodejno. Zaradi visoke stopnje samodejne regulacije uporabniki

nimamo nepotrebnega odvečnega dela. Tak sistem je tako primeren za nizkotemperaturno kot visokotemperaturno ogrevanje (radiatorji) in zanj ni potrebna popolna energetska sanacija objekta. Priključna moč na električno omrežje je nizka, delovanje toplotne črpalke tiho, videz naše kotlovnice pa zmeraj urejen.

Seveda je vedno izjemno pomembno vprašanje višina stroškov, ki jih prinaša tak posodobljen sistem ogrevanja. Primeri kažejo, da so slednji do 45 % nižji glede na klasični sistem ogrevanja. Glede izbire najprimernejše energetske rešitve za vaš dom ali podjetje vam bodo z veseljem priskočili na pomoč strokovnjaki družbe Butan plin, ki bodo kasneje poskrbeli tudi za izvedbo vseh potrebnih del na objektu.

www.butanplin.si



ENERGIJA BREZ SKRBI

- utekočinjen zemeljski plin
- utekočinjen naftni plin
- toplotne črpalke
- kamini na pelete
- kondenzacijski plinski grelci
- plinski pretočni grelniki
- tehnični plini
- avtoplin

www.butanplin.si

080 1005
PLIN ZA OGREVANJE

080 2005
PLIN V JEKLENKAH

BUTAN PLIN
hiša prijazne energije

Enota za pripravo zraka – serija MS

Festo predstavlja modularno grajeno enoto za pripravo zraka serije MS, ki pomeni celovit koncept za vse zahteve priprave zraka – tako za enostavne standardne izvedbe kot za uporabniško specifične zahteve z visokimi zahtevami kakovosti priprave zraka, z visoko energetsko učinkovitostjo, vključeno sensoriko, možnostjo individualnega konfiguriranja, enostavnega kombiniranja funkcionalnih modulov in pokrivanja celotnega uporabnega območja pretokov.

Serija MS vključuje funkcijske enote, kot so regulator tlaka, vklopno-izklopni ventil za počasni dvig tlaka in varnostno funkcijo, senzor za merjenje tlaka in toka, sušilnik, ostale senzorske ter naoljevalnik (slika 1). S temi moduli je mogoče najti ustrezno kombinacijo enote za pripravo zraka za zahtevane naloge, ki je popolnoma prilagojena uporabniku. Modularna gradnja omogoča poljubno povezovanje tudi različnih velikostnih razredov.

Serija enote za pripravo zraka MS se izdeluje v štirih velikostnih razredih, ki pokrivajo celotno območje možnih pretokov (slika 2).

Energetsko učinkovitost enote je mogoče doseči z inteligentnim kombiniranjem velikosti posameznih modulov. Doseči je mogoče optimalne pretoke z do 18 % manjšimi dimenzijami ter tudi stroškovno optimalne rešitve s prihranki tudi do 30 %.

Vklopno-izklopni ventili za počasni dvig tlaka in hitro odzračitev – MS-SV-E – zagotavljajo zanesljivo in hitro odzračevanje naprav. Ventili imajo integrirano funkcijo dviganja tlaka. Veliki pretoki in odzračitvena učinkovitost se dosežejo tudi pri kompaktnih izvedbah. Je certificiran za raven kakovosti po DIN EN ISO 13849.

Serija MS vključuje vgrajeno senzorsko za tlak in tok s preglednim prikazovalnikom in varianto za vgradnjo



Slika 1. Moduli enote za pripravo zraka serije MS

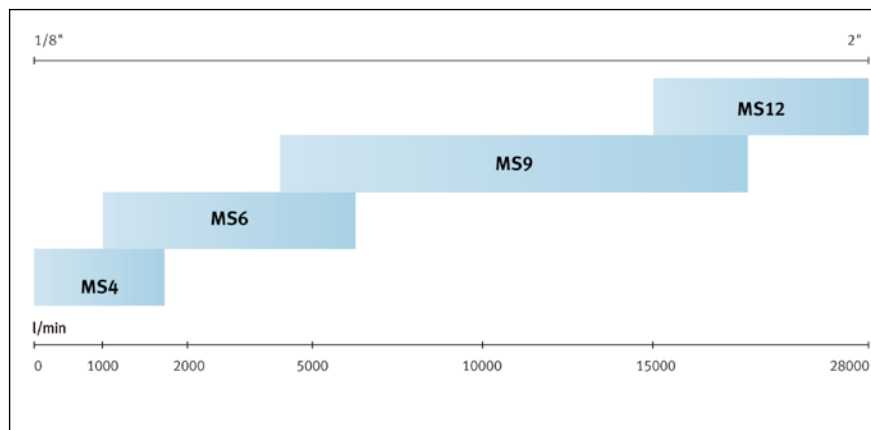
ali samostojno enoto. Priklučitev je enostavna z M8/M12 vtikačem.

Izbiranje modulov enote in prilaganje sta, zahvaljujoč podpori programskega orodja, enostavna. Izbirati je mogoče vnaprej definirane enote ali kombinacije modulov po naročilu. Ta način izbire zagotavlja, da enote niso predimenzionirane. Za hitro konfiguriranje je na voljo konfigurator, s katerim se podatki za naročilo enostavno prevzamejo.

Z vgrajenimi senzorji tlaka in toka serija MS zagotavlja najvišjo zane-

sljivost priprave zraka ter s tem razpoložljivost strojev in nadzor procesov. Odzračitev v sili je zanesljiva. Zmogljivost, ki jo zagotavlja serija MS ob najmanjši porabi vgrajenega prostora, se poplača. Vsi moduli so certificirani po UL in ATEX – 2GD.

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



Slika 2. Območja tokov pri posameznih velikostnih razredih

NAJVEČJI SEJMI NAJPOMEMBNEJŠIH PODROBNOSTI

Celjski sejem, 21.-24. april 2015

Rok za prijavo
na sejme:
15. december 2014

13. FORMA TOOL
orodja, orodjarstvo, stroji

7. GRAF&PACK
grafika, papir, stroji, embalaža, pakiranje

11. PLAGKEM
plastika, guma, kemija

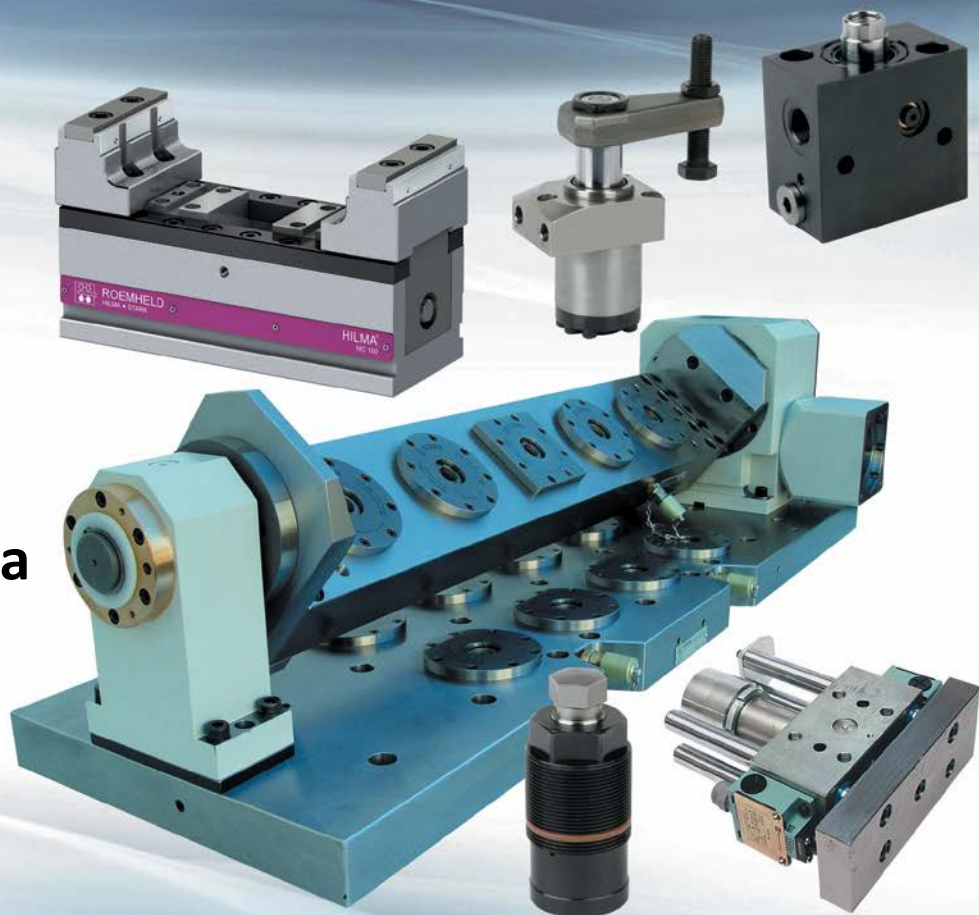
6. VARJENJE in LIVARSTVO
vse za varjenje in rezanje, livarski stroji,
oprema in materiali

www.ce-sejem.si



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



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

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

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



info@tehna.si
www.tehna.si

Tehnološki park 19 · 1000 Ljubljana

**Rockwell
Automation**

Allen-Bradley · Rockwell Software

Varnostna stikala TLS-Z GD2

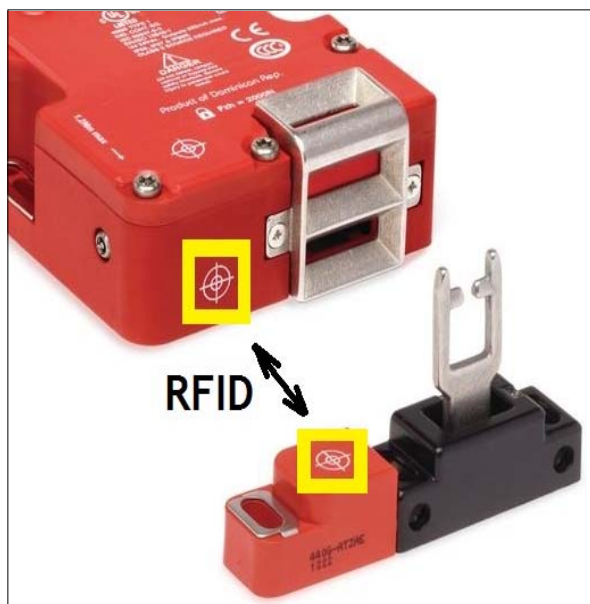
Rockwell Automation je družini varnostnih stikal Guardmaster dodal model **TLS-Z GD**, ki je kombinacija standardnega mehanskega varnostnega stikala in senzorja na osnovi tehnologije RFID. Gre za kodiran sistem sprejemnik-oddajnik, ki interni logiki daje dodatno informacijo o položaju vrat (slika 2 – odprta, zaprta). Pri poškodbi ključavnice ali poskusa zlorabe senzor zazna nevarno stanje in izklopi signal na varnostnem izhodu. Stikalo je certificirano pri TÜV in po standardu EN/ISO 13849-1 ter zagotavlja nivo varnostne kategorije PLe (Performance Level e).

Stikalo ima poleg dvokanalnega OSSD-izhoda dodaten diagnostični izhod. Naprava je lahko serijsko povezana z drugimi varnostnimi napravami, kot so svetlobne zavesе, tipke za zasilni izklop itd.

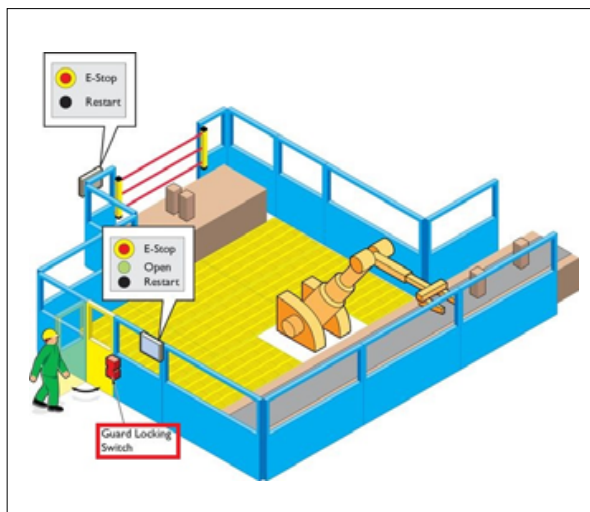
Tip varnostnega stikala se izbere glede na namen uporabe. Kadar je za odprtje varnostnih vrat oziroma za kontroliran dostop v nevarno delovno območje potreben dovod električne energije na tuljavo ključavnice, se izbere tip »Power to release« – napajanje sprosti mehanizem za zaklepanje. Stikalo tipa

»Power to lock« se izbere, kadar mora napetost držati mehanizem stikala zaklenjen.

TLS-Z GD2 ima visoko stopnjo zaščite ohišja IP69K, ki ustreza zahtevam za živilsko in farmacevtsko industrijo (pranje z visokim tlakom, uporaba čistil in kemikalij). Delovna temperatura je lahko od -10°C do $+60^{\circ}\text{C}$.



Slika 1. Varnostno stikalo Guardmaster TLS-Z GD2



Slika 2. Primer uporabe TLS-Z GD2 v robotski celici

Več informacij:

<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/3377539/5866177/3377559/6388299/3378094/12025033/Introduction.html>

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

OMRONOV temperaturni regulator E5_C-T s časovnimi funkcijami

Temperaturni regulator serije E5_C-T omogoča regulacijo po časovnih odsekih. Glede na sprednjo stranico se izdeluje v treh velikostnih razredih: 48 x 48 mm, 48 x 96 mm in 96 x 96 mm. Mogoče je nastaviti do 8 različnih programov, vsak program pa omogoča nastavitve 32 časovnih odsekov regulacije. Regulator ima do 6 funkcijskih vhodov in 4 izhode. Sprednja stranica z velikim LCD-prikazovalnikom je zelo dobro izkoriščena. LCD-prikazovalnik je edinstven v svojem razredu, saj omogoča prikaz velikega števila uporabnih informacij in je zelo dobro viden. Ima funkcijo avtomatske nastavitve PID-parametrov glede na okolje in aplikacijo, v kateri deluje. Nastavitev regulatorja je zelo enostavna. Če je regulator priključen preko USB-kabla na osebni računalnik, se lahko uporabi programsko orodje CX-Thermo. Regulator je uvrščen v sam vrh zmogljivosti Omronovih temperaturnih regulatorjev in je

glede na predhodnike bistveno cenejši.

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



18th ISC

Stuttgart, Germany
Oct. 8-9, 2014

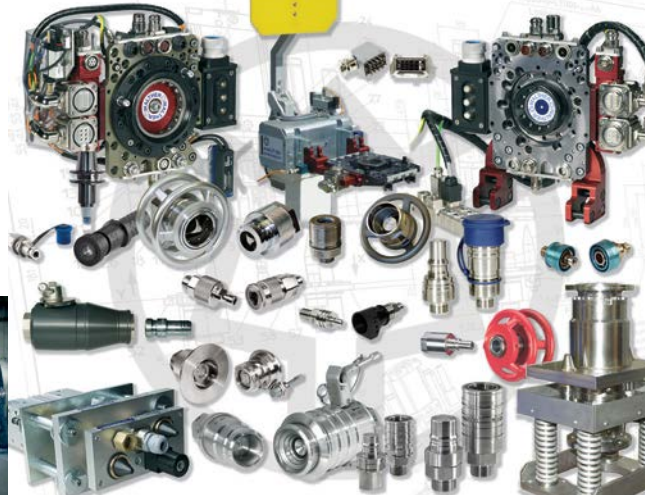
International Sealing Conference
Internationale Dichtungstagung

www.sealing-conference.com

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

V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI



LINCOLN
ELECTRIC

Nederman

MERKLE

walther
präzision
Quick Coupling Systems

Servis varilne opreme

Pooblaščen zastopnik za Slovenijo:

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

Parker Racor SNAPP™ – filter goriva ali separator vode

Blagovna znamka *Racor*, ki je del korporacije *Parker Hannifin*, v svojem portfelju izdelkov ponuja filter goriva ali separator vode SNAPP™.

SNAPP™ je namenjen za dizelske in biodizelske motorje do 140 KM ali s pretokom do 100 l/min v kompaktni obliki z dimenzijo 100 x 200 mm.

Inovativen filter separator ima konstrukcijo iz enega kosa, ki se zaskoči (od tod tudi ime) v stalni montažni konzolni nosilec, s čimer pripomore k enostavni menjavi filtra v nekaj sekundah.

SNAPP™ vsebuje vse značilnosti dolgoletnih filtracijskih platform *Racor* v kompaktni obliki. Filter separator vsebuje filtrski vložek *Aquabloc®* z 2, 10 in 30 mikroni ter prozorno zbirno posodo za nadzor kakovosti goriva. SNAPP™ nudi raven zaščite, ki običajno ni na voljo v manjših kategorijah motorjev, s čimer omogo-



*Marine Verzija
(nosilec iz nerjavnega jekla)*



Standardna verzija

ča preprosto spremljanje in nadzor.
Vir: *Parker Hannifin Ges.m.b.H. Wiener Neustadt, Avstrija – Podružnica v Sloveniji, tel.: 07 337 66 50, faks: 07*

337 66 51, e-pošta: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.si, Miha Šteger



EMERSON™
Process Management

ZASTOPA IN PRODAJA

ppt commerce d.o.o.

Celovška 334

1210 Ljubljana-Šentvid

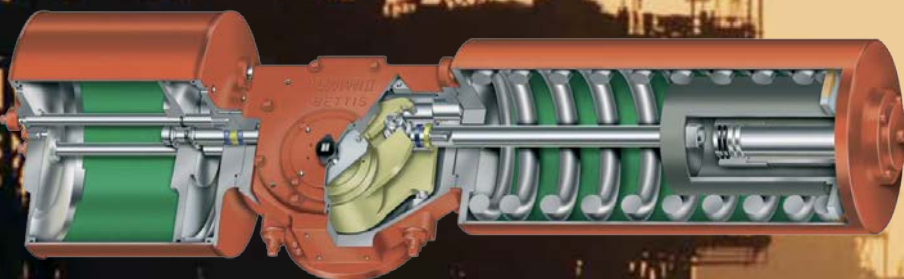
Slovenija

tel.: +386 1 514 23 54

faks: +386 1 514 23 55

e-pošta: ppt_commerce@siol.net

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



BETTIS™ pnevmatski in elektro aktuatorji

Nove knjige

[1] Casey, B.: *The Hydraulic Troubleshooting Handbook* – Novi priročnik za iskanje vzrokov napak pri hidravličnih napravah temelji na principih učinkovitega iskanja napak namesto tipičnih načrtov, preglednic »če – potem« ipd. Prava diagnoza v čim krajšem času je cilj iskanja napak. Ob razumevanju in sprejemu opisanih 12 načel zagotavlja logično in zanesljivo iskanje v postopku »korak – za korakom«, ki ga lahko uporablja vsak vzdrže-

valec pri diagnosticiranju kakršne koli naprave, stroja. Priročnik obsega 166 strani in bo v doglednem času dopolnjen z brezplačnima knjigama: Kako brati hidravlične sheme (How to read Hydraulic Schematics) in Kako deluje razmerje 80/20 pri vzdrževanju in iskanju napak (How to Leverage 80/20 in Maintenance and Troubleshooting). *Zal.:* Casey Hydraulics, *spletni naslov:* bit.ly/1e81z9t; *obseg:* 166 strani; *cena:* 97,00 USD.

Znastvene in strokovne prireditve

Bath/ASME Symposium on Fluid Power and Motion Control (FPMC 2014) – Simpozij Bath/ASME o fluidni tehniki in krmiljenju gibanja

10.–12. 09. 2014

Bath, Anglija

Informacije:

– <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/research/ptmc/symposium>

8. Kolloquium Mobilhydraulik – 8. Kolokvij o mobilni hidravliki

6.–8. 10. 2014

Braunschweig, ZRN

Organizator:

- Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Braunschweig
- Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen in Karlsruhe

Tematika:

- delovna hidravlika
- hidravlični vozni pogoni
- krmiljenje vozil
- pogonski sklopi
- pomožni agregati
- krmiljenje in regulacija

SAE 2014 Commercial Vehicle Engineering Congress (SAE COMVEC 2014) – SAE kongres o tehniki komercialnih vozil

7.–9. 10. 2014

Rosemont, Illinois, ZDA

Informacije:

– <http://www.sae.org/events/cve/>

The 9th JFPS International Symposium on Fluid Power – 9. Mednarodni simpozij Japonskega združenja za fluidno tehniko

28.–31. 10. 2014

Matsue, Shimane, Japonska

Informacije:

– www.jfps.jp/net/9thfps

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

20.–22. 03. 2015

Tampere, Finska

Informacije:

- e-pošta: sicfp@tut.fi
- internet: www.tut.fi/sicfp

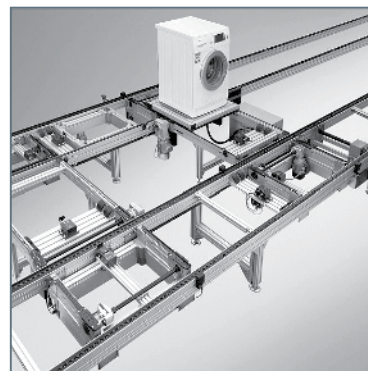
Rexroth

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



➔ 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

Elektronika za začetnike

osnove

Naslovi NAČRTOVANJE TISKANIH VEZIJ
ELEKTRONSKI ELEMENTI
OJAČENJE IN OBDELAVA ZVOKA
NAPAJANJE

Cena knjige:
29 EUR

180 barvnih strani

OB NAKUPU KNJIGE V PREDPRODAJI
IN DO KONCA AVGUSTA 2014,
VAM POLEG KNJIGE
ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE - OSNOVE
PONUJAMO MOŽNOST NAKUPA OSTALIH
KNJIG V AKCIJI PO ZELO UGODNI CENI
5 €/KNJIGO:
- BASCOM TEORIJA IN PRAKTIČNI PROJEKTI
- PROGRAMIRANJE PIC MIKROKONTROLERJEV
- UPORABA MIKROKONTROLERJEV 2



WWW.SVET-EL.SI/LITERATURA

Oglaševalci

ATLAS COPCO, d. o. o., Trzin	253
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	318
BUTANPLIN, d. d., Ljubljana	311
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	257, 313
DOMEL, d. d., Železniki	305
DVS, Ljubljana	267
FANUC Robotics, Češka	241
FESTO, d. o. o., Trzin	241, 320
HALDER, d. o. o., Hoče	313
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	319
HENNLICH, d. o. o., Podnart	309
HYDAC, d. o. o., Maribor	276
ICM, d. o. o., Celje 293,	308
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	241
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	309
IPRO ING, d. o. o., Ljubljana	315
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	299
LA & CO, d. o. o., Maribor	287
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	241
OLMA, d. d., Ljubljana	241
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	241, 317
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	241
PH Industrie-Hydraulik, Germany	244
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri	241, 242
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	316
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	309
PS, d. o. o., Logatec	241
SICK, d. o. o., Ljubljana	241
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	259
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	318
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	314
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	255, 256, 257
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	241
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	308