



OPL

FESTO

Merimo
LOTRIČ
za prihodnost

- Intervju
- Dnevi strojništva
- PLM EUROPE 2010
- Ventil na obisku
- Vodna in oljna pogonsko-krmilna hidravlika
- Projiciranje videoslik v realnem času
- Gibljivost robotskih sistemov
- Prediktivno vodenje procesov
- Iz prakse za prakso



Changes for the Better

OLMA

HYDAC

Parker

NORGREN

SICK

Sensor Intelligence.

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

SPIRING
www.spiring.si

**Vse za učinkovito in zanesljivo
avtomatizacijo vaših strojev
in vodenje procesov v industriji
na enem mestu.**



INEA

Hidravlične sestavine

Hidravlični sistemi

Storitve

Program
zastopstev



Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



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

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

Vsebina	477	■ INTERVJU	
Impresum	479	Pogovor s prof. dr. Janez Beštrom, predstojnikom Laboratorija za telekomunikacije Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani	480
Beseda uredništva	479		
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	494	■ DNEVI STROJNIŠTVA	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	508	Janez TUŠEK: Dnevi strojništva v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki	484
Seznam oglaševalcev	574	■ PLM EUROPE 2010	
Znanstvene in strokovne prireditve	509	Tomaž PERME: Konferenca PLM Europe 2010	490
		■ VENTIL NA OBISKU	
		Poslovna skupina TINEX – Več kot zgolj ležaji in podpora vzdrževalcem	514

Naslovna stran:

INEA, d. o. o. Stegne 11, 1000 Ljubljana Tel.: 01 51 38 100 Fax: 01 51 38 170 e-mail: info@inea.si internet: www.inea.si	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERI-ON 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 0000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel.: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
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	Pirnar & Savšek, Inženirski biro, d. o. o. C. 9. avgusta 48 1410 Zagorje ob Savi Tel.: 03 56 60 400 Faks: 03 56 60 401 www.pirnar-savsek.si
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22	

■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE

Franc MAJDIČ, Jožef PEZDIRNIK, Mitjan KALIN: Primerjava delovanja vodne in oljne pogonsko-krmilne hidravlike 520

■ OBDELAVA SLIK

Zmago JEREB, Janez DIACI: Korekcija distorzije projiciranih videoslik v realnem času 528

■ ROBOTIKA

Karl GOTLIH, Simon BREZOVNIK, Denis KOVAČ, Miran BREZOČNIK: Gibljivost robotskih sistemov pri obdelovalnih procesih 534

■ PREDIKTIVNO VODENJE PROCESOV

Gregor KANDARE, Antonio NEVADO REVIRIEGO: Adaptivno prediktivno vodenje raztopljenega kisika v bioloških reaktorjih čistilnih naprav 540

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Vito TIČ, Darko LOVREC: Merjenje in vrednotenje viskoznosti hidravličnega olja z on-line senzorji 548
Tomaž LASIČ: Robotska strega varilnega robota 554

■ ALI STE VEDELI

Janez ŠKRLEC: Trendi tehnološkega razvoja 558

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Protiudarno in protivibracijsko ocenjevanje helikopterske opreme (TRC) 560

■ NOVOSTI NA TRGU

Enote za pripravo zraka serije MS (FESTO) 562
Enerpacova baterijsko gnana hidravlična črpalka (ENERPAC) 563
DUO – novi valji serije RC (ENERPAC) 564
Zmanjšajte število napak in odpravite zamude pri zbiranju naročil (LEOSS) 565

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Novosti prodajnega programa podjetja Lotrič na področju dolžinskih meril in merilnikov trdote (LOTRIČ) 568

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Izkoriščanje naravnih virov Lune in drugih nebesnih teles 570
Priporočila ASME za kotle in tlačne posode – nove izdaje 2010 571
Nov odbor ASME za verifikacijo in overitev medicinske opreme 571

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 572

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1318-7275 | DECEMBER, 16/2010/6

- Intervju
- Dnevi strojništva
- PLM EUROPE 2010
- Ventil na obisku
- Vodna in oljna pogonsko-krmilna hidravlika
- Projiciranje videoslik v realnem času
- Gibljivost robotskih sistemov
- Prediktivno vodenje procesov
- Iz prakse za prakso

Vse za učinkovito in zanesljivo avtomatizacijo vaših strojev in vodenje procesov v industriji na enem mestu.

Logos: RPI, FESTO, LOTRIČ, OLMA, HYDAC, Parker, NORGREN, SICK, MIEL omron, SPIRING, INEA



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 16(2010)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 16(2010)6. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

Internet:
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	16	Volume
Letnica	2010	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:
izr. prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
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
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Ziri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gajko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Paul McGuiness

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

Tisk:
Eurograf d.o.o., Velenje

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Ali so državni inštituti res nekoristni?



Pred dobrim tednom smo lahko v enem izmed slovenskih dnevnikov prebrali pismo, ki je bilo naslovljeno na predsednika naše vlade in so ga podpisali nekateri slovenski inovatorji, podjetniki in znanstveniki, ki delujejo pretežno v zasebnih podjetjih in pretežno na tehniškem področju. Vsebina pisma se nanaša na raziskovalno dejavnost v Sloveniji. Avtorji pisma, med katerimi je prvi podpisani Ivo Boscarol, v začetku pojasnijo, da imamo v Evropi dva sistema organiziranja razvojnoraziskovalnega dela. Prvi naj bi bil zahodni, ki temelji na inovacijah, kar zagotavlja sodobno proizvodnjo in posredno visoko blaginjo

prebivalstva. Drugi sistem je vzhodni, sovjetskega tipa, brez inovacij in z nekajkrat nižjo življenjsko ravno prebivalstva. Prvi sistem daje vrhunske ekonomske rezultate, drugi najslabše. V nadaljevanju pisma potrjuje trditve s številkami in preidejo na našo državo. Navajajo, da je Slovenija med postkomunističnimi državami po razvojnoinovacijskih kazalnikih najboljša, da ima sicer najmanj državnih raziskovalnih inštitutov, ki pa še vedno zaposlujejo kar 78 % vseh raziskovalcev. Problem je, da se ta procent v zadnjih letih pri nas, in samo pri nas, celo povečuje. To pa je, po besedah avtorjev, razlog, da imamo od 2- do 3-krat nižjo dodano vrednost na zaposlenega v predelovalni industriji kot sosednje zahodnoevropske države. Na osnovi konkretnih podatkov ugotovijo, da je naš raziskovalni sistem neevropski, neučinkovit in škodljiv. Od predsednika vlade pričakujejo prestrukturiranje po zgledu Avstrije ali Švice. Po njihovem mnenju se mora okrepi razvojni potencial gospodarstva s prilivom dela državnih raziskovalcev s področja naravoslovja in tehnologije. Drugi del raziskovalcev pa naj se preseli na univerze. Iz zapisanega se posredno lahko vidi, da predlagajo, da se državni raziskovalni inštituti ukinejo. Zanimivo je to, da se teden po objavi omenjenega pisma ni nihče javil in odgovoril na izziv, ki ga prinaša pismo, niti v pozitivnem niti v negativnem smislu. Ali smo slovenski raziskovalci res že toliko apatični, da se ne spuščamo v nobene polemike, da se sprjaznimo z vsako vladno odločitvijo in da skušamo živeti čim bolj neopaženo.

Ukinitev državnih raziskovalnih institucij je drzen predlog. Ali je to v naši državi sploh mogoče? Vsak, ki zadnjih dvajset let vsaj bežno spremlja slovensko raziskovalno dejavnost, lahko zelo hitro ugotovi, da pri nas vodijo znanstvenoraziskovalno politiko predstavniki velikih državnih raziskovalnih inštitutov, ki so se pred dobrim desetletjem preimenovali v javne raziskovalne zavode. Vodenje raziskovalne politike je bilo v Sloveniji v zadnjih dvajsetih letih zelo dinamično. Naj tu omenim le nekaj teh dejanj: ustanovljeni so bili raziskovalni grozdi, raziskovalna jedra, programske skupine, centri odličnosti, raziskovalna polja, ciljne raziskave itd. Ta dejanja so upravičevali predvsem z namenom, da bi se v raziskovalne procese poleg univerz in javnih inštitutov vključila tudi industrija. To je bil predvsem izgovor.

Ukinitev državnih inštitutov bi bila prav gotovo revolucionarna odločitev. To pa ni dobro. Kje je rešitev? Ta je zelo preprosta. **Prvič:** Vsi mladi raziskovalci ali pa vsaj večina bi se morala po usposabljanju, po zaključku študija odcepiti od državnih sredstev in se zaposliti v zasebnem sektorju. **Drugič:** Vsi asistenti, ki delajo v naravoslovju in tehniki, bi morali po dveh izvolitvah, to je po šestih letih, oditi s fakultet in se zaposliti v zasebnem sektorju. **Tretjič:** Podjetja bi morala prijaviti svoje tehnološke probleme, svoje ideje, razne razvojne zamisli in to prenesti na ustrezno ministrstvo, ki bi razpisalo natečaje za te probleme, na katere bi se morali prijavit raziskovalci v javnih raziskovalnih inštitutih in univerz. Na ta način bi se vzpostavilo sodelovanje med raziskovalnimi institucijami, fakultetami in industrijo. To pomeni, da bi ministrstva denar, namenjen za raziskovalno dejavnost, podelila le za tiste projekte, v katerih bi bili vključeni industrija, raziskovalni inštitut kot javni zavod in raziskovalno ali pedagoško osebje z ustrezne fakultete.

S temi preprostimi ukrepi bi gospodarstvo v nekaj letih pridobilo veliko ustrezno izobraženih mladih raziskovalcev. Zelo hitro bi se vzpostavilo sodelovanje med javnimi raziskovalnimi organizacijami, univerzami in industrijo.

Vprašanje je samo, če je pri odgovornih ljudeh volja za uresničitev predlaganih ukrepov.

Naj še enkrat zapišem: Lažje je raziskovati in objavljati članke v še tako zahtevnih svetovno priznanih revijah kot pa razvijati nove produkte ali storitve in reševati tehnološke probleme v slovenski industriji.

Janez Tušek

Pogovor s prof. dr. Janez Beštrom, predstojnikom Laboratorija za telekomunikacije Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani

Ni naključje, da smo za ta intervju izbrali mednarodno priznanega strokovnjaka prof. dr. Janez Beštra, ki je tesno povezan tako s pedagoškim kot razvojnoraziskovalnim delom ter z vedno bolj aktualnimi sodobnimi telekomunikacijami in informacijsko-komunikacijskimi tehnologijami. Ni veliko strokovnjakov pri nas, ki se lahko pohvalijo, da so na tem področju uspeli in uresničujejo svojo vizijo, ki je načrtovana v prihodnost. Prof. Bešter je priljubljen tako med študenti kot raziskovalci in kot takšnega ga poznajo tudi mnogi v gospodarstvu. Sposoben je prepoznati trende razvoja na področju sodobnih tehnologij in odlikuje ga velika naklonjenost povezovanju akademske in znanstvene sfere z gospodarstvom. Razume, da je pomembno implementirati znanje v gospodarstvo in da so prav telekomunikacije in informacijsko-komunikacijske tehnologije tiste, ki uspešno povezujejo različne svetove, različne industrije, gospodarska področja, energetske sisteme, strojne aplikacije in globalni svet. Prof. Bešter je velik generator razvoja na tem področju v Sloveniji, še zlasti pa na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Je velik zagovornik uvajanja naprednih tehnologij v naš vsakdan, še zlasti na področjih, kjer je prenos informacij strateškega pomena za nemoteno delovanje omrežij, sistemov in naprav.



Prof. dr. Janez Bešter

Ventil: Preden vas povprašam o vašem izjemno uspešnem delu na področju vodenja Laboratorija za telekomuni-

kacije Fakultete za elektrotehniko (LFFE), vas, g. Bešter, prosim za kratko predstavitev vašega osebnega poklicnega razvoja in dosežanj dejavnosti.

Prof. Bešter: Moja poklicna pot je, po študentskih letih ter praksi v podjetjih in na IJS, povezana s Fakulteto za elek-

trotehniko. Tu sem leta 1995 zagovarjal doktorsko disertacijo z naslovom Optimizacija komutacijske in prenosne zmogljivosti širokopasovnega

telekomunikacijskega omrežja. Leta 1996 sem bil izvoljen v naziv docent za področje elektrotehnike in v istem letu prevzel tudi vodenje Laboratorija za telekomunikacije, ki ga vodim še danes. V letu 2008 sem bil izvoljen v naziv redni profesor.

Ventil: Ali nam lahko na kratko predstavite vaše zadolžitve, ki jih imate v okviru Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani?

Prof. Bešter: V okviru Fakultete za elektrotehniko imam veliko različnih zadolžitev. Na dodiplomskem študiju – v kombinaciji s sodelavci – predavam predmete Osnove telekomunika-





Del laboratorija s studijsko opremo

cij II, Komutacijski sistemi in omrežja I, Komutacijski sistemi in omrežja II, Komunikacijska omrežja in storitve ter Načrtovanje, modeliranje in vodenje telekomunikacijskih omrežij. Na podiplomskem študiju sem nosilec predmeta Konvergenčne komunikacije.

Kot dopolnilno obliko pedagoškemu delu smo v LTFE, po zgledu naprednih tujih univerz, uvedli sistem e-izobraževanja, ki je rezultat lastnega znanja, raziskav in razvoja. Aktivno sem sodeloval pri vzpostavitvi Centra informacijskih tehnologij, Multimedijske dvorane in Multimedijskega centra na FE, pri prenovi in razširitvi Laboratorija za telekomunikacije ter vzpostavitvi Centra odličnosti za informacijske in komunikacijske tehnologije ter ustanovitvi slovenske Tehnološke mreže ICT, ki združuje več kot 50 podjetij, ustanov in organizacij z najširšega področja informacijsko-komunikacijskih tehnologij in sem hkrati predsednik njenega projektne sveta. Z vzpostavitvijo Odprtega laboratorija (OpenLab) v Kranju sem poskrbel za širitev Fakultete za elektrotehniko in s tem tudi Univerze v Ljubljani na Gorenjsko.

Stalno projektno sodelujem s FERI Univerze v Mariboru, z Institutom Jožef Stefan in tujimi univerzami, posebej TU Graz. Sodeloval sem tudi pri vzpostavitvi sodelovanja med Ljubljansko univerzo in Bonch-Bruевич State University of Telecommunicati-

ons v Sankt Peterburgu, Rusija. Sem član upravnega odbora in že od same zasnove sodelujem pri neprofitnem testnem laboratoriju SINTESIO na Bledu, ki ga podpira Evropski telekomunikacijski standardizacijski inštitut (ETSI). Aktivno sem sodeloval pri zasnovi in izvedbi prireditev Teleinfos ter osrednje slovenske tehnološke prireditve Hevrek. Sem tudi strokovni koordinator tehnološke platforme eMobilnost in podpredsednik Zveze za tehnično kulturo Slovenije. Z nedavnim vstopom LTFE v v tehnološki park Plug and Play Tech Center v Silicijevi dolini v ZDA so se nam odprla vrata tudi na

svetovno tehnološko igrišče, saj bomo lahko še bolje sledili in hkrati soustvarjali tehnološko prihodnost, iskali nove mednarodne partnerje in povezave ter prenašali zadnje svetovne trende in novosti v lokalno, slovensko in tudi širše regionalno okolje.

Ventil: Glede na vaše mnogoštevilne zadolžitve nas zanima, čemu kot strokovnjak na področju telekomunikacij dajete največji poudarek?

Prof. Bešter: Za sodobne telekomunikacije je značilnih več trendov, ki so strateškega pomena. Prvi je sama hitrost razvoja, saj nekoliko v šali pogosto rečemo, da je tisto, o čemer smo predvčerajšnjim sanjarili, danes narejeno in jutri zastarelo. Nujno je biti v stalnem stiku in v špici tehnološkega razvoja, če želimo obdržati korak z uvajanjem tehnoloških novosti.

Drugi pomemben trend je konvergenca, kar pomeni, da se tehnologije in naprave združujejo in povezujejo. Včasih povsem ločeni sistemi, tehnologije in naprave danes delujejo združeno in povezano, uporabniku prijazno, večinoma v eni sami napravi, ki je povsem mobilna. Pomislite samo, koliko naprav in funkcij je danes združenih v sodobnih inteligentnih mobilnih telefonih ali pa v tabličnih računalnikih, ki bodo, po mojem mnenju, prava revolucija tudi



Izobraževanje študentov za multimedijo

na področju šolstva in šolskih metod, saj je njihova uporaba enostavna in ne zahteva posebnih usposabljanj.

Tretji pomemben trend v telekomunikacijah je njihova interdisciplinarnost in multidisciplinarnost. Telekomunikacije in IKT (informacijsko-telekomunikacijske tehnologije) so danes posegle že domala na vsa področja našega življenja in dela, zato je nujno povezovanje vseh strok. Tehnološki razvoj je tako hiter, da tehnologija danes v veliki večini primerov ni več zaviralni dejavnik, zaviralni dejavniki razvoja so sociološke, ekonomske, pravne ali druge narave, zato je nujno povezovanje, sodelovanje in združevanje strokovnjakov z različnih področij v projektne skupine (t. i. think tank), ki lahko ponudijo celovit odgovor na tehnološke izzive sedanjosti in prihodnosti.

Četrti in hkrati zadnji trend, ki bi ga izpostavil, pa je oblikovanje kritične mase znanj talentiranih posameznikov, ki bodo prebojne rešitve sposobni prenesti od ideje in načrta v izdelavo in uporabo. V Sloveniji nam izredno primanjkuje neposrednega prenosa znanj in raziskovalnorazvojne ter šolske sfere v gospodarstvo. Nujno moramo vzpostaviti »ekosistem talentov«, v okviru katerega bo mogoče identificirati nadarjene posameznike že v začetni fazi šolanja, jim ponuditi vso ustrezno podporo in jih spremljati na njihovi raziskovalno-poslovni poti tudi po zaključku študija.

Ventil: Vaša izjemno bogata strokovna pot je precej povezana tudi z industrijo in gospodarstvom. Kaj vam kot mednarodno priznanemu strokovnjaku pomeni to sodelovanje? Morebiti lahko pojasnite, zakaj ste se leta 2007 skupaj s takratnim dekanom prof. dr. Tomaž Slivnikarjem odločili podpisati dogovor o sodelovanju tudi z Obrtno podjetniško zbornico Slovenije (OZS)?

Prof. Bešter: Tako sodelovanje je predpogoj za uspešen tehnološki razvoj neke države. Kot sem nakazal že v zadnjem delu odgovora na prejšnje vprašanje, nam v Sloveniji močno primanjkuje sodelovanja in izmenjave znanj ter tudi ljudi med znanostjo, šolstvom in industrijo. V tujini velja, da dober univerzitetni profesor preživi



Predavanje v multimediji učilnici

ravno toliko časa v »industriji« kot ga uspešen podjetnik na »fakulteti«. Do zdaj univerzitetni profesorji niso bili nagrajevani za konkretno projektno delo izven fakultete, čeprav je ravno to verjetno veliko bolj prispevalo k njihovi dobri strokovni usposobljenosti kot pa zgolj objava nekega članka. Slovenske znanstvenoraziskovalne ustanove in tudi podjetja se še premalo zavedajo, da na vsakega perspektivnega posameznika, bodisi vrhunskega znanstvenika ali talentiranega osnovnošolca, ne »prežijo« le centri znanja v bližnji okolici (Gradec, Celovec, Beljak, Innsbruck, Trst, München, ...), ampak tudi najuglednejše svetovne izobraževalne ustanove v Bostonu, Oxfordu, Cambridgeu, Palu Altu in drugje. Vsaka pobuda, ki sodelovanje med podjetji in univerzo krepi in odpira nove možnosti in priložnosti, je zato dobrodošla. OZS združuje in povezuje večinoma manjša podjetja in samostojne podjetnike, kar je lahko precejšnja prednost pri sodelovanju z univerzo ali drugimi znanstvenoraziskovalnimi inštitucijami, saj se izognemo preveliki stopnji hierarhije in birokracije, ki je pogosto ovira za tesnejše tovrstno sodelovanje v srednjih in velikih podjetjih. Še tako dober razvojni oddelek v današnjih časih izolirano ne zmore pripraviti prebojnih in vrhunskih rešitev, ki bi bile konkurenčne tudi na svetovnem nivoju. Pomembna sta tudi skupen in bolj usklajen nastop na tujih trgih in pri tujih partnerjih.

Ventil: Za vami je izjemno bogata in zanimiva življenjska pot, ukvarjate se s telekomunikacijami, multimedijo

in sodelujete na številnih področjih, mogoče bi nam zaupali, kakšni so vaši načrti za prihodnost, čemu boste namenjali največ pozornosti?

Prof. Bešter: Izzivov je ogromno. Na tehnološkem področju pa so velik izziv nove konvergenčne multimedijske storitve in uporabniku prijazni terminali na področju izobraževanja, trajnostnega razvoja in zdravja.

Trenutno pa precej svoje energije posvečam tudi vprašanju, kako vzpodbuditi mlade za inovativnost in tehnično kulturo. Ob vseh tehnoloških spremembah, šolskih reformah, pedagoških metodah, poslovnih priložnostih in kljub stalnemu motiviranju se zdi, kot da se večina današnje generacije mladih nekako ne najde v globalni konkurenci. Da jim je vseeno, kam bo šel razvoj njih in njihove kariere kot tudi družbe nasploh. S tem se nikakor ne morem strinjati in sprijazniti in ker sem realist, še vedno verjamem, da današnji mladi niso nič slabši od nas, ki smo zagrizeno študirali pred 30 leti, so pa mladi v zelo drugačnih razmerah. Sprašujem se, kako iz sivine in apatične melanholije današnjega univerzitetnega vsakdana najti in izbrati tiste, ki jim vendar ni vseeno. Kako vzpodbuditi talente, nove voditelje družbenega in gospodarskega razvoja? Prepričan sem, da nam bo uspelo zmotivirati jih v prebojnice, v tiste, ki jim bo uspelo!

Ventil: Hvala za vaše odgovore in nadvse zanimive informacije. Želimo vam še veliko uspeha!

Janez Škrlec

*Želimo vam vesele božične praznike
in uspešno novo leto 2011.*

*We wish you a Merry Christmas
and a Happy New Year 2011.*

VENTIL

REVUA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

JOURNAL FOR FLUID POWER, AUTOMATION AND MECHATRONICS

Dnevi strojništva v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki

Janez TUŠEK

■ 1 Uvod

V dneh od 28. 10. do 30. 10. je v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki potekala prva prireditev z naslovom: Dnevi strojništva. Namen prireditve je bil širokemu občinstvu in predvsem šolajoči se mladini z muzejskimi zbirkami prikazati zgodovino strojništva in z delavnicami, ki jih je pripravila,

organizirala in izvajala Fakulteta za strojništvo iz Ljubljane, osvetliti pomen strojništva v današnjem času. Prireditev je organiziralo osebje muzeja skupaj z vodstvom Fakultete za strojništvo iz Ljubljane. Idejo za organizacijo Dnevov strojništva je dal prof. dr. Mirko Čudina s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. Največ dela pa je za letošnje prvo prireditev opravil prodekan za raziskovalno delo na Fakulteti za strojništvo prof. dr. Mitja Kalin. Podobne prireditve so bile v preteklosti že organizirane. Najdaljšo tradicijo imajo elektrotehniki. V tem letu so organizirali že deveto prireditev z naslovom Dnevi elektrotehnike,

Prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, fakulteta za strojništvo



Slika 1. Pogled na Tehniški muzej Bistra z južne strani

ki jo Tehniški muzej organizira skupaj s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Drugo takšno prireditev z naslovom Dnevi fizike organizirajo Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije skupaj s Fakulteto za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, Pedagoško fakulteto Univerze v Ljubljani in Fakulteto za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s Tehniškim muzejem Slovenije. Podobne dneve pa organizirajo tudi drugi. Najtu omenim le prireditev z naslovom Dnevi inovatorjev, ki jih v Tehniškem muzeju Slovenije pripravljajo v sodelovanju z Inovatorskim centrom ASI (Aktivni slovenski inovatorji). Vsem prireditvam, ki so dokaj različne, je skupno to, da se obiskovalcem muzeja na zanimiv in praktičen način približata naravoslovje in tehnika v celotnem zelo širokem in predvsem

uporabnem spektru.

Vsem, ki smo na tak ali drugačen način povezani s strojništvom, se zdi takšna prireditev zelo posrečena in koristna. Edino vprašanje za v bodoče je, kako na takšno prireditev privabiti več srednješolcev, gimnazijcev in tudi osnovnošolcev skupaj s pedagogi. Samo zavzetost učiteljev

v primarnem in sekundarnem izobraževanju lahko prinese uspeh. To pa je, da bi se mladi pogosteje odločali za vpis v srednje tehnične šole in kasneje na tehnične in naravoslovne fakultete. Le tehnično informirani in v tehniko prepričani učitelji lahko mladino navdušijo za študij tehnike ali naravoslovja. Strah pa nas je, da se bo v bodoče nadaljevalo, kar se v sedanjosti pogosto dogaja, da pedagogi, zadolženi za tehniko v osnovnem in srednješolskem izobraževanju, to mladini osovražijo.

■ 2 Tehniški muzej Slovenije v Bistri pri Vrhniki

Tehniški muzej Slovenije obstaja že skoraj šestdeset let. Zbirke, eksponati in dejavnost muzeja se stalno dopolnjujejo in širijo tako po obsegu kot po vsebini. Največji problem je

prostorska stiska. Celotno osebje muzeja je zelo predano stroki, je zelo delavno. Prizadeva si za vodenje in vzdrževanje muzeja, za pridobitev novih eksponatov in vsebin ter z različnimi prireditvami in organizacijami narediti muzej popularen in privlačen za odraščajočo mladino in tudi za druge odrasle osebe.

2.1 Kratek opis zgodovine

Prvi znani podatki o kraju Bistra segajo v rimsko dobo, o čemer pričajo ohranjeni rimski kamni. Prvi pravi razcvet pa je kraj doživel kot kartuzijanski samostan. Njegovi začetki so tesno povezani s koroškim vojvodom Bernardom Spanheimskim, ki je okoli leta 1220 poklical na Kranjsko prve kartuzijanske menihe. Njegov sin Ulrik Spanheimski je kartuziji z darilno listino dokončno zagotovil obstoj. Bistra (lat. Vallis iocosa), ki je bila poleg Žič iz leta 1160, Jurkloštra iz leta 1170 in Pleterij iz leta 1407 ena izmed štirih kartuzij na slovenskem ozemlju, je dosegla višek na kulturnem in gospodarskem področju v 14. stoletju. Narodna in univerzitetna knjižnica v Ljubljani hrani pomembne in dragocene iluminirane rokopise, ki so nastali v tem samostanu. Med njimi je tudi prepis Avguštinovega dela *De civitate dei* iz leta 1347.

V stoletjih so samostansko poslopje večkrat prizadeli požari in potresi, ki so ogrozili Bistro in jo malodane uničili. Čeprav se je od izvirne srednjeveške zasnove do današnjih dni ohranil le del malega gotskega križnega hodnika iz leta 1449, je še vedno slutiti veličino starodavnega samostana.

Jedro samostana je bila značilna kartuzijanska enoladijska cerkev iz 13. stoletja z malim križnim hodnikom, ob katerem so bili skupni prostori s kapiteljsko dvorano in jedilnico. Veliko površino na vzhodni strani je zavzemal veliki križni hodnik, ki je povezoval okrog njega nanizane meniške celice. Na sredini je bilo samostansko pokopališče. Cerkev, porušena leta 1808, je stala tam, kjer se danes dvorišče odpira proti parku. Ob sedanjem baročnem prehodu na notranje dvorišče se nahaja ka-



Slika 2. Zunanji videz muzeja

pela sv. Jožefa, okrašena z bogatimi štukaturami in freskami Antona Cebaja iz druge polovice 18. stoletja. V 16. stoletju so bila ob potoku dograjena gospodarska poslopja, v 17. pa so samostan predelali in mu dodali baročne arkade.

Leta 1782 je habsburški cesar Jožef II. izdal odlok o razpustitvi samostanov. Menihi so zapustili Bistro, premoženje pa je prešlo v roke verskega sklada, s katerim je upravljala država, dokler ni poslopja in okoliških posesti leta 1826 kupil trgovec in tovarnar Franc Galle. On in njegovi nasledniki so Bistri vtisnili podobo graščine, kakršno ima še danes. Po drugi svetovni vojni je bila graščina s celotno posestjo nacionalizirana. In prav v njej je muzej kmalu po ustanovitvi leta 1951 dobil svoje prostore.

2.2 Ustanovitev muzeja

Nameni ustanovitve Tehniškega muzeja Slovenije (TMS) so bili evidentiranje, zbiranje, urejanje, hranjenje, varovanje, posredovanje in zaščita tehniške dediščine, povezane z razvojem obrti in industrije na slovenskih tleh. Ob tako široko zastavljeni nalogi ter pomanjkanju razstavnih in depojskih prostorov so postopno v posameznih krajih ustanovljali posebne tehniške zbirke, ki so se z leti osamosvojile. Mednje sodijo Kovaški muzej v Kropi, Mestni muzej v Idriji,

tekstilna zbirka v okviru Gorenjskega muzeja v Kranju in železarska zbirka na Jesenicah.

Prve zbirke TMS v Bistri, ki so obravnavale gozdarstvo in lovstvo, so javnosti odprle vrata leta 1953. Danes so na več kot 6000 m² razstavnih površin na ogled stalne zbirke s področja kmetijstva, prometa, gozdarstva, lesarstva, lovstva, ribištva, tekstila, tiskarstva in elektrotehnike. Dislocirane enote muzeja v Bistri so še v Polhovem Gradcu, kjer je urejen Muzej pošte in telekomunikacij, na gradu Bogenšperk, kjer sta obiskovalcem na ogled Slovenska geodetska zbirka ter Valvazorjeva grafična zbirka, in v Soteski, kjer je deponirana zbirka vozil.

2.3 Predstavitev muzeja

Tehniški muzej Slovenije ponuja svojim obiskovalcem v Bistri pri Vrhniki poleg individualnega ogleda zbirk še bogato ponudbo izobraževalnih vsebin.

Vsaki starostni skupini posebej in vsaki interesni skupnosti lahko prilagodijo aktivnosti v muzeju. Za ponujene vsebine in za razne prireditve so potrebne predhodne najave, vsaj en teden pred obiskom.



Slika 3. Zbirka starih avtomobilov

Dogodki, ki so se ali pa se bodo dogodili v tem letu:

- Gostujoča razstava: Sto let brnenja na našem nebu, četrtek, 25. marec 2010, ki traja dalj časa.
- Občasna razstava: Rod Štefe in Arpada: Ris v Sloveniji, četrtek, 22. april 2010, ki traja dalj časa.
- Odprtje Znanstvene pustolovščine, Interaktivna igra, sreda, 6. oktober 2010, ki traja dalj časa.
- Umetnostnozgodovinsko vodstvo po muzeju in prikaz tiskanja na tiskarski stroj tiegl, vodstvo in demonstracija, nedelja, 24. oktober 2010.
- Prikaz ulivanja črk, demonstracije, nedelja, 31. oktober 2010.
- Restavratorska delavnica, sobota, 6. november 2010.
- Prikaz peke kruha v krušni peči, demonstracija, nedelja, 7. november 2010.
- Delavnica Spoznajmo kaligrafijo, sobota, 13. november 2010.
- Prikaz delovanja starih tekstilnih strojev, nedelja, 14. november 2010.
- Delavnica peke kruha, sobota, 20. november 2010.
- Prikaz ročnega kovanja podkev, nedelja, 21. november 2010.
- Modelarska delavnica, sobota, 27. november 2010.
- Prikaz izdelave dražgoških kruhkov, nedelja, 28. november 2010.

■ 3 Dnevi strojništva

Strojništvo kot veda, znanost in študij ali celo način življenja je bilo s to prireditvijo v Tehničnem muzeju v Bistri praktično prvič predstavljeno javnosti v taki obliki. Do sedaj smo strojništvo v večini primerov predstavljali kot



Nagovor dekana FS Ljubljana, prof. dr. Jožefa Duhovnika

študij na univerzi, in to predvsem srednješolskim dijakom, njihovim učiteljem in njihovim staršem. Prireditelj v Bistri pa je bila namenjena predvsem predstavitvi študentskih strojniških izdelkov in projektov, ki so nastali v sklopu študijskega procesa za potrebe reševanja tehničnih problemov v industriji in udeležbe pedago-

gov, raziskovalcev in študentov v tujini na mednarodnih univerzitetnih in drugih tekmovanjih ter raznih kongresih, konferencah in podobnih druženjih.

Ob odprtju Dnevov strojništva 28. 10. v Muzeju Bistra je zbrane nagovoril predstavnik muzeja. Podal je nekaj osnovnih podatkov o muzeju in prireditvi. Spregovoril je tudi dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Jožef Duhovnik, ki je v nagovoru poudaril, da je Fakulteta za strojništvo razvojnoraziskovalna in izobraževalna ustanova, ki uspešno izobražuje inženirje za našo in tudi tujo industrijo. Poudaril je zelo preprosto dejstvo, da je strojništvo veda, ki človeku pomaga skrbeti za umno izkoriščanje narave in vseh procesov v njej. Strojništvo je izziv, ki ponuja velike možnosti za udejstvovanje, delovanje in za izdelavo kreativnih rešitev. Poudaril je, da mora strojništvo skrbeti za okolje, zato se mora vsak pri vsaki novi ideji vprašati tudi o posledicah, ki bi jih uresničitev ideje imela za ljudi, okolje in prostor, v katerem živimo.

Obiskovalcem Dnevov strojništva, učencem osnovnih šol, dijakom sre-

dnjih šol in študentom ter drugim obiskovalcem so bile na voljo številne zanimive delavnice, prikazane so bile naprave in drugi produkti ter tudi nekateri procesi študentov Fakultete za strojništvo iz Ljubljane, s katerimi raziskujemo in jih uporabljamo pri reševanju tehničnih problemov v industriji.

Dogodki oziroma delavnice, ki so potekali v sklopu Dnevo strojništva

3.1 Študentski projekt: STUDENT ROADSTER

Predstavljen je bil unikaten avtomobil, izdelan v okviru projekta, ki so ga skoraj v celoti izpeljali študentje sami. Začetek projekta sega v leto 2000. Osnova je bil avto Peugeot 406, ki so ga v celoti predelali v dvosedežni športni avto in mu nadelo novo, unikatno zunanjo podobo. Zelo pomembna je tudi sposobnost študentov za organizacijo dela, zagotovitev unikatnih delov avtomobila v naši industriji, za timsko delo študentov, profesorjev in zaposlenih v slovenski avtomobilski industriji in seveda za samo predstavitev ter promocijo izdelka, ki je ravno tako del strojniškega poklica. To je bil v sklopu Dnevo strojništva dogodek, ki si ga bo prav gotovo zapomnil vsak obiskovalec muzeja.

3.2 Brezpilotna letala

Na ogled so bila tri daljinsko vodena brezpilotna letala, izdelana za mednarodno študentsko tekmovanje z naslovom Design/Build/Fly (konstrukcija/izdelava/poleti). To je tradicionalno tekmovanje, ki poteka vsako leto spomladi v Združenih državah Amerike. Naši študenti, ki so se ga pod vodstvom prof. Tadeja Kosela že večkrat udeležili, so na teh tekmovanjih zelo uspešni. Tudi ta delavnica v muzeju Bistra je dala prireditvi velik pečat. Letalstvo je pri nas še vedno nekaj, kar je za mnoge neznanca in strah v vseh pogledih. S to delavnico smo želeli prikazati dejavnost Fakultete za strojništvo in tudi, vsaj do neke mere, odpraviti omenjena stereotipa o letalstvu.

3.3 Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih tridimenzionalnih oblik: LASMIL

V okviru Dnevo strojništva je bil predstavljen Sistem Lasmil, ki omogoča hitro, preprosto in natančno tridimenzionalno merjenje teles, njihov prikaz in izdelavo na osnovi posnetka. Sistem omogoča merjenje in



Predstavitev Sistema Lasmil

skeniranje zelo zapletenih oblik raznih orodij, objektov, spomenikov, človeških udov in drugih elementov kompleksnih oblik. Na primer: možno je posneti človeško nogo in na osnovi posnetka izdelati čevlji, ki je prilagojen nogi. Sodobni človek se vedno več srečuje z laserjem. Prav s tem dogodkom pa smo želeli obiskovalce seznaniti z laserjem in njegovo uporabo v vsakdanjem življenju.

3.4 Mobilni roboti

Predstavljeni so bili mobilni roboti, namenjeni predvsem za študijske in

raziskovalne namene. To so posebna robotska vozila, ki brez voznika na osnovi programa izbirajo pot in smer gibanja ali pa se gibljejo na osnovi podatkov iz senzorjev, ki so vanje vgrajeni. Njihova uporaba je zelo raznolika in večnamenska. V industriji in v vsakdanjem življenju jih uporabljamo v vojaške namene za odkrivanje minskih polj ali za opazovanje in varovanje določenega področja, v industriji za prenos tovora in blaga, v vsakdanjem življenju pa npr. za sesanje prahu v stanovanjih in drugih prostorih.



Mobilni robot

3.5 Motocikel: 2 CUSTOM – MADE SCOOTER

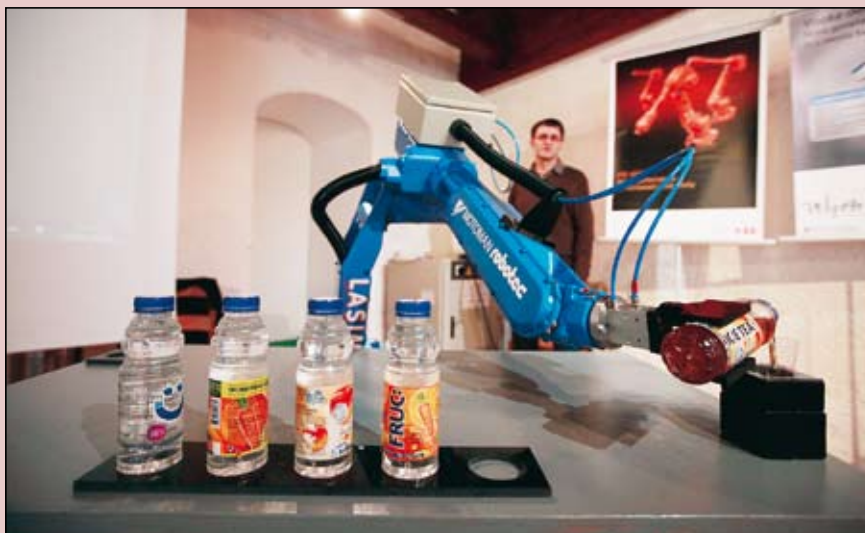
Na ogled je bil skuter, ki so ga študentje in mentorji popolnoma predelali. Z nadgrajenim agregatom in centralnim vzmetenjem je edinstven na svetu. Ideja in izvedba o predelavi klasičnega dvotaktnega vodno hlajenega skuterja s 50 ccm je nastala na Fakulteti za strojništvo. Tudi ta delavnica je privabila veliko obiskovalcev, predvsem mladih.

3.6 Mednarodna evropska šola razvoja novega izdelka: EGPR

Razvoj novih, tržno zanimivih izdelkov je osnova vsakega zdravega in uspešnega gospodarstva, mednarodno uspešnega ter uveljavljenega podjetja in vsakega dobrega ter prodornega strojnega inženirja. S to delavnico smo želeli mladim ljudem, ki vstopajo v študij, predstaviti osnovne teoreme in principe pri razvoju novih izdelkov; podobno kot so predstavljeni v Mednarodni evropski šoli razvoja novega izdelka EGPR (European Global Product Realisation), v katero je vključena tudi Fakulteta za strojništvo v Ljubljani. Osnovni cilj delavnice je spodbuditi obiskovalce k stalnemu kreativnemu razmišljanju in k inovativnemu delovanju. Delavnico je vodil naš bivši študent, ki je v preteklosti sam sodeloval v podobni šoli.

3.7 Hidravlične komponente

Hidravlika je del strojništva, uporabna znanost in del tehnike, ki se ukvarja z mehanskimi lastnostmi tekočin, s prenosom sil po tekočinah in z mehansko tekočin v splošnem. Brez hidravlike si danes ne moremo predstavljati strojništva, prometa, gradbenih strojev in številnih drugih naprav, ki jih srečujemo vsak dan. Med hidravlične komponente štejemo ventile, črpalke, zasune, zaslonke in podobno. V okviru Dnevov strojništva je bil prikazan način delovanja hidravličnih komponent na realnih primerih. Poleg tega so bili prikazani primeri v slikovitih prerezih, po katerih so si obiskovalci delovanje hidravličnih komponent lahko zlahka predstavljali.



6-osni členkasti robot

3.8 Akustična kamera

Za akustično kamero lahko zapišemo, da je umetno uho. Če pa jo priključimo na računalnik, opredeli zvok podobno kot človeški možgani. Tako natančno pač še ne, toda razvoj gre v tej smeri. Saj tudi ljudje nimamo enakega poslušanja in enakih možnosti za razločevanje zvočnih signalov. Z akustično kamero posnamemo zvok in ga grafično narišemo v obliki signala ali celo slike. Izvor zvoka in smer širjenja zvoka pa kamera določi celo bolj natančno kot povprečno človeško uho. Za natančno opredelitev izvorov zvoka ima akustična kamera v svoji enoti nameščenih kar 32 mikrofонов.

3.9 Infrardeča termografija

Znano je, da različne barve sevajo svetlobo različnih valovnih dolžin. Prav tako je znano, da praktično vse snovi pri različnih temperaturah oddajajo svetlobne žarke različnih valovnih dolžin in različnih intenzitet. Absorpcija in emisivnost sta dve fizikalni lastnosti površin snovi, ki se od vrste do vrste med seboj razlikujejo, in sta močno odvisni od temperature, ki jo ima snov. V splošnem poznamo vidno, infrardečo in ultravijolično sevanje. Na delavnici je bila prikazana hitrotekoča kamera, ki deluje v vidnem in infrardečem spektru in se uporablja za hitre procese, kot je prikaz delovanja strelnega orožja, pri študiju hitrih toplotnih procesov s prenosom mase in toplote in podobno.

3.10 Robot

Robot je za mlade in še posebno za starejše ljudi še vedno sinonim za vrhunski razvoj in vrhunski dosežek tehnike. Danes obstaja cela vrsta robotov. Delimo jih po različnih kriterijih. Roboti se uporabljajo tudi na strojniškem področju. Najbolj so se uveljavili v industriji za težka, ponavljajoča se dela in za dela v težkem okolju – s slabim zrakom, slabo svetlobo ipd. V okviru Dnevov strojništva smo prikazali sodoben 6-osni členkasti robot. Pri prikazu je bil poudarek predvsem na enostavnem upravljanju, kar je za industrijsko in fleksibilno uporabo zelo koristno.

4 Ugotovitve

Prireditvev je uspela, kot smo pričakovali. Prav gotovo tudi tu velja pregovor, da je vsak začetek težak in grenak. S prireditvami moramo vsekakor nadaljevati. Izbrana lokacija je zelo dobra, edino čas organizacije mogoče ni bil najbolj primeren. Zelo pomembno je, da je vreme lepo in toplo, da si obiskovalci ogledajo prireditvev in sam muzej, se sprehodijo v čudoviti okolici, da spoznajo razsežnost celotnega kompleksa Tehniškega muzeja Bistra in da je tehnična kultura na Slovenskem bogata, dolga in zelo raznovrstna. Velik korak bi morali narediti v smeri promocije. Prireditvev bi morala postati tradicionalna in vedno približno ob istem letnem času. Kako jo promovirati in nanjo privabiti več ljudi, pa je naloga, ki jo moramo do naslednjic zelo dobro pretehtati in izpeljati. ■

S tako produktivnostjo vas ne bo nikoli zametlo

Izdelek: snežni plug Rasco
Varjenje z roboti Motoman
Material: jekloS235JR



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

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

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

YASKAWA
MOTOMAN

www.motoman.si

Konferenca PLM Europe 2010

Tomaž PERME

V Linzu v Avstriji je bila od 18. do 20. oktobra uporabniška konferenca PLM Europe oziroma letno srečanje uporabnikov programskih rešitev in tehnologij podjetja Siemens PLM Software. Med njihove tehnologije in programske rešitve spadajo tudi orodja, ki so poznana pod blagovno znamko Tecnomatix in se uvrščajo v skupno rešitev za digitalno izdelavo (Digital Manufacturing Solutions). V prispevku sta predstavljeni vizija in strategija podjetja, pa tudi glavne značilnosti in novosti na področju orodij za digitalno izdelavo.

Uporabniške konference Siemens PLM Connection Europe 2010, ki jo je organiziralo združenje PLM Europe, se je udeležilo več kot 740 predstavnikov iz 209 podjetij iz 25 držav. V treh dneh je bilo na programu 130 predstavitev, ki so obravnavale industrijsko uporabo in novosti programskih rešitev za razvoj, načrtovanje izdelovalnih procesov in podporo izdelavi izdelkov v kosovni proizvodnji, pa tudi praktično izobraževanje in urjenje s temi orodji. Približno 30 odstotkov prispevkov so prispevali uporabniki, ostale pa strokovnjaki iz partnerskih podjetij in sponzorji dogodka. Dogodek je sponzorsko podprlo 32 partnerskih podjetij, kar je rekord, ki dokazuje moč partnerske mreže Siemens PLM Software, pa tudi uporabe njenih rešitev in tehnologij. Najvišje cenjena sponzorja med njimi sta bila Microsoft in HP. Posebna pozornost je bila namenjena tudi strokovnim medijem, za katere so organizirali druženje z vodstvom podjetja, pa tudi z vodilnimi ljudmi iz razvoja glavnih tehnoloških skupin oziroma programskih rešitev (NX, Solid Edge, Teamcenter, Digital Manufacturing oziroma Tecnomatix). Med vabljenimi mediji je bila tudi revija IRT3000, zato lahko najpomembnejša sporočila konference in druženja s predstavniki podjetja Siemens PLM Software kot

Doc. dr. Tomaž Perme, univ. dipl. inž., DRP, Perme Tomaž, s. p., Zgornje Gorje



Tony Affuso, izvršni direktor Siemens PLM Software, je posebej poudaril pomen združevanja življenjskih ciklusov izdelka in izdelave v virtualno okolje za preverjanje izdelka, izdelave, pa tudi stroškov

tudi iz pogovora z **Ziyanom Amramom**, podpredsednikom Tecnomatixa, delimo z bralci revije Ventil.

Vizija in strategija podjetja Siemens PLM Software

Uvodno predstavitev na konferenci je imel **Tony Affuso**, izvršni direktor podjetja Siemens PLM Software. Podjetje ima približno 7800 razvijalcev, tržnikov in strokovnjakov za tehnično podporo na različnih lokacijah po vsem svetu. So del skupine Siemens AG oziroma eden od štirih stebrov Siemensovega oddelka za avtomatizacijo v industriji (Siemens Industry

Automation Division), ki ima 37.000 zaposlenih in je v letu 2009 ustvaril 6,5 milijard evrov prihodkov od prodaje.

Osnovni cilj podjetja Siemens PLM Software je nuditi celovite rešitve za povečanje produktivnosti in uresničevanje inovativnosti, glavno poslanstvo pa podpora uporabnikom pri ustvarjanju odličnih izdelkov. V letu 2010 so poslovali uspešno, saj so v zadnjih treh četrletjih beležili rast poslovanja in dvomestno rast števila licenc. V zadnjih 12 mesecih so dobili 4000 novih uporabnikov. Tako imajo trenutno približno 68.700 uporab-



Chuck Grindstaff, predsednik upravnega odbora Siemens PLM Software, je predstavil tudi orodja za podporo načrtovanju in preverjanju avtomatizacije, ki temeljijo na programski rešitvi Tecnomatix Process Simulate

nikov in 6,7 milijonov uporabniških mest oziroma licenc. Njihov program obsega programske rešitve za razvoj in preizkušanje izdelkov NX, načrtovanje izdelave sestavnih delov izdelka NX CAM, orodja za načrtovanje procesov sestavljanja in avtomatizacijo izdelovalnih procesov, združenih pod imenom Tecnomatix, ter Teamcenter, sistem za upravljanje z inženirskimi podatki in znanjem PLM (Product Lifecycle Management). Vizija podjetja do leta 2030 je brezšivno povezati inženirske dejavnosti na ravni izdelka in izdelave s porazdeljenimi modeli in podatki.

Med novimi in vodilnimi tehnologijami je Affuso poudaril sinhrono tehnologijo in Solid Edge ST3, sistemski pristop pri združevanju življenjskega ciklusa izdelka in izdelave, ki povečuje produktivnost in učinkovitost, ter okvir tehnologije HD PLM (High Definition PLM) za zmanjšanje kompleksnosti in hitrejši dostop do odločilnih podatkov. Glavni cilj HD PLM je reševanje izziva najti v terabajtih podatkov in znanja o izdelkih in procesih izdelave prave v trenutku, ko so potrebni za sprejemanje odločitev.

Predstavitev vizije in strategije podjetja Siemens PLM Software je nadaljeval Chuck Grindstaff, predsednik upravnega odbora podjetja. Poslovna strategija se bo še bolj osredotočila na ključne platforme in procese v avtomobilski in letalski industriji, industriji strojev in naprav, elektronski industri-

ji, ladjedelništvu in industrij izdelkov za splošno porabo. Med glavnimi usmeritvami so odprtost, povezovanje več tehnoloških področij – od PLM, avtomatizacije, mehatronike, komunikacij, uporabniških vmesnikov do proizvodnih informacijskih sistemov, ter združitev življenjskega ciklusa izdelka in izdelave – od zamisli in zasnove do izdelave in pakiranja za določenega kupca. Razvoj tehnologij bo osredotočen na HD PLM, sistemsko gnan razvoj izdelkov, združeno definicijo izdelka, združitev izdelka

in izdelave ter odprto in prilagodljivo hrbtenico podatkov in znanja.

Programske rešitve za digitalno izdelavo

Od združitve podjetja Tecnomatix s podjetjem UGS in nato Siemensovim nakupom in preimenovanjem podjetja UGS v Siemens PLM Software je bilo vsaj na področju orodij za podporo načrtovanju izdelave in avtomatizacije nekakšna zmeda z imeni in uporabnostjo programskih rešitev za digitalno izdelavo. Ziyam Amram, podpredsednik Tecnomatixa in odgovorni za razvoj rešitev za digitalno izdelavo, je bil prava oseba za razrešitev teh vprašanj.

Najprej je pojasnil, da osebno rad govori o rešitvah na nekem področju delovanja oziroma o domeni, v tem primeru digitalni izdelavi. V tej domeni so v podjetju Siemens PLM Software programske rešitve NX CAM, ki je tudi del CAM-platforme, ter Teamcenter Manufacturing in Tecnomatix. Osnovna zamisel je združitev tehnologij in programskih rešitev za digitalno izdelavo (*slika 4* in *slika 5*) v enotno uporabniško okolje za uporabnike Teamcentra oziroma za posamično uporabo za tiste, ki to niso. Kljub združitvi želijo ostati odprti in nuditi rešitve uporabnikom Teamcentra, pa tudi tistim, ki Teamcentra ne uporabljajo.



Ziyam Amram, podpredsednik Tecnomatixa in odgovorni za razvoj rešitev za digitalno izdelavo, je predstavil strategije in novosti programskih rešitev Tecnomatix Digital Manufacturing

Tecnomatix obsega tri programske rešitve za tri področja uporabe. Prvo področje je robotska simulacija, ki je izvorna tehnologija prvotnega podjetja Tecnomatix za simulacijo robotskih celic. Drugo in tudi največje področje je načrtovanje sestavljanja (*Assembly Planning*), ki se uporablja med drugim za načrtovanje procesov sestavljanja v različnih industrijah. V to skupino spadajo programske rešitve Process Designer, Process Simulate, Variation Analyser in druga (slika 5). Načrtovanje sestavljanja vključuje simulacijo, navodila za delo, povezavo s proizvodnjo (*shop floor*) in preslikavo kosovnice izdelka v tehnološko kosovnico. Tretja tehnologija oziroma programska rešitev pa je Plant Simulation. To je orodje za diskretno simulacijo. Plant Simulation je povsem neodvisna programska rešitev in od vseh najmanj povezana s Teamcentrom. Lahko jo uporabljajo majhna, srednje velika ali pa zelo veliko podjetja.

Simulacijska orodja Process Simulate in Plant Simulation

Na področju simulacije je vedno vprašanje, katera je za neko uporabo najprimernejša. Med orodji za simulacijo je tudi NX CAM, ki pa ne spada več med orodja Tecnomatix. NX CAM lahko povežemo s krmilnikom stroja in simuliramo na primer delovanje obdelovalnega stroja (Virtual Machining). To so tehnologije za izdelavo sestavnega dela. Za procese sestavljanja pa je najprimernejše orodje na trgu Process Simulate. Prilagojeno je načrtovanju in simulaciji procesov sestavljanja in omogoča tvorjenje zaporedja in upoštevanje omejitev. Process Simulate lahko uporabljamo samostojno ali pa združenega v Teamcenter. S tem lahko uporabnik izkoristi vse prednosti enotne podatkovne hrbenice. Drugo orodje za simulacijo pa je Plant Simulation. Plant Simulation je diskretna simulacija, ki se uporablja za modeliranje proizvodnje in analizo toka materiala ter načrtovanje logistike.

Process Simulate je v primerjavi s programom Plant Simulation orodje za celotno organizacijo, saj potrebuje veliko inženirskih in drugih podatkov iz različnih oddelkov, ki so lahko tudi na



Glavna področja uporabe programskih rešitev Tecnomatix

oddaljenih lokacijah po svetu. Podatki za Plant Simulation pa so običajno omejeni na neko lokacijo oziroma tovarno in na vsega nekaj sodelujočih oseb. Zato je Process Simulate povezan oziroma združen s Teamcentrom, Plant Simulation pa ne. Za združitev slednjega sicer ni tehnoloških ovir, vendar je za uporabnike lažje, če je orodje samostojno. S tem je tudi bolj prilagodljivo in neodvisno ter primerno za majhna ali velika podjetja z enim ali več uporabniki.

Običajno je v velikem podjetju nekaj uporabnikov rešitve Plant Simulation in nekaj deset ali nekaj sto uporabnikov Process Simulate. V letalski industriji in ladjedelništvu je vsekakor tako, saj dela veliko ljudi z izdelki z veliko sestavnimi deli, in to na različnih koncih sveta. Zato potrebujejo tudi veliko uporabniških mest za Process Simulate. Plant Simulation za modeliranje in simulacijo toka materiala v proizvodnji pa uporablja le nekaj ljudi v oddelku načrtovanja in vodenja proizvodnje. Orodji imata različne uporabnike, pa tudi različne zahteve po informacijskih tehnologijah.

Programske rešitve za robotiko

Tecnomatix ima dve rešitvi za robotiko. Robcad je bil in je še vedno vodilna programska rešitev za simulacijo

in nesprotno (off-line) programiranje robotov v robotski celici. Razvili pa so tudi novo generacijo robotske simulacije in jo vključili v Process Simulate. Namenjena je povsem drugemu trgu kot Robcad. Z novo tehnologijo lahko uporabnik simulira delovanje robota v celici ali celotni proizvodni liniji. Za uporabnike z enim ali nekaj roboti je Robcad še vedno najboljša rešitev in ni razloga za zamenjavo oziroma prehod na Process Simulate.

Razvoja rešitev Robcad in robotike v Process Simulate tečeta trenutno vzporedno. Ker pa je Robcad že zrela tehnologija in orodje, je njegov nadaljnji razvoj počasnejši od razvoja nove tehnologije v Process Simulate. Ko bo povpraševanje po programski rešitvi za robotiko v Process Simulate dovolj veliko in bo rešitev dosegla funkcionalnost Robcada, bodo uporabnikom Robcada ponudili združitev s Process Simulate pod ugodnimi licenčnimi pogoji. Trenutno pa sta to dva različna izdelka in nimajo nobenega načrta upočasniti ali celo prenehati z nadaljnjim razvojem Robcada. Dokaz za to je tudi prehod večjega obsega uporabnosti Robcada, ki je bil klasičen uporabniški program na osnovi Unix, na osnovo Windows. Tudi v bodoče načrtujejo izdajo nove različice Robcada na običajnih 15 ali 18 mesecev. Število licenc Robcada se počasi

povečuje, predvsem pri obstoječih uporabnikih, ki potrebujejo za več robotov tudi več uporabniških mest. S številom robotov običajno narašča tudi potreba po nesprotnem programiranju in simulaciji. Število novih uporabnikov pa se ne povečuje.

Povezovanje z drugimi tehnologijami

Tecnomatix sodeluje v skupini Siemens predvsem z oddelkoma za industrijske avtomatizirane sisteme AS (Automation Systems) in za vodenje gibanja MC (Motion Control). S prvim se povezujejo na področju proizvodnega izvršnega (informacijskega) sistema MES (Manufacturing Execution System) SIMATIC-IT, z drugim pa na povezavi simulacije NX s krmilniki strojev in naprav.

Filozofija Tecnomatixa je ponuditi uporabniku celovito in odprto rešitev, ki združuje strojno in programsko opremo, kot so v tem primeru krmilniki in proizvodni izvršni sistem MES katerega koli ponudnika opreme. Seveda pa imajo posebej razvite povezave s Siemensovo opremo. Tako je programska rešitev za simulacijo delovanja strojev Virtual Machining s povezavo na krmilnik Siemens SINUMERIK na voljo na trgu kot celovita rešitev. Povezava na Siemensov sistem MES pa je še v pripravi. V osnovi je bil SIMATIC-IT namenjen procesni industriji, Tecnomatixovo področje delovanja pa je industrija s kosovno oziroma diskretno proizvodnjo. Zato je povezava malo bolj zapletena, razvoj pa zahteva malo več časa.

Programske rešitve Siemens PLM Software se povezujejo tudi z zasnovo celovito združene avtomatizacije TIA. Nedavno je Siemens AG objavil, da je Teamcenter hrbtenica zasnove TIA. Tako so tudi vsa programska orodja in tehnologije, ki so vključene v Teamcenter, del te zasnove. Zato sta del TIA tudi Process Simulate z vsemi rešitvami za robotiko in virtualni zagon (virtual commissioning), pa tudi Assembly Planning z vsemi orodji za načrtovanje in preverjanje sestavljanja oziroma vsa orodja in rešitve Tecnomatixa.

Pred združitvijo sta bila del Tecnomatixa tudi X-Factory and Factory Link. Od



Tehnologije in programska orodja za digitalno izdelavo

združitve naprej sta vodilni tehnologiji na področju sistemov MES in SCADA edino še SIMATIC-IT oziroma WinCC. Skupina, ki je skrbela za X-Factory in Factory Link, je sedaj del drugega oddelka, skrbi pa predvsem za vzdrževanje in podporo obstoječim uporabnikom.

Simulacija celotne tovarne

Dr. Thomas Strigl iz podjetja iSILOG je predstavil virtualni zagon (Virtual Commissioning) zapletene in obsežne avtomatizacije celotne tovarne. To se sliši zelo abstraktno, saj je bila v prikazanem primeru jeklarne proizvodnja v nekaterih delih daljša od kilometra. Poleg tega pa je vprašanje, zakaj bi sploh simulirali delovanje celotne jeklarne. Odgovor je v tem primeru dovolj preprost in nazoren. Tovarna v opisanem primeru stane dve milijardi evrov in vsaka zamuda pri zagonu ali če tovarna ne dela, kot je bilo načrtovano, stane veliko denarja in časa. V tem primeru simulacija občutno zmanjša taka tveganja.

Za simulacijsko orodje je iSILOG uporabil Tecnomatix Plant Simulation. Pri simulaciji je bil poudarek na opremi za avtomatizacijo. Preverjanje s simulacijo zagotavlja, da programska oprema za avtomatizacijo v povezavi z zaznavali in pogoni na strojih in napravah deluje pravilno in tekoče že ob prvem preizkusnem zagonu v resnični

tovarni. V prikazanem primeru tovarne je kar 19.000 vhodnih in izhodnih točk oziroma signalov, ki jih krmilijo programirni logični krmilniki (PLK) in druga oprema za avtomatizacijo. Vsa oprema za avtomatizacijo, kot so krmilniki PLK in uporabniški vmesniki HMI (Human Machine Interface), je bila postavljena v centru za preizkušanje, njeno delovanje pa je bilo preverjeno s simulacijo. Dodatno so se na opremi v preizkusnem centru urili operaterji in vzdrževalci. Simulacija in urjenje sta trajala od tri do šest mesecev. Poleg predhodno usposobljenih operaterjev in vzdrževalcev pa so glavna prednost virtualnega zagona predvsem visoka kakovost programske opreme že v prvem poizkusu (v tem primeru programov PLK) ter skrajšanje časa zagona in preizkusnega delovanja.

Sklep

Tehnologije in orodja za digitalno izdelavo so že tu. Pravzaprav so na trgu že nekaj časa, vendar se šele na primerih iz prakse pokaže, kako in zakaj jih lahko učinkovito uporabimo. Seveda so glavni uporabniki predvsem velika podjetja, ki lahko investirajo denar in čas v orodja in njihovo uporabo. V razpravi s ponudniki opreme, izvajalci rešitve in končnimi uporabniki pa se običajno pokaže, da so glavni dejavniki za uporabo novih tehnologij želja po drugačnem, bolj uspešnem delu ter znanje in izkušnje. ■

Posvet ASM '10

18. novembra je na GZS v Ljubljani potekal strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2010 – ASM '10. Posvet, ki je edini takšen dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM) Fakultete za strojništvo Univerze Ljubljani v soorganizaciji z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT) Republike Slovenije in Gospodarsko zbornico Slovenije, Združenjem kovinske industrije. Posvet je potekal že sedmič in je bil zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 100 udeležencev iz okrog 50 podjetij, inštitutov in dveh univerz, kar kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v proizvodnem procesu.

Avtomatizacija strege in montaže je v povezavi z informatizacijo proizvodnih procesov, robotizacijo in učinkovitim avtomatiziranim zagotavljanjem in kontrolo kakovosti v montažnih procesih v proizvodnji tisto področje, ki lahko bistveno prispeva k povečanju učinkovitosti in konkurenčnosti podjetij. V okviru posveta ASM '10 je bilo tako mogoče najti smernice in ideje za rešitve različnih problemov ter izmenjati izkušnje o številnih vprašanjih na področju strege in montaže.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil zanimivo srečanje, ki ga je sponzoriralo več ustanov in podjetij – med njimi generalni pokrovitelj FESTO, d. o. o., Ljubljana, kot dobro znan ponudnik in proizvajalec opreme za avtomatizacijo strege in montaže, OPL, d. o. o., kot zlati pokrovitelj in drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Udeležence posveta je po uvodnem nagovoru vodje Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko doc. dr.



Udeleženci posveta med predavanjem

Nika Herakoviča v imenu organizatorja Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani nagovoril prodekan prof. Janez Tušek, ki je hkrati predstavil pedagoško in razvojnoraziskovalno delo na Fakulteti za strojništvo in vizijo dela v prihodnje, v imenu soorganizatorja Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo pa mag. Peter Volasko, ki je predstavil slovensko razvojnoraziskovalno politiko. Izpostavil je predvsem potrebo po partnerskem sodelovanju med industrijo in univerzo. V imenu GZS je prisotne pozdravila mag. Janja Petkovšek, direktorica Združenja kovinske industrije pri GZS, ki je poudarila pomen kovinske industrije v Sloveniji in še posebej področja avtomatizacije nasploh, kamor spada tudi strega in montaža, ter na kratko podala pregled podatkov o stanju kovinske industrije v Sloveniji v letu 2009 in trende za nadaljnji razvoj.

Predstavitvi podjetja FESTO, d. o. o., Ljubljana, in njegovega programa (podjetje je predstavil njegov direktor Bogdan Opaškar) je sledil strokovni del srečanja, ki je bil razdeljen na tri tematska področja. Uvodoma je bila obravnavana tematika vloge robotov pri avtomatizaciji strežnih in montažnih procesov ter prikaz nekaterih novosti na področju sodelovanja robotov. Obravnavani sta bili tudi gibljivost robotskih sistemov in možnost uporabe večosnih senzorjev v robotskih

aplikacijah. Sledil je tematski sklop o povečanju učinkovitosti strežnih in montažnih procesov s poudarkom na uvajanju inteligentnih sistemov, uporabi filozofije LCIA v avtomatizaciji, uporabi naprednih senzorjev, izboljšanju učinkovitosti in delovnih pogojev, zahtevah za ustreznost merilne opreme v podjetjih itd. V tem sklopu je bila predstavljena tudi optimizacija pri procesu izdelave projekta. V tretjem tematskem sklopu je nekaj podjetij predstavilo praktične izkušnje s področja načrtovanja in avtomatizacije strežnih in montažnih sistemov v proizvodnih podjetjih in rudarstvu.

Na posvetu so se s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in tudi mnogimi dilemami predstavila številna podjetja. Mnoge prikazane rešitve so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev in bodo prav gotovo marsikomu pomagale pri reševanju vsakodnevnih problemov in dilem.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so podjetja lahko predstavila svojo dejavnost, vključno z demonstracijskimi modeli. Posvet ASM '10 je bil odlična priložnost za srečanje strokovnjakov sorodnih področij in medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

*Izr. prof. dr. Niko Herakovič,
vodja laboratorija LASIM*

Najavljamo posvet

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2011 – ASM `11

v novembru 2011
v Ljubljani

www.posvet-asm.si

Tematski sklopi na posvetu

Avtomatizacija strege in montaže 2011 bodo:

- avtomatizacija,
- robotika,
- krmiljenje,
- brezžični prenos podatkov,
- pogoni za manipulatorje,
- računalniški vid,
- povečanje učinkovitosti strežnih in montažnih sistemov ter procesov,
- nadzor strežnih in montažnih procesov,
- inteligentni nadzorni sistemi,
- proizvodna logistika,
- transport pri stregi in montaži,
- energijska varčnost avtomatiziranih naprav,
- cenovno ugodna oprema za avtomatizacijo,
- varnostni standardi,
- podjetja predstavljajo - primeri iz prakse.

Pokrovitelji in sponzorji

FESTO

IRT³⁰⁰⁰
inovacijerazvoje tehnologije
www.irt3000.com

VENTIL
www.in.FILSOVO TEHNIKO. AVTOMATIZACIJO in MEHATRONIKO

YASKAWA
MOTOMAN

SICK
Sensor Intelligence.

OPL **Rexroth**
Bosch Group
Začetnik

FDS
RESEARCH
COMPUTER VISION GROUP

Organizator posveta

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



LASIM
LABORATORIJ ZA STREGO, MONTAŽO
IN PNEVMATIKO

DAX

ABB

DTA 44

DOZIRNA TEHNIKA IN AVTOMATIZACIJA d.o.o.

Dodatne informacije:

Laboratorij LASIM, UL, FS, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana
tel.: 01/47-71-726(725); fax.: 01/47-71-434
e-mail: asm.lasim@fs.uni-lj.si ali niko.herakovic@fs.uni-lj.si
Internetna stran: www.posvet-asm.si

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

20. tehniško posvetovanje slovenskih vzdrževalcev

Hotel Planja na Rogli je tradicionalno prizorišče vseslovenskega srečanja vzdrževalcev, saj smo se tam v preteklih 20 letih srečali kar osemnajstkrat. Od 1991 do 2002 je dogodek nosil ime Srečanje vzdrževalcev Slovenije, v letu 2003 pa smo ga preimenovali v Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS). Zgodovino društva vzdrževalcev Slovenije je v Zborniku letošnjega posvetovanja predstavil Darko Cafuta, predsednik nadzornega odbora DVS, za ogled pa je na voljo tudi na naši spletni strani www.drustvo-dvs.si.



Otvoritvena slovesnost 20. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije (v prvi vrsti sedijo slavnostni govorniki – z leve proti desni: dr. Jožef Pezdirnik, mag. Jože Renar, dr. Aleš Mihelič, Klemme Wolff in Sergio Tončetič)

Na jubilejnem 20. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije, ki je bilo od 14. do 15. oktobra na Rogli, je obiskovalce na slavnostni otvoritvi poleg predsednika Društva vzdrževalcev Slovenije Sergia Tončetiča pozdravil tudi Hans Klemme Wolff, predsednik evropskega združenja vzdrževalcev EFNMS, ki je dogodku namenil nekaj pohvalnih besed, obenem pa predstavil smeri delovanja evropskega

združenja vzdrževalcev v prihodnje. Jubileju so spodbudne besede namenili tudi dr. Aleš Mihelič, generalni direktor Direktorata za tehnologijo

na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, mag. Jože Renar, pomočnik generalnega direktorja Gospodarske zbornice Slovenije, ter dr. Jožef Pezdirnik z ljubljanske Fakultete za strojništvo.



Pogled na razstavljeni prostor 20. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije

Pomemben del vsakoletnega TPVS je predstavitev podjetij na razstavi v Športni dvorani hotela Planja. Letos se je kljub izrazito neugodnim gospodarskim razmeram predstavilo 77 podjetij, med njimi 5 iz tujine. Letošnje posvetovanje je podprlo 8 sponzorjev in 4 medijski sponzorji, glavna sponzorja pa sta bila družba Atlas Copco, d. o. o., kot zlati ter družba Olma, d. d., kot generalni sponzor.

Obiskovalcem, ki jih je bilo skoraj 400, so razstavljalci predstavili najnovejše proizvodne in prodajne programe. Med obiskovalci in razstavljalci smo opravili anketo o posvetovanju in prepoznavnosti Društva vzdrževalcev Slovenije, s



Udeleženci okrogle mize Management v vzdrževanju na 20. TPVS

katero smo pridobili ključne informacije, pomembne za nadaljnji razvoj delovanja društva ter tudi za organizacijo in posodobitev posvetovanj v prihodnje.

Rdeča nit letošnjega posvetovanja je bila management v vzdrževanju. V okviru te teme je bilo v četrtek, 14. oktobra, predstavljenih 9 referatov. V petek, 15. oktobra, pa je potekala okrogla miza, ki so se je udeležili managerji in priznani strokovnjaki s področja vzdrževanja prepoznavnih slovenskih podjetij (*Perutnina Ptuj, d. d., Gorenje, d. d., Julon, d. d., Pivovarna Laško, d. d., Revoz, d. d., Talum, d. d., Acroni, d. d.*), predstavniki Univerze v Ljubljani, Višje strokovne šole TŠC Nova Gorica in Društva vzdrževalcev Slovenije. Razprava se je dotaknila vprašanj, kot so: kako management vzdrževanja deluje v praksi in kako bi (teoretično) moral delovati; kako naj bi potekalo kadrovanje in vzgajanje managerjev vzdrževanja; kdo bi v slovenskem gospodarskem prostoru moral odigrati ključno vlogo pri razvoju managementa vzdrževanja in kakšno vlogo pri njegovem razvoju ima Društvo vzdrževalcev Slovenije. Razpravljavci so jasno posredovali svoja pričakovanja do društva, ki jih bomo upoštevali pri dopolnitvi programa aktivnosti v prihodnje. Mnenja udeležencev in zaključki z okrogle mize so na voljo na [\[stvo-dvs.si/index.php?st=okrogla_miza\]\(http://stvo-dvs.si/index.php?st=okrogla_miza\).](http://tpvs.dru-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Društvo namenja vse več pozornosti izobraževanju. Poleg tega, da na strokovnih seminarjih izobražujemo naše člane, se povezujemo tudi z izobraževalnimi institucijami na vseh ravneh. Na 20. TPVS smo tako v sodelovanju s šolskimi centri predstavili projekt MUNUS2. V njegovem okviru se uvažajo prenovljeni izobraževalni programi v srednjem poklicnem in strokovnem izobraževanju. Na predavanju *Odloči*

se ... *pravilno!* je Denis Kač s ŠC Celje predstavil dobre prakse – vmesne rezultate projekta MUNUS2 – in obiskovalce informiral o novostih in možnostih, ki jih ponuja ta projekt na področju poklicnega in strokovnega izobraževanja ter s tem tudi vzdrževanja.

V okviru okrogle mize z naslovom *Predstavitev možnosti podiplomskega študija na področju vzdrževanja* pa je dr. Jože Vižintin, vodja Centra za tribologijo in tehnično diagnostiko na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, udeležencem predstavil program magistrskega in doktorskega študija terotehnologije.

Letos smo posebej ponosni na število prijav na natečaj za *najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja*, ki že vrsto let poteka pod okriljem tehniških posvetovanj. Nanj se je letos prijavilo 10 avtorjev izjemno kakovostnih diplomskih nalog. Štirje najboljši diplomanti so predstavili svoje diplomske naloge. Zmagovalec letošnjega natečaja pa je Martin Jurič iz Šolskega centra Ptuj z nalogo *Pnevmatična stiskalnica odpadne embalaže*. Za nalogo je prejel zlato plaketo in denarno nagrado društva. Komisija za izbor najboljše naloge je takole pojasnila svojo odločitev: »Zlata diplomska naloga predstavlja primer projektne naloge po principu od ideje do projekta. Končni pro-



Udeleženci natečaja za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja za leto 2010 na slavnostni podelitvi priznanj (v ospredju g. Martin Jurič prejema plaketo iz rok vodje natečaja g. Saksida)

dukt diplomske naloge je praktično široko uporaben izdelek, ki posredno zmanjšuje onesnaženost okolja. Študent je v diplomsko nalogo vpletel najrazličnejša dela, ki naj bi jih obvladal vsak vzdrževalec. Vse svoje delo je tudi lepo sistematično dokumentiral.»

Stalnica tehniških posvetovanj je tudi natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja. Na ta natečaj smo letos prejeli nekaj zanimivih idej, nagradili pa tri. Bronasto plaketo za najboljšo idejo je prejel Matjaž Podobnik iz družbe ETA Cerkno, d. o. o., za izboljšavo »Kontrola tiskanja rdeče pike«; s srebrno plaketo je bil nagraden tandem iz družbe Revoz, d. d., Novo mesto, ki sta ga sestavljala Alojz Mohorčič in Miha Murn, za izboljšavo »Izdelava pripomočka za demontažo ventilov na orodju za aplikacijo laka«; zlata plaketa pa je šla v roke Božislava Jančiča iz družbe Swatycomet, d. o. o., Maribor, za izboljšavo »Regulacija zaviranja surove tkanine – linija ISOTEX«.

Ob tej priložnosti se zahvaljujemo



Skupinska slika nagrajencev natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja za leto 2010 z vodjo natečaja g. Šinkovcem

vsem sponzorjem, razstavljalcem, predavateljem, obiskovalcem in drugim sodelavcem, ki so s svojimi prispevki, delom in sodelovanjem pripomogli k dobri izvedbi srečanja ter k prepoznavnosti društva v medijih in slovenskem gospodarstvu.

Nasvidenje na 21. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije, ki bo 13. in 14. oktobra 2011 na Rogli! Vljudno vabljeni!

Sergio Tončetič,
predsednik DVS

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile



JAKŠA

MAGNETNI VENTILI







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

www.jaksa.si

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

In memoriam: prof. dr. Jože Puhar

Po dolgotrajni in hudi bolezni je na zadnji poletni dan 2010 sklenil svojo življenjsko pot prof. dr. Jože Puhar, soustvarjalec povojne slovenske avtomobilske industrije, izjemen strokovnjak na področju teorije ozobij ter velik borec za razvoj in uveljavljanje slovenske tehniške terminologije.

Rojen je bil pozimi leta 1926 v Majšperku. Klasično gimnazijo je obiskoval v Mariboru, druga svetovna vojna pa je prekinila njegovo šolanje in preusmerila njegovo nadaljnjo življenjsko pot, saj se je moral med vojno izučiti za frezalca v Tovarni letalskih motorjev v Mariboru, predhodnici TAM-a.

Po vojni se je zaposlil v TAM-u, opravil mojstrski izpit za orodjarja in leta 1951 še izpit za strojnega tehnika. Sprva je delal kot konstruktor vpenjalnih pripomočkov in merilnih naprav. Sodeloval je pri obnovi 5.000 vozil GMC in se temeljito poglobil v problematiko izdelave ozobij in menjalnikov. Strokovno kariero je nadgrajeval z delom v orodjarni, sprva kot obratni inženir, zatem pomočnik obratovodje in nato dve leti kot vodja orodjarne. Po ustanovitvi Inštituta za motorje in motorna vozila TAM je leta 1962 postal projektant zobniških prenosnikov. Pridobljeno znanje in večletne praktične izkušnje na področju tehnologije izdelave zobnikov in tehnoloških meritev so izoblikovali prof. dr. Puharja v vrhunskega strokovnjaka, poznanega širši strokovni javnosti. To je bil tudi razlog, da ga je tedanji direktor Inštituta za strojništvo v Ljubljani prof. Kraut povabil, da prevzame mesto vodje tehnološkega laboratorija na Fakulteti za strojništvo. Ob prihodu na fakulteto se je z njemu lastno zagnanostjo, vztrajnostjo ter prirojeno preciznostjo lotil poglobljenega študija, da bi nadomestil zaradi vojne zamujeno možnost rednega študija. Ob delu je leta 1971 sklenil prvo, leta 1975 drugo stopnjo visokošolskega

študija strojništva, leta 1978 pa uspešno zagovarjal svoje magistrsko delo. Končno je leta 1981 na tedanji Visoki tehniški šoli v Mariboru promoviral za doktorja tehničnih znanosti z disertacijo *Izračun in meritve krivih ploskev na primeru posebnih valjastih polžev*. Prav temu področju delovanja je ostal zvest vse do svoje smrti. Neprecenljiv je njegov terminološki prispevek na področju zobnikov, ki ga je objavil v knjigi *Evolventne zobniške dvojice*.

Kljub vsakodnevni angažiranosti v proizvodnji ter aktivni raziskovalni in razvojni dejavnosti v TAM-u se je prof. dr. Puhar že razmeroma mlad s svojim znanjem posvetil tudi pedagoškemu delu. V letih 1953 do 1963 je na Mojstrski šoli in pozneje na Tehnični strojni šoli honorarno poučeval osnovne strojniške predmete: risanje, strojne elemente ter odrezovanje in odrezovalne stroje. V tem času je izdal tudi skripta iz strojnega risanja in strojnih elementov. Kot vrhunski strokovnjak na svojem področju, z bogatimi strokovnimi in pedagoškimi izkušnjami, je bil leta 1977 na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani izvoljen za profesorja višje šole, leta 1982 pa za izrednega profesorja za področje obdelovalne tehnike, teorije odrezovanja in tehnoloških meritev. Upokojen je bil leta 1990. Svoje pedagoško delo je vedno znal oplemenititi z ustreznimi učbeniki. Starejše generacije so študirale iz knjižic *Tehnologija odrezovanja I in II* ter *Mehanska tehnologija I*, mlajše generacije pa še vedno uporabljajo pri študiju knjigi *Tehnološke meritve I in II*.

Pomembno področje njegove aktivnosti je bilo sodelovanje pri Strojniškem vestniku, ki sega praktično na same začetke njegovega izhajanja. V letih 1971 do 1985 je bil pomočnik glavnega in odgovornega urednika prof. Krauta, nato pa do leta 1992 glavni in odgovorni urednik. V letu 1993 je pripravil 10. popravljen in dopol-



njeno izdajo Krautovega Strojniškega priročnika, leta 1994 je izšla enajsta, 1997 dvanajsta, 2001 trinajsta in leta 2003 štirinajsta, zadnja izdaja pod njegovim uredništvom.

Njegov prispevek k razvoju slovenske strojniške terminologije in kulture tehniškega izražanja pri končnem oblikovanju tekstov v SV in kot člana Tehniške podkomisije Terminološke komisije Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša pri ZRC SAZU (od leta 1993) lahko prištevamo k njegovim najbolj pomembnim ustvarjalnim dosežkom. Cele generacije tehniške inteligence so in še vedno črpajo iz njegove zakladnice slovenske tehniške besede.

Štejemo ga med vodilne slovenske tehnologe svojega časa, saj je s svojim delom ogromno prispeval k uspehom in nekdanjemu ugledu slovenske strojne industrije. Za svoja prizadevanja je leta 1992 prejel diplomsko častnega člana Zveze strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Čeprav je bil prof. dr. Jože Puhar izjemno skromen človek in na svoji jasno začrtani življenjski in strokovni poti ni doživel veliko zunanega blišča in pretirane slave, se ga bomo spominjali kot izjemnega strojnega inženirja, dobrega in uspešnega visokošolskega učitelja, ki je bil neizmerno predan strojniški stroki in slovenski tehniški terminologiji.

Prof. dr. Mirko Sokovič

Konferenca SEMTO 2010: SENZORJI IN AKTUATORJI

Tehnološki center SEMTO je 20. in 21. oktobra letos organiziral konferenco o senzorjih in aktuatorjih, ki je potekala v Veliki predavalnici na Institutu »Jožef Stefan« v Ljubljani. Center je pripravil konferenco v sodelovanju s Centrom odličnosti NAMASTE in Društvom MIDEM. Na dogodku, ki je potekal že tretjič zapored, so se dva dni srečevali raziskovalci, razvijalci, gospodarstveniki in podjetniki. Glavni cilj konferenca je bil osvetliti obravnavano tematiko, podati celosten pregled tehničnega področja in posredovati udeležencem nove dosežke. Poleg izmenjave znanj, mnenj in izkušenj so obiskovalci stkali tudi nova poznanstva, ki pogosto pomenijo začetek uspešnega sodelovanja na področju razvoja izdelkov in tehnologij.

Uvodne nagovore so imeli: direktor Zavoda Tehnološki center SEMTO Jožef Perne, direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Jadran Lenarčič in predsednica konference prof. dr. Marija Kosec.

Dr. Lenarčič je v svojem uvodnem nagovoru na njemu lasten nekoliko humoren način podal svoje poglede na *Raziskovalno inovacijsko strategijo Slovenije (RIS)* do leta 2020, ki je v javni razpravi. Dejal je, da Slovenci strategije zelo radi



Konferenco je odprl direktor Tehnološkega centra SEMTO Jožef Perne

zapišemo, ker naj bi do sedaj šlo vse narobe. Poskrbimo, da »pridemo noter«, nato pa pazimo le na to, da se ne bi kaj naredilo in da ne bi skrenili s poti. Z drugo temo se je dotaknil sodelovanja znanosti z industrijo in ugotovil sicer naklonjenost za sodelovanje, vendar še vedno preveliko vztrajanje na utečenih pozicijah.

Njegovo misel o sodelovanju je povzel Jožef Perne in povedal, da v TC SEMTO razvijajo sodelovanje in povezovanje na principih *odgovornega partnerstva*. Za skupne projekte je pomembno, da so vodeni skladno s temi principi in da vsak partner sicer uresničuje svoje interese, pri tem pa ima odgovoren odnos do drugih partnerjev v projektu.

Program in vsebino strokovnega dela konference je v uvodu povzela dr. Marija Kosec in poudarila, da je na takih konferencah potrebno predvsem več poslušati in izkoristiti sinergijo znanj.

Glavne teme konference so zelo dobro predstavila uvodna predavanja štirih vabljenih predavateljev. To so bili: prof. dr. Ralf Moos z Bayreuthske univerze, dr. Volker Kempe iz podjetja Sensor-Dynamics, prof. dr. Igor Mekjavič iz Instituta »Jožef Stefan« in prof. dr. Denis Donlagič iz FERI Maribor.

Uvodno predavanje dr. Ralfa Moosa se je nanašalo na senzorje v avtomobilski industriji. V zelo zanimivem in poučnem predavanju je govoril o različnih vrstah senzorjev, o tehnologijah in trendih na tem področju.

V sekciji, ki je sledila in jo je vodila dr. Marija Kosec, so bili predstavljeni nekateri senzorji kot rezultat raziskav in senzorji, ki so že vključeni v industrijske aplikacije.

Posebej zanimivo je bilo drugo vabljeno predavanje dr. Igorja Mekjaviča, ki je govoril o biosenzorjih, s katerimi se detektira stanje človeka v različnih ekstremnih razmerah. To so vesolje, morske globine, velike nadmorske višine in drugo.

V sekciji, ki jo je vodil dr. Janez Trontelj, je sledilo najprej uvodno predava-



Navzoče sta nagovorila tudi prof. dr. Jadran lenarčič in prof. dr. Marija Kosec



Vabljeni predavatelj Ralf Moos z Univerze v Bayreuthu

vanje dr. Volkerja Kempeja, ki je govoril o senzorjih na strukturah MEMS. Predstavljene so bile tudi inovativne rešitve senzorjev iz domače industrije in odprta vprašanja in izzivi za bodoče rešitve. Predavatelj Mitja Koprivšek iz ETI-ja je na primer izpostavil problem detektiranja obloka v ločilnem stikalu, ki še ni zadovoljivo rešen.

Zadnje vabljenno predavanje dr. Denisa Donlagića drugi dan konference se je nanašalo na optične vlakenske senzore in njihovo uporabo. S področja optičnih senzorjev je bilo predstavljenih še nekaj rešitev. Zanimive so tudi rešitve povezovanja senzorjev v brezžična omrežja in pa metodologije in orodja za reševanje problemov senzorjev, ki so navadno v težkih obratovalnih razmerah.

V konferenčnem delu prireditve se je v dveh dneh skupaj zvrstilo 23 tujih in domačih predavateljev.

Na konferenci so bili torej predstavljeni najnovejši dosežki, ideje, rešitve in

novosti razvojnoraziskovalne dejavnosti na področju senzorjev in aktuatorjev. K oblikovanju konference in pripravi referatov so bili povabljeni najvidnejši strokovnjaki z inštitutov, fakultet in iz industrije. Posebno dodano vrednost konference pa predstavlja raznovrstnost tematike, saj je konferenca zajela res široko področje od materialov, mikroelektronike, tehnoloških rešitev do praktičnih aplikacij. Konferenca je podala predvsem pregled tehnike na številnih strokovnih področjih. Prikazane so bile osnovne značilnosti in definicije s področja senzorjev in aktuatorjev ter pomembnejši ključni razdelitve senzorskih in aktuatorskih družin. Podrobneje so bile predstavljene nekatere lastnosti glede na vrsto, kot so prenosna funkcija, občutljivost, točnost, ločljivost, selektivnost, šum,

struktur, podan pa je bil tudi pregled lastnosti inteligentnih senzorjev, aplikacijskih senzorjev in aktuatorjev na nivoju mikroelektronike in potencialna uporaba senzorjev in aktuatorjev na novih področjih.

Z organizacijo konference je TC SEMTO, ki ga vodi Jožef Perne, le še potrdil svojo vlogo pri povezovanju znanstvenih inštitucij, raziskovalnih organizacij in fakultet z industrijo. Princip sodelovanja, ki temelji na odgovornem partnerstvu in ga razvija Tehnološki center, se na takih dogodkih uveljavlja in krepi.

Povzetki predavanj in prispevki so objavljeni na spletni strani TC SEMTO: www.semto.si, kjer si vsi udeleženci konference lahko ogledajo tudi prezentacije predavanj. Vsa predavanja so



Utrinek s predavanj

nelinearnost in drugo. Predstavljeni so bili principi zajemanja podatkov, obdelava signalov in pretvorba funkcij v krmilne signale. Poseben poudarek je bil namenjen najnovejšim dosežkom na področju senzorskih

se tudi snemala, nekateri posnetki pa bodo objavljeni na videlectures.net.

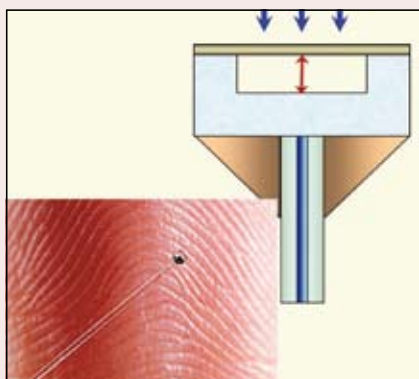
Nataša Robežnik
TC SEMTO
Foto: Marjan Smerke



Povzetka dveh predavanj s konference SEMTO 2010: SENZORJI IN AKTUATORJI

Fabry-Perotovi optični vlakenski senzori

Prof. Denis Donlagić s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko iz Maribora je v enem od uvodnih predavanj na konferenci *SENZORJI in AKTUATORJI 2010* predstavil Fabry-Perotove optične vlakenske senzore in njihovo uporabo. Optični vlakenski senzori so se v zadnjem desetletju uspešno uveljavili v mnogih vejah industrije, biomedicine, okoljevarstva, energetike itd. Uspešen prehod iz faze

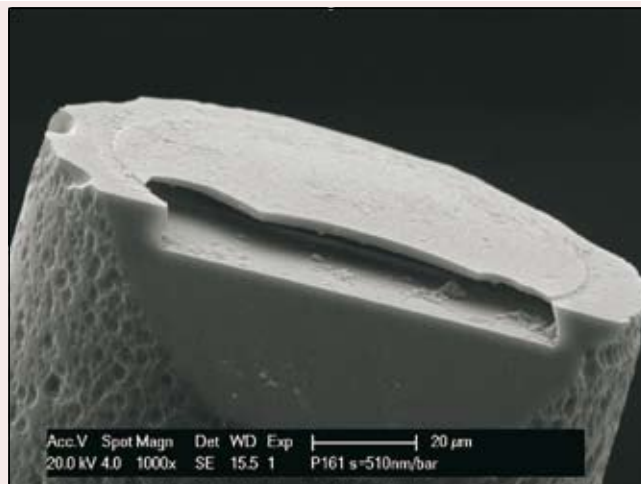


MEMS-izvedba FP-senzorja s silicijevo membrano in steklenim nosilcem

znanstvenih konceptov v praktične industrijske izdelke gre pripisati tako splošnemu in izjemnemu napredku na področju fotonih tehnologij kakor tudi posebnim lastnostim vlakenskih senzorjev, ki jih ne srečamo

npr. pri klasičnih električnih senzorjih. Med te lastnosti sodijo na primer popolna dielektrična zgradba, imunost na elektromagnetne motnje, kemijska inertnost, širok temperaturni razpon, majhne dimenzije in masa, zmožnost za doseganje visoke občutljivosti, zmožnost porazdeljenega zaznavanja itd.

Posebej zanimiva in komercialno uspešna skupina optičnih senzorjev so Fabry-Perotovi interferometri. Optični vlakenski Fabry-Perotovi interferometri omogočajo merjenje različnih parametrov, kot so na primer raztezek, tlak, temperatura, lomni količnik ter mnogi drugi parametri, ki jih je mogoče izraziti ali povezati s prej naštetimi. Uspešnost Fabry-Perotovih senzorjev izvira iz množice možnosti za njihovo realizacijo ter sorazmerno velikega števila postopkov, s katerimi jih je mogoče demodulirati. Prav demodulacijski postopki so ključ do komercialne



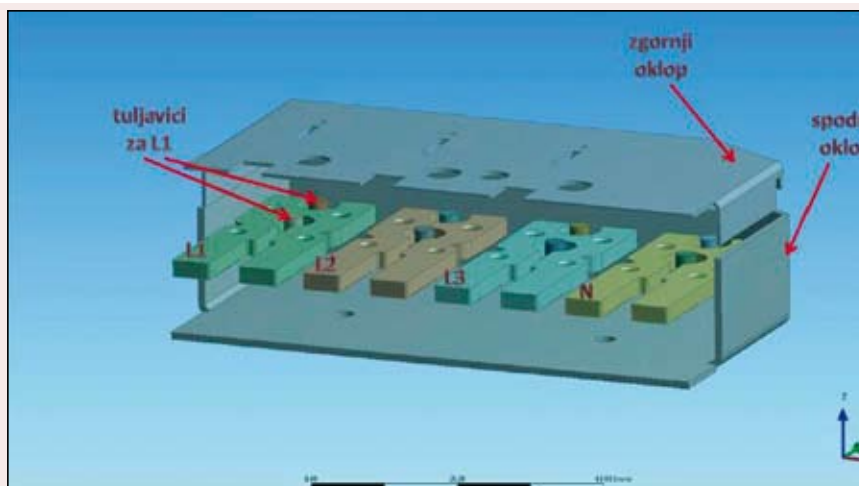
S steklena izvedba FP-senzorja na vrhu optičnega vlakna premera 125 μm

uspešnosti, saj je kvalitetno in robustno optoelektronsko signalno procesiranje v mnogih primerih zavoljo svoje kompleksnosti drago in zato ovira za smotrno uvajanje in uporabo optičnih senzorjev v mnogih praktičnih aplikacijah.

Predstavitev je podala pregled in stanje tehnologije na področju Fabry-Perotovih senzorjev ter pripadajočih signalnih procesorjev. Prikazane so bile osnove delovanja, osnovne izvedbe senzorjev, lastnosti ter osnovne razpoložljive tehnike za njihovo demodulacijo. Prikazane so bile tudi nekatere praktične aplikacije in delo na tem področju v Sloveniji.

Reševanje problematike elektromagnetne združljivosti senzorja električnega toka s programskim orodjem ANSYS

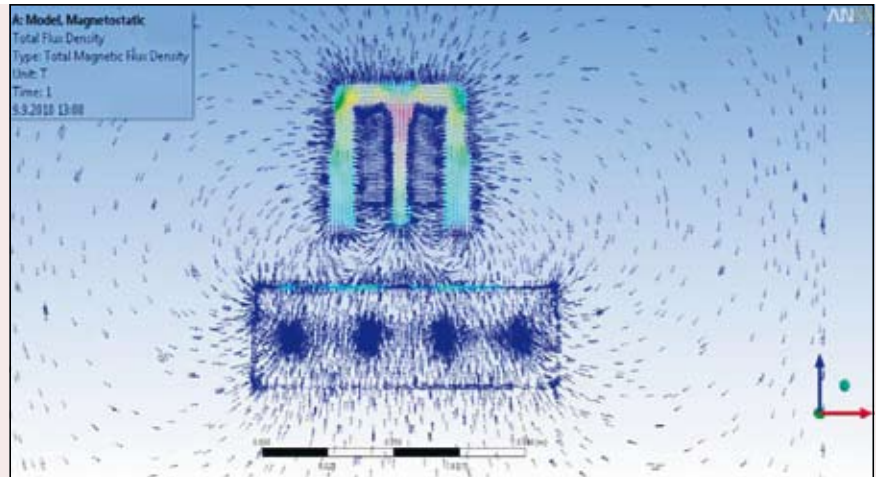
Tomaž Peterman iz Iskraemeco je imel zanimivo predavanje o odpravljanju oz. minimiziranju zunanjih elektromagnetnih vplivov na senzor električnega toka. Če želimo ta postopek pospešiti, je uporaba računalniških orodij pri tem nepogrešljiva. Primer računalniškega orodja, ki s pomočjo metode končnih diferenc (FEM-finite element method) izračunava vrednosti želenih fizikalnih količin, je ANSYS.



Senzorski del števca – model ANSYS

Merilni del števca električne energije, ki je bil obravnavan, zaznava električni tok po pojavu magnetne indukcije. Za detekcijo magnetnega polja so uporabljene tuljavnice. Senzorski del je zaščiten pred zunanjim magnetnim poljem z oklopom, katerega oblika je odvisna od različnih dejavnikov, zato njegova oblika ni optimalna.

S pomočjo programskega orodja ANSYS je bil simuliran vpliv zunanje nehomogene EM-motnje na pogrešek števca električne energije, v katerega je integriran tak senzor. V prvem delu simulacije je bila določena velikost osnovnega merjenega magnetnega polja, ki ga povzroča merjeni električni tok, in v drugem delu velikost motilnega polja. Simulirane so bile spremem-



Vpliv zunanje nehomogene izmenične EM-motnje

be vpliva oblike in materiala oklopa na velikost motilnega polja na mestu tokovnih senzorjev. Pokazana je bila tudi

odvisnost velikosti pogreška števca od položaja motnje. Rezultati simulacij so bili primerjani z meritvami.

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

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

Hypex, Lesce, d.o.o.
Alpska 43, 4248 Lesce
Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: www.hypex.si
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



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

PROCESNA TEHNIKA



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

LINEARNA TEHNIKA



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

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

Strokovni sejmi FORMA TOOL, PLAGKEM, GRAF & PACK in LIVARSTVO

Specializirani strokovni sejemski četverček Forma tool, Plagkem, Livarstvo in Graf & Pack, ki ga organizira družba Celjski sejem, d. d., v Celje vsaki dve leti pritegne najbolj inovativna in razvojno usmerjena podjetja in posameznike. V naslednjem letu bodo sejmi tradicionalno potekali v aprilu, in sicer od 12. do 15. aprila. Če so podjetja iz panog, ki se predstavljajo na sejmih, med prvimi najbolj občutila posledice svetovne gospodarske krize, se razmere umirjajo in odziv razstavljalcev navdaja organizatorja z optimizmom.



V družbi Celjski sejem zbirajo prijave za sodelovanje na sejmih do 15. decembra. Na nekaterih področjih že mesec dni pred iztekom prijavnega roka ugotavljajo zelo dober odziv podjetij. Sodelovanje so potrdili tudi razstavljalci, ki se v letu 2009, ko so sejmi nazadnje potekali, zaradi krize niso predstavili.

Orodjarji, plastičarji, livarji, grafiki in tiskarji prispevajo k splošni gospodarski konkurenčnosti več, kot si splošna javnost lahko predstavlja. Vse premalokrat se namreč zavedamo, da je praktično vsako, čisto običajno vsakdanje opravilo, kot je na primer vožnja z avtomobilom, rezultat razvoja, preoblikovanja in obdelave materialov

prav podjetij, ki se predstavijo na sejmih, pojasnjujejo v Celjskem sejmju. V letu 2011 bodo tako sejmsko dogajanje zaznamovali novi materiali in tehnologije, vse večja občutljivost javnosti na okoljska vprašanja ter učinki najhujše svetovne recesije v zadnjih desetletjih na panoge, iz katerih prihajajo razstavljalci.

Strokovna predavanja pomembno sooblikujejo sejmsko dogajanje

Dogajanje na razstavnih prostorih bodo tako znova dopolnjevala strokovna predavanja, ki pomembno sooblikujejo sejmsko dogajanje. Tudi v letu 2011 bo sejemski četverček razdeljen po te-

matskih dnevih, skladno z vsebinami, ki jih predstavljajo posamezni sejmi. Na sejmju se bodo tako znova srečali slovenski livarji, predstavile se bodo tudi tehnološke platforme plastičarjev in orodjarjev, o aktualnih temah bodo razpravljali strokovnjaki, ki delujejo na področju grafike in pakiranja.

Stroka sejme tradicionalno izkoristi za aktualne razprave o izzivih, s katerimi se pri ohranjanju konkurenčne prednosti v evropskem in svetovnem merilu soočajo panoge, za pogovor o novih materialih in tehnologijah, ki pomembno determinirajo razvoj vseh panog, ki se bodo predstavile na sejmju. Pozornost pa bo posvečena tudi inovacijam in problematiki zaposlovanja.

Sejmi Forma tool (mednarodni sejem orodij, orodjarstva in orodnih strojev), Plagkem (mednarodni sejem plastike, gume in kemije), Livarstvo (mednarodni sejem livarstva) ter Graf & Pack (mednarodni sejem grafike in pakiranja) bodo tako znova odlična priložnost za seznanitev z dosežki in novostmi.

V Celjskem sejmju še pojasnjujejo, da se je na sejmih leta 2009, ko so nazadnje potekali, predstavilo več kot 700 razstavljalcev z vseh celin – te številke pa bodo v letu 2011 zagotovo presežene.

www.ce-sejem.si



Tradicionalni dnevni podjetništva

Že tretje leto zapored sta družbi Tehnološki park Ljubljana, d. o. o., in DATA, d. o. o., organizirali Dneve podjetništva. Z izvedbo tega že tradicionalnega dogodka krepimo podjetniško kulturo in podjetnikom posredujemo sodobna znanja s področja podjetništva.



Poslušalci med predavanji

»Tehnološki park Ljubljana je v novembru tradicionalno organiziral brezplačne podjetniške delavnice, s katerimi omogoča bodočim podjetnikom, podjetnikom začetnikom ter podjetnikom v fazi rasti dostop do aktualnih podjetniških vsebin, svetovnih trendov in novih veščin. S projekti, kot so Dnevi podjetništva, Evropski teden podjetništva itd., skupaj s partnerji krepimo podjetniško kulturo in dvigujemo zavedanje družbe o pomenu podjetništva za gospodarsko rast in blaginjo,« je povedal mag. Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana.

»Data, d. o. o., je zavezana k iskanju novih načinov spodbujanja podjetništva. Namen organizacije brezplačnih dogodkov, delavnic in seminarjev je omogočiti vsem bodočim in že uveljavljenim podjetnikom seznanitev z aktualnimi temami in pridobivanje novih znanj. Želimo in upamo, da bo kvalitetnih tovrstnih dogodkov v prihodnosti vedno več,« sta poudarila

Katja Šegedin Zevnik in Aleš Zevnik, ustanovitelja podjetja Data, d. o. o.

Z raznovrstnimi praktičnimi podjetniškimi delavnicami in predavanji so tako v treh dneh obeležili tudi Svetovni teden podjetništva. Rdečo nit dogajanja na Tehnološkem parku Ljubljana je seveda predstavljalo podjetništvo. Vsak dan je bil tematsko obarvan z aktualnimi podjetniškimi temami.

Torek, 16. november, otvoritveni dan, je bil namenjen podjetnikom začetnikom in tistim, ki se za ustanovitev podjetja šele odločajo. Sklop predavanj je posredoval ključne informacije, ki jih potrebuje podjetnik na začetku poslovne poti.

Sreda, 17. novembra, je bila tematsko namenjena mladim oziroma start-up podjetjem, ki se šele ustaljujejo. Udeleženci so pridobili dodatne veščine in znanja s področja poslovnih pogajanj, marketinga, prodaje itd.

Dnevi podjetništva so bili zaključeni v **četrtek, 18. novembra**, s predavanji in delavnicami za podjetja v fazi rasti. Poudarek je bil na aktualnih vsebinah s področja zaščite idej, uspešnega poslovanja na dinamičnem domačem in globalnem tržišču in virov financiranja poslovnih idej.

Podjetniške delavnice v okviru Dnevov podjetništva predstavljajo tudi uvod v projekt Tekmovanje za najboljši poslovni načrt 2011, ki ga bomo v sodelovanju s partnerskimi organizacijami izvedli v decembru 2010 in januarju 2011. Namen delavnic je priprava poslovnega načrta za investitorje. Trije najboljši poslovni načrti bodo prejeli denarno nagrado v višini 6.000 EUR. Prejeti poslovni načrti bodo neposredno uvrščeni tudi na nacionalno tekmovanje *Start:up Slovenija*.

www.tp-lj.si

Več o DATA d.o.o.

Družba Data poslovne storitve d.o.o. se ukvarja s celovito podporo pri ustanavljanju podjetij. Je vodilno podjetje na svojem področju, vse od ustanovitve leta 1991 pa spodbuja podjetništvo. Vizija podjetja je usmerjena k večjemu številu novoustanovljenih podjetij. Data d.o.o. tudi želi prispevati k rasti zaposlenosti, vzpostavljanju novih delovnih mest in hitrejšemu razvoju malih podjetij.

Letošnja pomlad je podjetju Data d.o.o. prinesla največje priznanje za delo v vseh dvajsetih letih obstoja in delovanja. Za uspešno delovanje so prejeli Evropsko nagrado za podjetništvo v kategoriji »Izboljšanje poslovnega okolja« s projektom »Program pomoči in usposabljanja podjetnikov za manjšo umrljivost podjetij«. Evropske nagrade za podjetništvo podeljuje generalni direktorat za podjetništvo od leta 2006 naprej. Več o podjetju na spletni strani www.data.si.

Podjetniki delili svoje izkušnje z mladimi podjetniki

V Tehnološkem parku Ljubljana se je zbralo več kot 150 ljudi iz vrst podjetnikov ali bodočih podjetnikov. S podjetniškim forumom 100% Start:up se je uradno pričel že četrti krog tekmovanja mladih inovativnih podjetij Start:up Slovenija, na katerem že uspešni start-up podjetniki z udeleženci delijo svoje znanje, izkušnje, napake in uspehe. Tekmovanje Start:up Slovenija organizira Tovarna podjetij skupaj z Javno agencijo za podjetništvo in tuje investicije, Ministrstvom za gospodarstvo, Tehnološkim parkom Ljubljana in Poslovnimi angeli Slovenije. V novembru bo forumu sledilo deset podjetniških delavnic po večjih slovenskih krajih, ki predstavljajo odlično priložnost za pridobitev novih znanj in izkušenj ter seznanitev s tekmovanjem.

Forum predstavlja začetek tekmovanja Start:up, namenjenega iskanju inovativnih mladih podjetij. Tudi letos je pritegnil udeležence iz celotne Slovenije, ki se že aktivno spogledujejo s podjetniško potjo in iščejo dodatna znanja, izkušnje in modrosti že uveljavljenih in uspešnih podjetnikov. Rdeča nit letošnjega brezplačnega podjetniškega foruma je bila uspešno upravljanje ključnih področij start-up podjetja. *Mag. Aleš Lisac*, Lisac & Lisac, *Andraž Tori*, Zemanta, *mag. Robert Rolih*, Panta Rei, *Matej Kurent*, Calypso Crystal, *Blaž Kos*, Poslovni angel Slovenija, *mag. Marjana Majerič*, Tehnološki park Ljubljana, *mag. Barbara Vtič Vraničar*, VentureLab, d. o. o., in *Tim Kremič*, Spletni prijatelj, so zbranim na forumu delili praktične in uporabne nasvete, šokantne in navdušujoče zgodbe in primere dobrih praks, vse z namenom, da odidejo domov še z več podjetniškega entuziazma in inspiracije.

Strokovni del foruma se je zaključil z okroglo mizo z naslovom *Kako izko-*



Udeleženci foruma 100% Start:up

ristiti različne vrste virov financiranja. Na njej so svoje poglede, izkušnje in koristne nasvete z zbranimi delili *Jure Mikuž*, RSG Kapital, *Matjaž Južnič*, Nova KBM, d. d., *Simon Böhm*, Slovenski podjetniški sklad, *Irena Menterc*, JAPTI, *Matjaž Bavdek*, MDS IT, d. o. o, Poslovni angel, in *Simon Štrancar*, Slovenski start-up leta 2009 iz G-1, d. o. o.

Tako udeleženci kot nastopajoči so bili razlog, da je forum dosegel svoj namen, kar je prineslo zadovoljstvo tudi organizatorjem. »Navdušeni smo nad številom udeležencev in vzdušjem na samem forumu. Med več kot 150 udeleženci, ki prihajajo iz vrst podjetnikov ali bodočih podjetnikov, je bilo čutiti pozitivno razpoloženje in zagnanost, ki sta nujno potrebna za uspešno podjetniško pot,« je dejal Urban Lapajne, organizacijski vodja Start:up Slovenija.

Na forumu so svojo priložnost aktivno izkoristili tudi nekateri udeleženci!

Organizatorji foruma so za spodbujanje aktivnega sodelovanja udeležencev oblikovali poseben pristop, imenovan »AKTIVIRAJ SE!!!«, kjer so nosilcem najboljših idej omogočili javno predstavitev. Na ta

način si lahko mladi podjetniki pridobijo kakovostno mnenje strokovnjakov o podjetniški ideji ter spoznajo morebitne nove sodelavce in partnere. Pomen aktiviranja podjetniškega potenciala v posameznikih je še posebej izpostavil državni sekretar na Ministrstvu za gospodarstvo *dr. Vilijem Pšeničny*, ko je ob uradnem »zagonu« tekmovanja povedal: »*Za podjetniški podjem potrebujemo podjetnika, podjetniško priložnost in sredstva. Za uspešen podjem pa znanje, sposobnosti in motivacijo. Za motivacijo pa svoje osebno zadovoljstvo, družbeno priznanje podjetniškega uspeha ter nagrado. In tu smo pri našem tekmovanju Start up Slovenija. Da bi naredili Slovenijo bolj podjetno, pa ni dovolj le tekmovati, potrebno je tudi sodelovati.*«

O tekmovanju Start:up Slovenija

Tekmovanje organizira Tovarna podjetij skupaj z Javno agencijo za podjetništvo in tuje investicije, Ministrstvom za gospodarstvo,




Tehnološkimi parkom Ljubljana in Poslovnimi angeli Slovenije. To je slovensko tekmovanje start-up podjetij, ki so ga zasnovali v Tovarni podjetij in skupaj s partnerji pričeli izvajati v letu 2007. Z njim želijo prepoznati najboljša mlada, inovativna slovenska podjetja, jih strokovno podpreti, povezati s potencialnimi investitorji, jih promovirati v širši javnosti in tudi nagraditi. Zmagovalce bo izbirala strokovno-investitorska komisija, ki jo sestavljajo podjetniki, strokovnjaki, profesorji, predstavniki podpornih inštitucij, skladov tvegane kapitala in poslovni angeli. »Nagradili bomo podjetje, ki bo najboljše doseglo tri ključna vprašanja podjetništva: Ali stvar deluje? Ali jo bo kdo kupil? Ali bomo ustvarili dobiček? V množici start-up podjetij bomo zato iskali takšna mlada podjetja, katerih inovativnost in želja po rasti največ obetata. Svoje ambicije in načrte bodo predstavili s poslov-

nim načrtom in osebno predstavitevijo pred strokovno komisijo,« je povedal predsednik komisije prof. Miroslav Rebernik, profesor podjetništva na Ekonomsko-poslovni fakulteti Univerze v Mariboru.

Izobraževalnih in promocijskih dogodkov preteklih treh tekmovanj Start:up Slovenija se je udeležilo preko 2.500 ambicioznih podjetnikov in podjetnic. Skupaj so prejeli 105 poslovnih načrtov slovenskih start-up podjetij, ki sta jih preraševali strokovna in investitorska komisija, ter izbrali finaliste in zmagovalce tekmovanja. Mag. Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana, je v otvoritvenem nagovoru izpostavil uspešno sodelovanje partnerjev pri organizaciji in izvedbi nacionalnega priznanja najboljšemu slovenskemu start-upu. Poudaril je: »Podjetništvo kot temelj gospodarskega razvoja in rasti še vedno nima ustrezne ve-

ljave. S ciljno usmerjenimi projekti, kot sta bili predstavitvi naših podjetnikov v Londonu in Silicijski dolini (projekt Brezmejniki), premikamo meje, saj podjetjem omogočamo, da za uresničevanje svojih podjetij uporabijo globalne vire in globalno tržišče.«

Tekmovanje bo tudi tokrat potekalo v dveh fazah. Prva faza je namenjena identifikaciji, podpori in promociji podjetniških idej, druga pa podpori in izboru najboljših poslovnih načrtov slovenskih start-up podjetij. Tekmovanje se bo zaključilo v aprilu 2011, ko bomo v okviru konference PODIM že tradicionalno svečano razglasili zmagovalca izbora in mu podelili nagrade in laskavi naziv Start:up leta 2011. Več podatkov o dosedanjih zmagovalcih in finalistih tekmovanja ter ključne utrinke iz dogodkov v okviru tekmovanja lahko najdete na spletni strani tekmovanja www.startup.si. ■



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

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

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



HIDEX d.o.o.
tel.: 07/ 33 21 707
www.hidex.si

filtriranja industrijskih olj (do 450 cSt)



REVISTA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Ekскурzija v Bosch-Siemens

V petek, 12. novembra, je *Odbor za znanost in tehnologijo* pri OZS organiziral ekskurzijo v Bosch-Siemens (BSH) v Nazarjah. Udeležili so se je obrtniki, podjetniki, podiplomski študentje Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko pod vodstvom dr. Iztok Krambergerja in ravnatelj VSS ŠC Ptuj Robert Harb. Organizirala in vodila sta jo Janez Škrlec iz OZS, iz BSH pa Toni Pogačar, vodja razvoja. Udeleženci so spoznali mednarodno uveljavljeno podjetje, ki svoje izdelke trži po celem svetu. Predstavljene so bile proizvodne tehnologije in sama proizvodnja.



Ogled proizvodnje v podjetju BSH



Proizvodni obrati podjetja BSH

Kot zanimivost lahko izpostavimo, da je podjetje izjemno napredno, da ima velik lastni razvoj, v katerem je za slovenske razmere zaposlenih veliko razvojnih inženirjev. Velik del proizvodnje je avtomatiziran in robotiziran. Procesne rešitve proizvodnje so izvedene z mehatronskimi sistemi. Ekскурzija je bila namenjena tudi predstavitvi tehnoloških in logističnih rešitev ter možnosti sodelovanja in

zaposlitvi tehničnega kadra. Izjemno zanimiva je bila tudi zato, ker so udeleženci lahko spoznali, da je v kriznih časih mogoče uspešno poslovati, če se izdelujejo tržno zanimivi izdelki in če ima podjetje urejeno prodajno mrežo. Posebna zanimivost je oddelek za proizvodnjo najrazličnejših elektromotorjev. Predstavljena je bila obsežna paleta motorjev manjših in večjih moči za množično izdel-

ke. Organizacija dela je na izjemno visokem nivoju. Udeležence ekskurzije je zelo navdušil uspeh podjetja v primerjavi s konkurenco.

Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtna zbornica Slovenije



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

OZS industrijski partner mednarodnega projekta E-PRAGMATIC

Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije je zbornico uspešno vključil v mednarodni projekt E-PRAGMATIC PROJECT, katerega cilj je posodobitev oz. uvedba strokovnega izobraževanja zaposlenih odraslih na področju mehatronike, avtomatike, robotike in sorodnih tehničnih ved. OZS je pogodbo podpisala z nosilcem projekta Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru in se tako direktno vključila v omenjeni projekt. Koordinatorica projekta je doc. dr. Andreja Rojko. Predstavnik projekta iz OZS je Janez Škrlec, inženir mehatronike, predsednik Odbora za znanost in tehnologijo in predsednik sekcije elektronikov in mehatronikov.



Sestanek partnerjev projekta E-Pragmatic Project

Mrežo E-PRAGMATIC sestavlja trinajst partnerjev in trije pridruženi partnerji iz sedmih evropskih držav. V njej so zastopani izobraževalne ustanove, zbornice, podjetja in večja združenja podjetij. Glavni cilj mreže je posodobitev oziroma uvedba strokovnega izobraževanja zaposlenih odraslih na področju mehatronike in sorodnih tehničnih ved s posodobljenimi vsebinami in metodami in-

ternega izobraževanja industrijskih partnerjev. Najnovejše znanje in učne metode bodo na ta način preneseni neposredno iz izobraževalnih ustanov v industrijsko okolje. Del mreže bo tudi skupnost strokovnjakov E-PRAGMATIC, namenjena izmenjavi znanja in informacij med vsemi člani mreže in tudi zunanjimi

strokovnjaki. Pobuda za sodelovanje v tako pomembnem projektu je nastala po uspešno zaključenem projektu MeRLab, v katerega je bila uspešno vključena tudi Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije.

*Odbor za znanost in tehnologijo pri
OZS*

Znanstvene in strokovne prireditve

■ **SENSOR + TEST Messe 2011 – Sejem senzorike, merilne tehnike in preizkušanja z mednarodnimi kongresi SENSOR, OPTO in IRS**

7.–9. 06. 2011
Nürnberg, ZRN

Organizatorji:

- Messezentrum Nürnberg
- prof. dr. Reinhard Lerch – Univerza Erlangen – Nürnberg
- prof. dr. Roland Wertschützky – TU Darmstadt
- prof. dr. Elmar Wagner – Fraunhofer institut IPH, Freiburg (OPTO)

- prof. dr. Gerlad Gerbach – TU Dresden (IRS)

Težiščna usmeritev sejma:

- enostavnost uporabe – uporabnikom in upravljavcem prijazna senzorika in merilna tehnika
- na kongresih obravnava tem s področij senzorike, optoelektronike in infrardeče merilne tehnike

Informacije:

- www.sensor-test.com

Nadaljevanje na strani 563

Kako do podatkov brez vidne povezave?

Tehnologija RFID (radio-frekvenčna identifikacija) zagotavlja zanesljiv zajem in prenos podatkov, saj se občutno zmanjša število človeških posegov in s tem napak pri vnašanju podatkov. Tako imenovana pametna nalepka (odzivnik, angl. tag) ima vgrajen odzivnik RFID z integriranim vezjem ter spominsko enoto za branje in shranjevanje podatkov. Oddajno-sprejemna postaja ne potrebuje vidnega stika s pametno nalepko, kar je velika prednost v primerjavi s črtno kodo.



Primer pametne nalepke

- vpisovanje in shranjevanje večje količine podatkov,
- hitro in zanesljivo zajemanje podatkov,
- neobčutljivost za vplive okolja in
- skoraj neomejena doba uporabnosti.

Dodatne prednosti RFID so:

- branje podatkov z več pametnih nalepk hkrati,

Čitalnika RFID tudi ni treba natančno pozicionirati glede na pametno nalepko, kot je to potrebno pri črtni kodi. Tudi zato postaja RFID vse bolj tehnološki naslednik črtnih kod za avtomatsko identifikacijo, ker omogoča sledenje, kontrolo dostopa, ekspresno inventuro, zelo hitro identifikacijo blaga, oseb, živali, vozil, registracijo (delovnega časa), brezgotovinsko plačevanje (cestnine) itd.

Zanimanje za RFID sporočite na leoss@leoss.si ali po telefonu (01) 530 90 20. LEOSS za vse produkte iz svojega kataloga zagotavlja kompletno podporo in pomoč kot tudi vzdrževanje v lastnem servisu.

Vir: LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: www.leoss.si, e-mail: leoss@leoss.si, g. Gašper Lukšič

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

- preverjena kvaliteta še nedavno pod "BOSCH-evo" prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk,
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, polioli, ter seveda za mineralna, transmissijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumski izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.

Moogovi servo ventili, proporcionalni ventili in radialno-batne črpalke so sestavni deli najboljših hidravličnih sistemov.

Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železarnah in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.



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

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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



A-S HYDRAULIC

Strokovna ekskurzija društva ELEKTROŠOK

Danes je zelo pomembno, da že v mladosti pridobivamo različne kompetence, izkušnje, širimo obzorja in se spoznavamo z vsem, kar nas čaka v bližnji ali daljni prihodnosti. Prav tako je zelo pomembno, da svoja znanja nadgrajujemo s primeri dobrih praks – tako pri nas kot tudi na širšem mednarodnem področju. Tako smo se študentje Fakultete za računalništvo in informatiko (FRI) in Fakultete za elektrotehniko (FE) odločili, da se po nova znanja podamo kar čez lužo v ZDA, kjer je veliko univerz in razvojnih laboratorijev velikih svetovno znanih podjetij, ki krojijo prihodnost visokotehnološkega gospodarstva, v



društvo študentov računalništva in elektrotehnike

elektro**ŠOK**  

Ob podpori:



katerem bomo nekoč sodelovali tudi sami.

Strokovno ekskurzijo v Združene države Amerike v začetku leta 2011,

ki jo organizira Društvo študentov računalništva in elektrotehnike – ELEKTROŠOK, podpirata tako **dekan Fakultete za računalništvo in informatiko prof. dr. Nikolaj Zimic** kot tudi **dekan Fakultete za elektrotehniko prof. dr. Janez Nastran**. Študij na FRI in FE nam ponuja veliko, vendar pa nas želja po neznanem, po nabiranju kompetenc, iskanju idej, želja po mednarodnem povezovanju vlečejo še korak dlje. Organizacijo strokovne ekskurzije v ZDA smo vzeli resno, odgovorno, zanesljivo, s poudarkom na profesionalno in strokovno zastavljenih ciljih. Spremljate nas lahko tudi na spletni strani <http://usa2011.fe.uni-lj.si>.



STÄUBLI

ROBOTICS 

MAN AND MACHINE
www.staubli.com

DOMEL[®]

Ustvarjamo gibanje

zastopstvo in prodaja robotov Staubli

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

Nudimo široko paleto robotov **STÄUBLI**, ki vam omogočajo:

- zanesljivost
- natančnost
- hitrost
- kompaktnost
- vsa instalacija in pogoni so v notranjosti robota, ni možnosti poškodb, večja gibljivost

50. obletnica ROSS-a v Evropi

Podjetje ROSS Valve company je leta 1921 ustanovil Charles A. Ross v Troyu, Michigan, centru avtomobilske industrije ZDA. Poleg programa standardne pnevmatike in pnevmohidravlike je ROSS najbolj prepoznaven po varnostnih ventilih za stiskalnice.

V panogi preoblikovanja kovin se ROSS lahko pohvali z več kot 45 let

dolgo tradicijo razvoja dvojnih varnostnih ventilov za istočasno kontrolo zavore in sklopke na stiskalnicah.

Ventili s pnevmatskim, električnim in elektronskim monitoringom so ROSS-ov pa-



Poslovna stavba ROSS Evropa



Dvojni varnostni ventil-SERPAR Crossflow. Istočasni monitoring sklopke in zavore na stiskalnicah (standard EN 692).

radni konj v predelovalni in avtomobilski industriji in ustrezajo zelo strogim varnostnim merilom standarda EN 692, ki velja za vse države članice EU.

ROSS EUROPA GmbH, družba pod nadzorom ROSS CONTROLS INC, je locirana v Langenu pri Frankfurtu. Ustanovljena je bila leta 1960 in ima trenutno 70 sodelavcev.

Hkrati je to glavno predstavništvo za celotno Evropo.

Fluidika, d. o. o., Ljubljana, je postala uradni distributer za Slovenijo in Hrvaško s podpisom pogodbe oktobra leta 1999.

Podjetje ROSS Europa uspešno zastopamo na trgu celotne bivše Jugoslavije.

Tako lahko v kratkem časovnem obdobju praznujemo kar tri okrogle obletnice: devetdesetletnico ameriške firme matere, petdesetletnico evropske hčere ter desetletnico slovenske vnukinje. Čestitamo vsem trem!

Miroљub Stankovič, Fluidika, d. o. o.
Ljubljana

IRT³⁰⁰⁰
inovacijerazvojtehnologije
www.irt3000.com



NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA NA VEČ KOT 140 STRANEH

Vodnik skozi množico informacij

- kovinsko-predelovalna industrija
- avtomatizacija in informatizacija
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije

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

Vročna linija za informatizacijo skladišč

Optimalno upravljanje informacijskih tokov s tokovi blaga danes ni več ključnega pomena le za proizvodna, logistična in trgovska podjetja, ampak predstavlja izziv tudi vse večjemu številu drugih organizacij iz panog, kot so gradbeništvo, zdravstvo in javna uprava. Vsem naštetim panogam je skupna nuja po usklajenem notranjem delovanju ključnih oddelkov, kot so nabava, proizvodnja in prodaja. Seveda so v nekaterih panogah ti oddelki poimenovani drugače, npr. v javni upravi, vendar se njihove funkcije med seboj bistveno ne razlikujejo. Tako se njihovo delovanje, ki stremi k usklajenosti, najbolje kaže v stopnji urejenosti notranje logistike, ki je v proizvodnih podjetjih pogosteje poimenovana kot proizvodna logistika. Ta stremi k nadzorovanemu pretoku blaga in informacij, s čimer pripomore k obvladovanju oskrbovalne verige.

Med ključne faze delovanja organizacije sodijo:

- nabavna logistika z načrtovanjem,
- proizvodnja z urejenim pretokom surovin, materialov in polizdelkov oziroma blaga in storitev,
- prodaja, katere uspešnost temelji na poznavanju lastnih virov in zmožnosti ter na učinkovitosti notranje logistike (urejenem skladiščnem poslovanju),
- nenazadnje ne pozabimo na sistem upravljanja preskrbovalnih verig (SCM), ki vse naštetu povezuje v celoto.

Urejeno skladiščno poslovanje, kot ga razume LEOSS, pomeni informacijsko podprto skladišče (tehnologija črtne kode), ki omogoča nadzorovano obvladovanje zalog v proizvodnji (zalog surovin, materialov in polizdelkov oziroma blaga in storitev, ko govorimo o zasedenosti proizvodnje) ter predvsem nadzor nad količino



Urejeno skladiščno poslovanje

končnih izdelkov, s katero razpolagamo pri prodaji.

Celovita rešitev Mobos usklajuje delovanje oddelkov nabave, proizvodnje in prodaje. Z Mobosom smo kos časovno kritičnim operacijam, kot so prejemi in izdaje, naročila, mobilna prodaja, dvigi in prenosi iz/v proizvodnjo oz. na delovni nalog, trenutni status proizvodnje ipd. Mobos poskrbi za ureditev skladiščnega poslovanja, sledljivost (surovin in izdelkov ter trgovskega blaga), inventure (osnovnih sredstev, klasičnih in mobilnih skladišč), vodenje zaloge



Mobosova mobilna pisarna omogoča bistveno učinkovitejše delo na terenu

na komisijskih lokacijah (komisijska prodaja pri komisionarjih), (avtomatsko) naročanje, spremljanje proizvodnje, pospeševanje prodaje (ankete), ambulantno prodajo (prodaja na terenu). Mobos – mobilnost je prednost! Vročna linija za informatizacijo na (01) 530 90 35 in leoss@leoss.si.

Kaj je Mobos?

Mobos je sistem orodij, ki v največji možni meri upoštevajo specifične zahteve posameznih uporabnikov s ciljem omogočiti usklajeno delovanje oddelkov nabave, proizvodnje in prodaje. Z Mobosom smo kos časovno kritičnim operacijam. Mobos je izvedba rešitev na ključ. Je vse v enem: skladišče, pospeševanje prodaje, naročanje, storitvena dejavnost, inventure (tudi osnovnih sredstev) ... je mobilna prodaja v dlani s statistiko naročanja. Mobos je namenjen vsem, ki želijo na terenu delati dokumente na način, kot bi to počeli v matičnem skladišču, in na terenu imeti vse potrebne podatke za popolno oskrbo stranke. Osnova delovanja so robustni ročni računalniki (v nadaljevanju terminali) z operacijskim sistemom MS Windows Mobile z možnostjo zajema črtnih kod ali slik ter opcijsko povezavo GSM/GPRS/UMTS/EDGE.



Mobos podpira naslednje segmente:

- lokacijsko skladišče,
- skladišče brez lokacij,
- prenose med skladišči in lokacijami (medskladiščni prenosi),
- ankete oz. anketiranje,
- prejeme, izdaje,
- naročila,
- inventure,
- pospeševanje prodaje,
- inventuro osnovnih sredstev,
- dvige/prenose iz/v proizvodnjo,
- dvige/prenose iz/na delovni nalog.

Vir: LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: www.leoss.si, e-mail: leoss@leoss.si, g. Gašper Lukšič

Poslovna skupina TINEX – Več kot zgolj ležaji in podpora vzdrževalcem!

Poslovna skupina *TINEX* je že dvajset let prisotna v slovenskem prostoru in zelo dobro znana slovenskim podjetjem, zlasti pa strokovnjakom, ki se ukvarjajo s področjem vzdrževanja strojev in naprav. Marsikdo ob tem imenu takoj pomisli na ponudbo vseh vrst ležajev. V prvih letih delovanja podjetja je morda res bilo tako. Danes je ponudba *TINEX*-a veliko večja – od ležajev, preko proizvodov tesnilne, lepilne in pogonske tehnike, izvajanja zahtevnih vzdrževalnih posegov pa vse do diagnostike, tehničnega svetovanja in izobraževanja. Skratka: poslovna skupina *TINEX* ponuja celovito paleto proizvodov in storitev, ki jih potrebuje sodobno vzdrževanje.

O poslovni skupini *TINEX*, njenem proizvodnem programu, viziji ter vpetosti v slovenski in svetovni prostor smo se pogovarjali z direktorjem podjetja Štefanom Čebaškom, direktorjem podjetja *Tinex vzdrževanje*, d. o. o., Dragonom Tabakovičem in direktorjem *TINEX industrijska diagnostika*, d. o. o., dr. Samom Ulago.

Ventil: Spoštovani gospod direktor Čebašek, podjetje *TINEX*, d. o. o., je od svojih prvih skromnih začetkov v dvajsetih letih svojega delovanja preraslo v prepoznavno srednje veliko uspešno slovensko podjetje. Lahko, prosim, na kratko opišete prehojeno pot.

Š. Čebašek: Da smo prepoznavno in uspešno podjetje, se lepo sliši, vendar je bila pot do danes tlakovana z veliko pastmi, raznovrstnimi ovirami in neprespanimi nočmi. Ob ustanovitvi leta 1990 je imelo podjetje *TINEX*, d. o. o., samo enega zaposlenega. Dve leti kasneje je uredilo nove poslovne prostore, ki so bili najeti, in že zaposlovalo 10 ljudi. S temi prostori so bili ustvarjeni pogoji za obsežnejšo dejavnost – specializirali smo se za trženje ležajne, linearne, tesnilne in pogonske tehnike različnih, predvsem pa skrbno izbranih uveljavljenih proizvajalcev, katerih kvaliteta ni sporna in so gonilo tehničnega napredka, predvsem zato, ker je bila proizvodnja teh produktov v Sloveniji minimalna in tako je še danes. Ves presežek kapitala smo iz leta v leto vlagali v razvoj zaposlenih, širjenje asortimana, povečevanje zalog,



Poslovna zgradba podjetja *Tinex*

marketinške aktivnosti in še kaj bi se našlo. Leta 1998 smo kupili zemljišče za gradnjo novih poslovnih prostorov v Šenčurju, banke pa so nam v letu 2000 omogočile črpanje kreditov za gradnjo nove poslovne stavbe s skladišči. V nove poslovne prostore smo se preselili ob 10-letnici. Podjetje je tako raslo po skupnih prihodkih, raznovrstni ponudbi blaga, storitvah in številu zaposlenih.

Naslednji prelomni leti v našem poslovanju sta leto 2000 in 2005, ko smo registrirali družbi *TINEX vzdrževanje*, d. o. o., in *TINEX Industrijska diagnostika*, d. o. o., in smo se nato z našo ponudbo storitev še bolj približali strankam. Da je bila odločitev pravilna, potrjujejo številne reference tako doma kot tudi v tujini.

Ventil: Razen uslug vzdrževanja in diagnosticiranja ponujate v okviru svojega prodajnega programa veliko komponent, ki so potrebne za vzdrževanje strojev in naprav. Kaj vse?

Š. Čebašek: Prej smo imeli na zalogi tisoč, deset tisoč, danes pa že petindvajset tisoč različnih artiklov, s katerimi lahko skoraj v celoti pokrijemo potrebe slovenskega trga iz našega prodajnega programa.

S pomočjo dolgoletnega spremljanja analitično obdelanih podatkov lahko ponudimo iz zaloge s področja ležajne tehnike vse vrste ležajev za industrijo, kmetijstvo, obrt in široko potrošnjo kot tudi za specialne branže, npr. za jeklarsko in papirno industrijo. Tu je še široka paleta s področja tesnilne tehnike, od osnih tesnil do namenskih tesnil za hidravliko in pnevmatiko iz različnih materialov ter labirintnih in kovinskih tesnil. Nudimo tudi elemente pogonske tehnike, npr. sklopke, jermena, verige, verižnike, kardanske gredi, s področja linearne tehnike pa vse vrste vodil, od krogličnih do tirnih in miniaturnih. Tu je še cela vrsta izdelkov s področja lepilne in mazalne tehnike ter elementov za pritrdjevanje, orodje in pribor, ki ga potrebujejo vzdrževalci, in oprema za nadzor sistemov. S ponosom lahko rečem: »vse za vzdrževanje na enem mestu«. Če je kupec pripravljen počakati nekaj dni na dobavo artiklov, ki jih ne vodimo v našem prodajnem programu, lahko z vso odgovornostjo zatrdim, da praktično lahko ponudimo »vse«, kar vzdrževanje in vzdrževalec potrebuje za hitro in kvalitetno opravljanje dela, saj se zavedamo, da je razpoložljivost strojev in naprav, predvsem v procesni industriji, ključna za doseganje zastavljenih ciljev.

Vse zaloge, ki se dnevno ažurirajo, si lahko vsak posameznik ogleda na naši spletni strani: <http://www.tinex.si>.

Ventil: Kdo pa so vaši glavni dobavitelji za vso to množico artiklov in kako zagotavljate konkurenčnost na trgu?

Š. Čebašek: Oskrujemo se direktno iz skladišč proizvajalcev, saj je



Strokovna delavnica za poslovne partnerje

predpogoj za cenovno in kakovostno konkurenčnost nabava iz prve roke. Izbiri dobaviteljev posvečamo posebno pozornost. Z razvojem logističnih storitev se je odzivni čas od nabave pa do prevzema v našem skladišču skrajšal na nekaj dni. Urgentnih nabav je malo, saj obnavljamo zaloge s pomočjo posebej za to razvitega računalniškega programa najmanj enkrat tedensko. Naša glavna dobavitelja za ležajno in linearno tehniko sta FAG in INA, ki sta od leta 2002 združena v skupino Schaeffler Gruppe iz Nemčije. Za popolnitev asortimana pa se oskrbujemo tudi z blagovnimi znamkami SKF, TIMKEN, FERSA, NTN, SNR, EZO, LINK BELT, MCGILL in NADELLA ter KGM za kroglice in FIS kot hčerinsko firmo Schaeffler Gruppe za orodja, inštrumente in masti. Za nizkocenovne artikle pa se obračamo tudi na kitajske proizvajalce, ki zagotavljajo še sprejemljivo kvaliteto glede na ponujeno ceno. RINGSPANN je naš glavni dobavitelj za različne sklopke, industrijske zavoro in enostranske vrteče elemente, GOODYEAR nas oskrbuje z jermeni, s kardani ELSO, z verigami pa KETTENWULF. Za tesnilno tehniko pa so naši glavni dobavitelji FREUNDRBERG SIMRIT in MERKEL, CORTECO, DICHATOMATIK, BURGMAN, KWO, SGL CARBON in ZILLER. Letos pa smo začeli tržiti tudi edinstven sistem varovanja vijaknih zvez proti odvitju – varovalne podložke NORD-LOCK.

Ventil: Kako skrbite za zadovoljstvo vaših partnerjev?

Š. Čebašek: Najboljša reklama so zadovoljni kupci oz. naročniki storitev in hitro ter kvalitetno opravljena storitev. Naš cilj je imeti zadovoljne in lojalne partnerje, ki se vračajo in nam zaupajo, ter zadovoljne in lojalne zaposlene. Svojo usmerjenost h kakovosti na vseh področjih smo leta 1998 potrdili s pridobitvijo certifikata kakovosti ISO 9002, ki smo ga kasneje uskladili z zahtevami standarda ISO 9001. Naš cilj pa je po naših močeh prispevati k ohranjanju naravnega okolja, zato smo v letu 2006 pridobili tudi certifikat ISO 14001 za sistem ravnanja z okoljem. Poleg kakovosti proizvodov in storitev pa smo prepoznani tudi po zagotavljanju tehnične podpore pri izbiri in uporabi proizvodov ter organizaciji specialističnih izobraževanj v lastni moderno opremljeni učilnici oziroma pri kupcih.

Sicer smo redno prisotni na domačih sejmih, kjer sprejemamo signale partnerjev, kaj narediti oz. ponuditi v bodoče, ter na mednarodnih sejmih kot kupci, da ugotovimo, kaj lahko ponudimo našim kupcem.

Ventil: Kaj načrtujete v bližnji prihodnosti?

Š. Čebašek: Naša vizija je postati največji trgovec s tovrstnim prodajnim programom v tem delu Evrope.

Zavedamo se, da je slovenski trg za nadaljnjo rast podjetja omejen, zato se že sedaj oziramo po tujih trgih. Ob predpostavki, da se gospodarske razmere stabilizirajo, načrtujemo gradnjo dodatnih skladišnih kapacitet in centra za razrez linearnih vodil po meri kupca. Še večjo pozornost bomo posvetili utrjevanju partnerskih odnosov, tako v nabavi kot v prodaji, prilagajanju prodajne strategije, uvajanju dobrih praks, izobraževanju zaposlenih in kupcev. Skratka, stremeli bomo k dejanjem, ki bodo v celotni nabavno-prodajni verigi vodila k ohranjanju in povečevanju zadovoljstva vseh vpletenih. Želimo preprečiti, če naš slogan: DA SE VRTI IN TESNI – TINEX POSKRBI! deluje tudi v praksi.

Ventil: Kot ste omenili, je bilo leto 2000 nekakšna prva večja prelovnica na poti k še večjemu uspehu poslovne skupine TINEX. Takrat ste z g. Štefanom Čebaškom ustanovili podjetje Tinex vzdrževanje, d. o. o. Povejte nam kaj več o tem dogodku.

D. Tabaković: Res je. Leta 2000 smo ustanovili podjetje Tinex vzdrževanje, d. o. o., in začeli z delom. Že od začetka je naše vodilo zagotavljati strankam kakovostno storitev ter z individualno in strokovno obravnavo vsakega naročnika in naloge postavljati trdne temelje za dolgoročno partnerstva. Danes lahko s ponosom pogledamo na prehojeno pot in se skupaj s partnerji, ki nam zaupajo že 10 let, veselimo novih izzivov. Naše primarne dejavnosti so investicijska in vzdrževalna dela v industriji papirja in kartona, načrtovanje, izdelava, montaža različnih jeklenih konstrukcij in strojev ter lasersko uravnavanje soosnosti pogonskih sklopov in naprav. Razpon svojih dejavnosti pa smo v teh letih razširili še na jeklarsko industrijo, za katero izdelujemo in montiramo stroje in proizvodne linije. Z našim zrelim in naprednim pristopom do vsakega projekta smo pridobili tudi naročnike v drugih gospodarskih panogah, kot sta npr. energetika in žičničarstvo. Verjamemo, da bomo v prihodnosti krog svojih naročnikov še razširili in pri tem ohranili visoko strokovnost v prizadevanju za skupne uspehe.



Lasersko uravnavanje gredi

Ventil: Kje je sedež vašega podjetja, ali imate svoje poslovalnice tudi drugod po Sloveniji ali v tujini?

D. Tabaković: Kot že rečeno, želimo biti čim bližje našim strankam in skrajšati čas odziva. To je pomembno predvsem pri dejavnosti vzdrževanja. Sedež in uprava podjetja Tinex vzdrževanje, d. o. o., je v Kranju, toda aktivnosti vzdrževanja in montaže strojne opreme se opravljajo v samih podjetjih, se pravi na naslovu naročnika, predvsem kartonske, papirniške in jeklarske industrije, zato smo terensko naravnano podjetje. Tako vzdržujemo sisteme v podjetjih Količevo karton, d. o. o., Goričane, tovarna papirja Medvode, d. d., Papirnica Vevče, d. o. o., Radeče papir, d. o. o., Vipap Videm Krško, d. d., in v ostalih podjetjih z drugimi dejavnostmi. V podjetju Sava-Schäfer, d. o. o., pa izvajamo mehanska dela pri servisu valjev papirne in tekstilne industrije. V tujini (Švedska, Nemčija, Švica, Nizozemska, Avstrija, Italija, Hrvaška, Bolgarija, ...) poleg vzdrževalnih del izvajamo predvsem demontaže in montaže strojev in proizvodnih linij.

Ventil: Kakšen je vaš pristop oz. način dela?

D. Tabaković: Moto naše ponudbe uslug vzdrževanja je: »Trije koraki do

popolne storitve.« V okviru **priprave** vsak projekt predstavimo kot nalogo in predvidimo možne težave. Vsak sodelavec predstavi svoja videnja rešitve zastavljene naloge, po skupnem pogovoru pripravimo najboljšo možno rešitev projekta, nato pa naročniku posredujemo finančno in terminsko ovrednotenje projekta.

Pred začetkom **izvedbe** projekta najprej zagotovimo, da poteka celoten delovni proces v varnih delovnih pogojih. Za tekočo izvedbo projekta brez večjih zapletov poskrbimo z vsakodnevnimi operativnimi sestanki, na katerih sproti preverjamo in usklajujemo rezultate tekočega dne ter jih primerjamo z zastavljenim terminskim načrtom. Morebitne na novo nastale in v načrtu nepredvidene situacije rešujemo sproti.

Po koncu izvedbe sledi še **primopredaja**. Med projektom dokumentiramo (fotografije, videoposnetki) vse ključne dogodke ter tako ustvarjamo arhiv zase in za naročnika. Ob zaključku projekta opravljeno delo še enkrat preverimo in nato skupaj z naročnikom pregledamo ter izvedemo primopredajo.

V podjetju Tinex vzdrževanje, d. o. o., se razveselimo vsakega novega projekta, saj nam predstavlja nov izziv. Sleherni projekt je deležen resne in



Strokovnjaki Tinex vzdrževanja pri delu

strokovne obravnave, kajti prav v ta namen smo razvili edinstven sistem dela in lasten računalniški program za učinkovito vodenje in spremljanje dogodkov na projektu.

Ventil: Omenili ste lasten računalniški program, kaj načrtujete v bližnji prihodnosti?

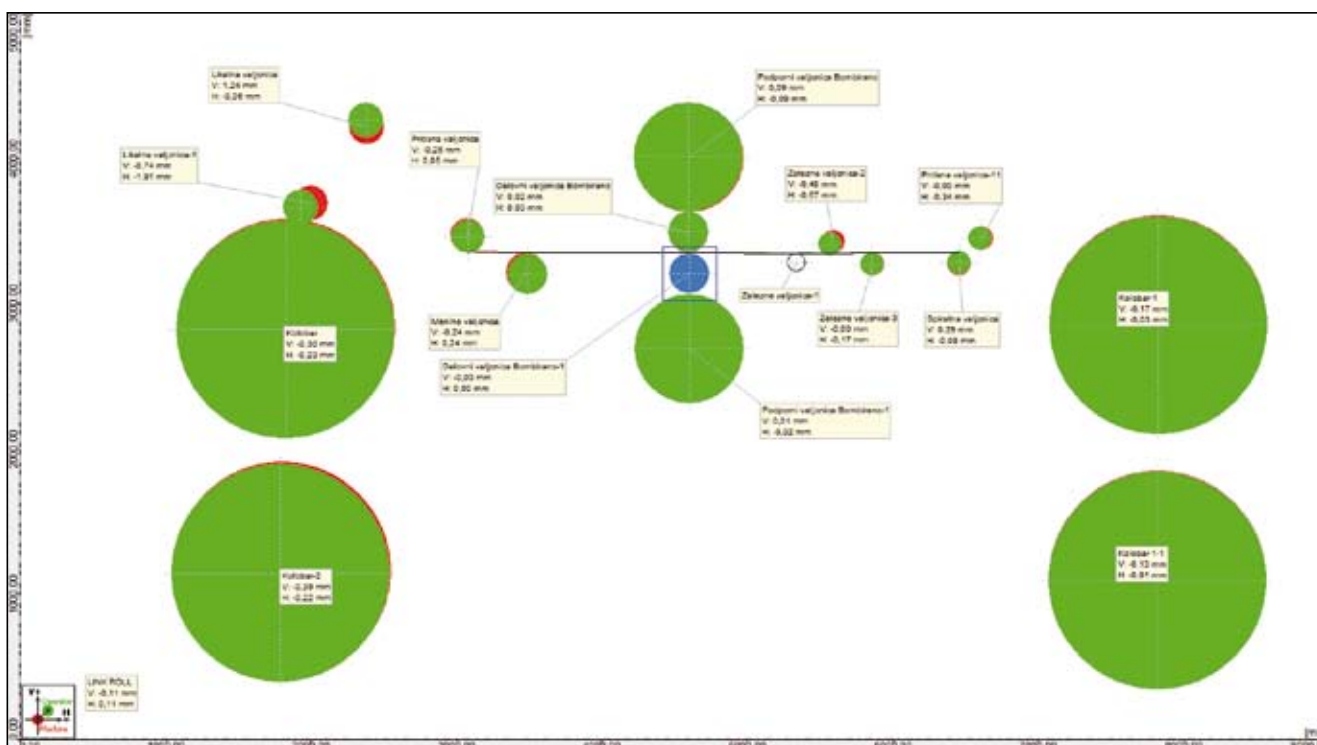
D. Tabaković: Res smo razvili lasten računalniški program, s katerim

tekoče spremljamo stanje in potek projekta, saj naši zaposleni trikrat dnevno po »pametnih« mobilnih telefonih o vsakem aktivnem projektu posredujejo podatke, ki programsko obdelani kažejo sprotno in realno stanje vsakega posameznega projekta. To nam zagotavlja enostaven nadzor, znižuje stroške in omogoča morebitno pravočasno ukrepanje in obveščanje naročnika. Gre za resnično inovativen pristop!

V prihodnosti smo pripravljene naš računalniški sistem ponuditi tudi širšemu trgu, tu mislimo predvsem na terensko naravnana podjetja, ki bi jim naš program resnično olajšal poslovanje in jih dvignil na višji nivo v splošni storitveni dejavnosti. Enako zavzeto se osredotočamo na lasten razvoj strojev in naprav, ki bodo naročnikom omogočale zmanjšati porabo primarnih surovin ali iz proizvodnih procesov izločiti nezaželene. Tako npr. že uspešno preizkušamo težnostni zgoščevalnik snovi. Usmerili smo se tudi na projekte varčevanja z energijo – sanacija industrijskih dimniških tuljav za omogočanje izkoristkov temperature dimnih plinov, zajem plinov na bioloških čistilnih napravah ipd. – npr. v Količevo karton, d. o. o.

Ventil: Omenili ste tudi nadzor oz. diagnostiko strojev in naprav. To področje predstavlja v okviru Tinexa samostojno dejavnost. Mogoče še nekaj besed o tem.

S. Ulaga: Ker smo v okviru skupine Tinex želeli svojim poslovnim partnerjem ponuditi celovito podporo, ki že dolgo presega zgolj prodajo posameznih strojnih elementov, smo leta 2005 ustanovili podjetje Tinex industrijska diagnostika, d. o. o. Kot pove že ime, je osnovna dejavnost



Primer analize vzporednosti valjev valjarskega ogrođja

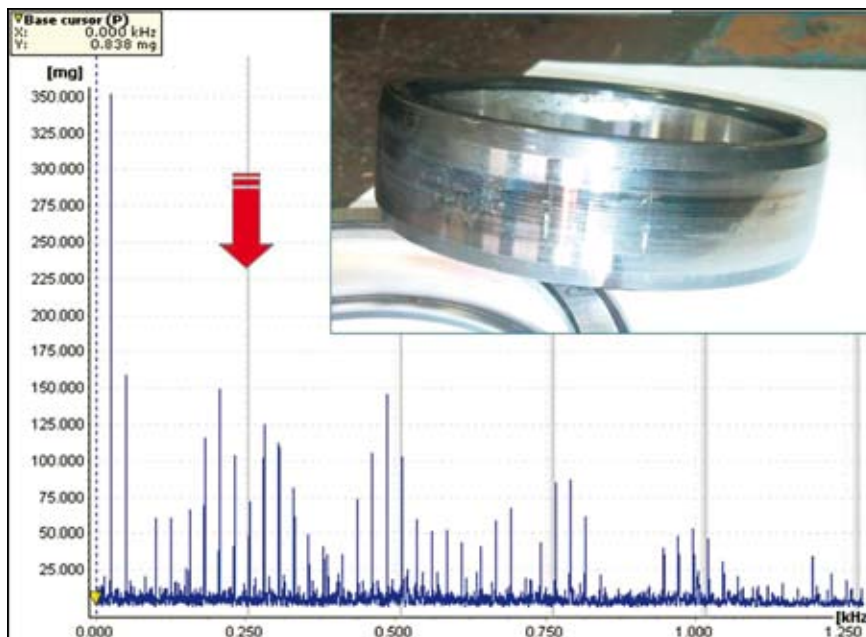
izvajanje različnih diagnostičnih metod, ki omogočajo vpogled v stanje strojev in naprav med njihovim nemotenim delovanjem.

Ventil: Razen zgolj z operativnim izvajanjem diagnostike se ukvarjate tudi s tehničnim svetovanjem in uvajanjem sodobnih metod preventivnega vzdrževanja – zagotavljanje razpoložljivosti.

S. Ulaga: Tako je! Če neko podjetje želi uspešno delovati in racionalno gospodariti, mora natančno poznati »kondicijo« svojih strojev in naprav. Le tako je mogoče pravočasno izvajati potrebne vzdrževalne posege in se izogniti neprijetnim presenečenjem v obliki nenadnih okvar, ki lahko pomenijo grožnjo za varnost in zdravje zaposlenih, prekinitev proizvodnega procesa in seveda tudi izvor nepotrebnih stroškov. Naše podjetje svetuje poslovnim partnerjem pri oblikovanju globalne strategije vzdrževanja strojev in naprav. Pomembno vlogo pri pridobivanju informacij o dejanskem stanju strojev ima tehniška diagnostika. Ni dovolj samo kupiti merilno opremo ali pa najeti zunanjšega izvajalca! Potrebno je izvesti analizo kritičnosti, izbrati ustrezne diagnostične metode, določiti merilne intervale, določiti kompetentne nosilce nalog v procesu meritev-analiza-ukrep-kontrolna meritev ...

Ventil: Zelo si prizadevate tudi za promocijo svoje ponudbe in storitev. Na kakšen način? Kje vse ste prisotni?

S. Ulaga: Slovenija je relativno majhen, a zahteven trg za področje naših



Primer odkrite poškodbe ležaja

storitev! Najboljša reklama so zadovoljni kupci oz. naročniki storitev. Prisotni smo v različnih branžah, od papirne in jeklarske industrije, cementarn, kamnolomov do procesne industrije ... Povsod tam, kjer so lastniki proizvodnih sredstev dovolj osveščeni, da razumejo, da tehniška diagnostika ni strošek, ampak investicija v zanesljivo in predvidljivo delovanje strojev in naprav!

Ventil: Kaj načrtujete v bližnji prihodnosti?

S. Ulaga: Trenutno ponujamo storitve s področja diagnostičnih meritev, kot so mehanske vibracije, relativne deformacije konstrukcij med obratovanjem, meritve vzporednosti valjev (papirniških, tiskarskih, valjarniških in

podobno), masno uravnoteženje, laserska kontrola soosnosti, endoskopija ... Z diagnostiko smo tako zaokrožili oz. dopolnujemo celovito ponudbo storitev skupine Tinex. Nudimo tudi izdelavo in namestitev naprav za stalen (ON-LINE) nadzor stanja ter različno opremo in pripomočke s področja vzdrževanja. S 1. 1. 2011 bomo postali tudi uradni zastopniki vodilnega proizvajalca naprav za lasersko uravnavanje in analizo geometrije strojev – Prüftechnik.

Spoštovani gospodje, v imenu bralcev revije Ventil se vam najlepše zahvaljujem za pogovor in vam želim še veliko poslovnih uspehov.

Dr. Darko Lovrec
FS Maribor



Fluidna tehnika 2011

mednarodna konferenca

15. in 16. september 2011

Maribor, Kongresni center Habakuk



Osrednji bienalni strokovni dogodek s področja hidravlične in pnevmatične pogonsko krmilne tehnike v Sloveniji.

Konferenca **Fluidna tehnika 2011** je z več kot 15 letno tradicijo brez dvoma pravi barometer dogajanja na področju uporabe hidravlike in pnevmatike pri nas.

Primerjava delovanja vodne in oljne pogonsko-krmilne hidravlike

Franc MAJDIČ, Jožef PEZDIRNIK, Mitjan KALIN

Povzetek: Ekologija in z njo skrb za okolje postajata vse pomembnejši. Uporaba vode namesto mineralnega hidravličnega olja v pogonsko-krmilni hidravliki je eden izmed pozitivnih korakov v smeri ohranjanja narave. V tem prispevku predstavljamo rezultate raziskav delovnih parametrov na dvojnem, to je na vodnem in oljnem delu hidravličnega preizkuševališča. V prispevku je predstavljenih nekaj ključnih rezultatov meritev prehodnih pojavov, tj. pomik batnice vodnega hidravličnega valja, delovni tlaki pri pomiku batnice in hidravlični udar pri različnih vstopnih tlakih in pretokih. Merili smo z vstopnimi tlaki med 70 in 160 bar ter vstopnimi pretoki med 11 in 33 l/min.

Sledi analiza rezultatov preizkusov na vodnem delu preizkuševališča in primerjava teh z rezultati, dobljenimi ob izvajanju preizkusov na analognem oljnem delu preizkuševališča.

Rezultati analize kažejo, da pogonsko-krmilni hidravlični sistemi na pitno vodo lahko opravljajo svoje funkcije analogno velikemu delu sistemov oljne pogonsko-krmilne hidravlike.

Ključne besede: voda, mineralno olje, pogonsko-krmilna hidravlika, proporcionalni batni drsniški ventil

1 Uvod

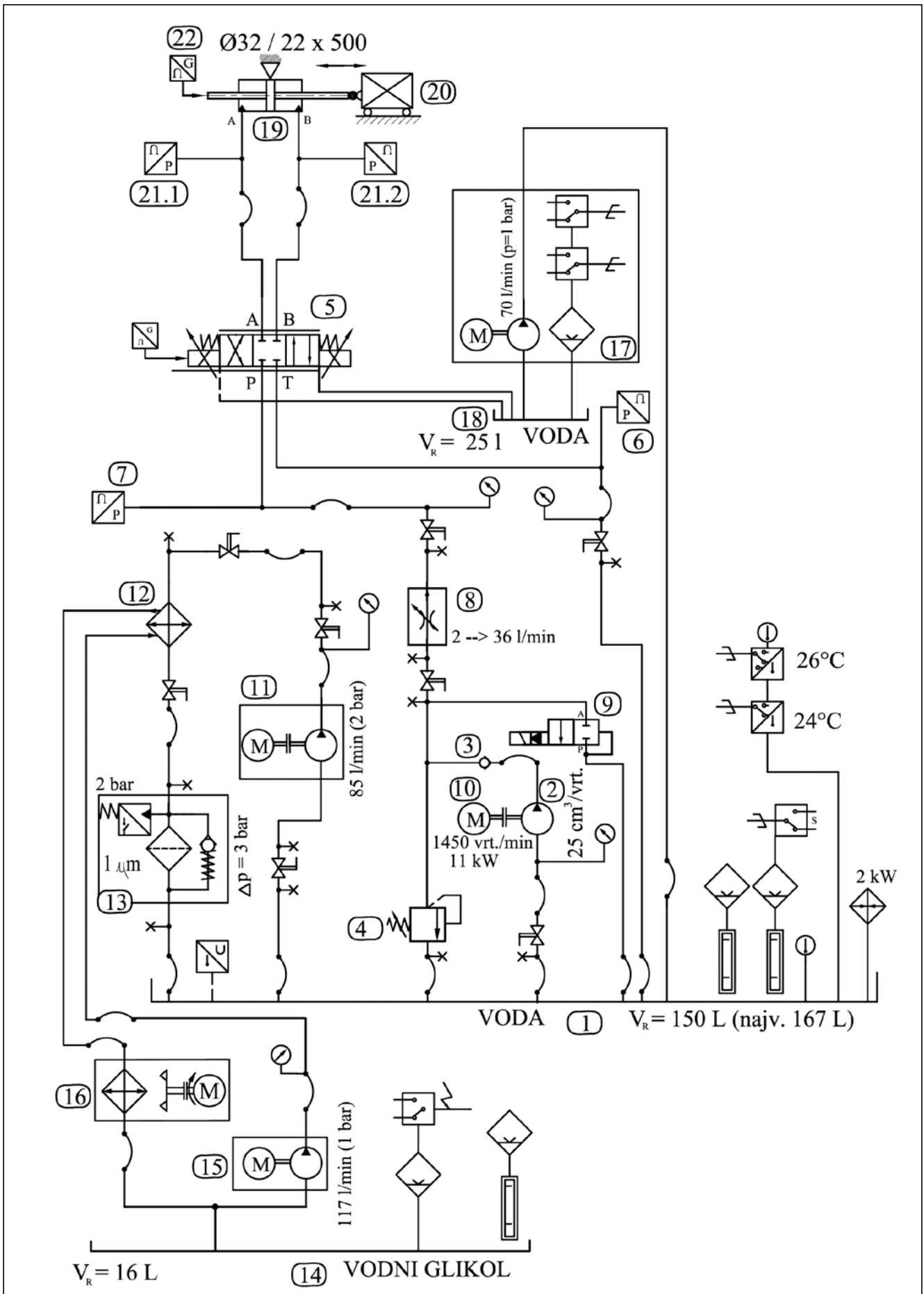
Zaščita pitne vode in naravnega okolja nasploh je vedno bolj pomembna. Nepričakovani izlivi naravi škodljivih hidravličnih tekočin, npr. mineralnega olja, v zemljo in naprej v zajetja pitne vode se pogosto dogajajo. Eden današnjih izzivov za zaščito okolja in pitne vode je uporaba alternativnih, naravnih virov hidravličnih tekočin. V pogonsko-krmilni hidravliki obsta-

jata dve rešitvi za zadostitev željam po zaščiti okolja. Prva možnost je uporaba biorazgradljivega olja [1–6] namesto mineralnega olja. Vendar je to le delna rešitev, saj biorazgradljivo hidravlično olje običajno vsebuje tudi dodatke, ki so škodljivi okolju. Druga možnost je uporaba pitne vode namesto mineralnega olja. Uporaba pitne vode je popolnoma neškodljiva okolju, vendar je zelo težko izvedljiva [7, 8]. Za vodno hidravliko so na tržišču že na razpolago relativno enostavni konvencionalni hidravlični ventili, zelo pa primanjkuje zvezno delujočih hidravličnih ventilov, ki so nujno potrebni za velik del dandanašnjih hidravličnih strojev in naprav. Sploh je na tržišču še skoraj nemogoče dobiti katerekoli hidravlične sestavine z zvezno delujočim krmiljenjem ali re-

gulacijo, delujoče na pitno vodo kot hidravlično kapljevino. Če kakšno od teh že dobimo, je običajno zelo kompleksna, izvedena z velikim številom sestavnih delov. Kljub več kot petnajstletnemu obdobju razvoja na področju vodne hidravlike je predvsem pri sestavinah še vedno pomanjkljivo tudi razumevanje mehanizmov delovanja in njihovih lastnosti.

V tem prispevku podajamo rezultate obširne raziskave, izvedene na področju vodne hidravlike. Raziskave smo izvajali na ustreznem vodnem preizkuševališču. Rezultate primerjamo z rezultati raziskave s področja oljne hidravlike, pridobljenimi s preizkusi na funkcionalno analognem oljnem preizkuševališču.

Dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., doc. dr. Jožef Pezdirnik, univ. dipl. inž., prof. dr. Mitjan Kalin, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Funkcijska shema vodnega hidravličnega preizkuševališča

■ 2 Eksperimentalni del

Glavni sestavni deli vodnega preizkuševališča [9–13], razvidni iz hidravlične funkcijske sheme (slika 1), so: rezervoar za vodo (poz. 1), aksialna batna črpalka (poz. 2), protipovratni ventil (poz. 3), varnostni ventil za nastavitev tlakov med 70 in 160 bar (poz. 4), preizkušanelec – na novo razvit vodni proporcionalni 4/3-potni ventil batno-drnsniškega tipa (poz. 5), dve tlačni zaznavali (poz. 6 in 7), tokovni ventil s tlačno kompenzacijo (poz. 8), razbremenilni 2/2-potni ventil (poz. 9) za lažji, "mehek" zagon pogonskega elektromotorja (poz. 10). Visokotlačna hidravlična črpalka dovaja približno 33 l/min hidravlične tekočine (pri začetnem 95-odstotnem volumetričnem izkoristku) preko vodnega tokovnega ventila s tlačno kompenzacijo na P-priključek preizkušanca. Ta je krmiljen z računalnikom s posebnim programom. Opazovali smo pomike batov ter tlake in temperaturo hidravlične kapljevine.

Za merjenje prehodnih pojavov smo uporabili dvostransko delujoči hidravlični valj z obojestransko batnico 32/22 x 500 (poz. 19), na katero je preko zgloba pritrjena vodena utež z maso 163 kg (poz. 20). Bistvene sestavine so še: dve tlačni zaznavali (poz. 21.1 in 21.2), merilnik položaja batnice v hidravličnem valju (poz. 22). Del sestavin za meritve prehodnih pojavov je montiranih na posebnem vozičku, kjer so vodene uteži. Vodilo uteži skupaj z utežmi lahko postavimo v horizontalni ali vertikalni položaj. Večina v shemi omenjenih sestavin je standardnih, na tržišču razpoložljivih vodnih hidravličnih sestavin, razen proporcionalnega potnega ventila (poz. 5) in hidravličnega valja (poz. 19), ki sta bila zasnovana in skonstruirana v Laboratoriju za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH). Cev vodnega hidravličnega valja je iz nerjavečega jekla, batnici sta iz trdo kromiranega jekla. Tesnila in vodilni obroči za vodni in oljni hidravlični valj so enaki; izdelani so iz nitritne gume in poliuretana, ojačanega z vlakni. V vodnem preizkuševališču (sliki 1 in 2) smo za hidravlično tekočino uporabljali destilirano vodo.

Oljno hidravlično preizkuševališče je funkcijsko analogno in podobno zgrajeno kot zgoraj predstavljeno vodno preizkuševališče. Zgrajeno je iz standardnih, na tržišču dostopnih sestavin, razen oljnega hidravličnega valja, ki je izdelan popolnoma enako kot vodni hidravlični valj. Enakost je potrebna za izvajanje primerjalne analize med obema sistemoma. V oljnem preizkuševališču smo za hidravlično tekočino uporabljali mineralno hidravlično olje ISO VG 46.

■ 3 Rezultati

Ustrezno, torej za prakso uporabno, delovanje vodne hidravlike bomo dokazovali z rezultati meritev odzivnosti vodnega hidravličnega valja glede na znan vhodni krmilni signal na vodni proporcionalni potni ventil. Ustreznost delovanja celotnega vodnega hidravličnega sistema, ki ga primerjamo z analognim oljnim sistemom, bomo dokazali na podlagi rezultatov naslednjih meritev na obeh sistemih: pomik batnice hidravličnega valja, delovni tlaki pri pomiku obremenjenega hidravličnega valja ter hidravlični udar pri različnih vstopnih tlakih in pretokih.

Pomik batnice hidravličnega valja

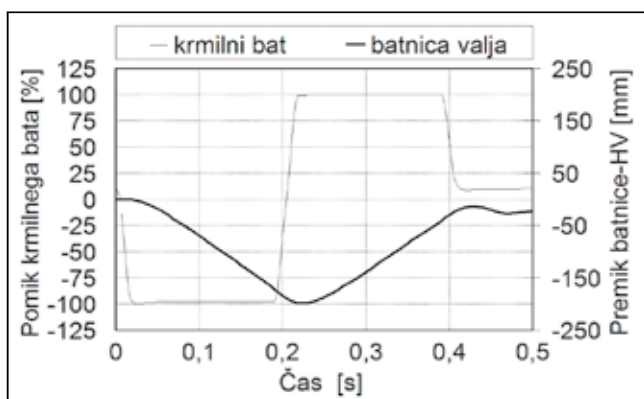
S slike 3a za oljno preizkuševališče je razvidno, da znaša pomik obremenjene batnice z utežjo v horizontalnem položaju pri gibu proti levi 198 mm (izmerjeno – levi del nagnjene krivulje z oznako "batnica valja"), kar je za 23 mm več, kot znaša gib batnice proti desni (desni del nagnjene krivulje). To je izmerjena razlika



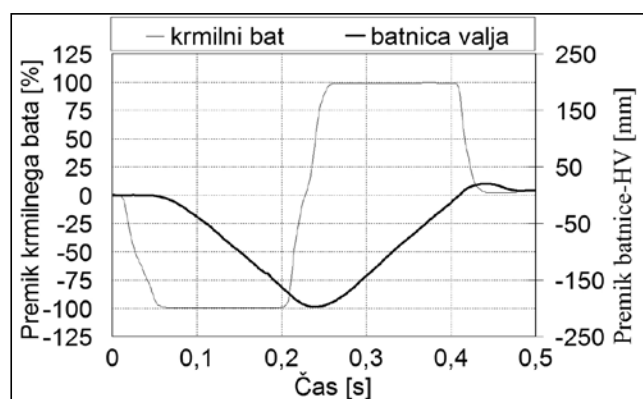
Slika 2. Fotografija vodnega preizkuševališča

po iznihanju batnice – po končanem hidravličnem udaru. Obremenjena batnica oljnega hidravličnega valja v horizontalnem položaju se pri simetričnem vhodnem koračnem krmilnem signalu oljnega proporcionalnega potnega ventila ni več vrnila v začetno stanje. Ustavila se je na mestu, ki je za 23 mm pred točko, kjer je batnica speljala. To pomeni za ok. 12 % nesimetričen gib batnice pri simetričnem vhodnem krmilnem signalu in »simetričnem« hidravličnem valju, to je valju z obojestransko enako batnico.

Na sliki 3b za vodno preizkuševališče je prikazan pomik enako obremenjene batnice kot pri prejšnjem oljnem preizkuševališču pri podobnem koračnem krmilnem signalu, ki je krmilil proporcionalni vodni potni ventil. Prikazani pomik je večji za približno 10 % od dejansko izmerjenega zaradi korekcije prekritja vodnega v primerjavi s prekritjem pri oljnem proporcionalnem potnem ventilu. Z upoštevanjem računske korekcije prekritja je bila dolžina pomika obremenjene batnice vodnega hidravličnega valja v smeri proti



a)



b)

Slika 3. Pomik batnice hidravličnega valja in krmilnega bata v odvisnosti od časa za:

a) olje, b) vodo (pretok = 33 l/min, tlak = 160 bar, masa = 163 kg horizontalno; koračni signal)

levi 201 mm. Batnica se je po preklopu v vzporedni položaj (slika 1) proporcionalnega vodnega potnega ventila vrnila proti začetnemu mestu in se ustavila za približno 8 mm pred položajem pred začetkom meritve, kar pomeni nesimetričnost pomika za približno 4 % od celotnega giba.

Za ugotavljanje vpliva tlaka in pretoka na pomik batnice hidravličnega valja pri oljnem in vodnem preizkuševališču (sliki 1 in 2) smo poleg parametrov, ki veljajo za sliko 3 (pretok 33 l/min, tlak 160 bar, hidravlični valj in utež mase 163 kg v horizontalnem položaju), izvedli meritve še za osem kombinacij vrednosti pretoka in tlaka. Rezultati so analogni, a jih tu ne podajamo zaradi prostorske omejitve prispevka.

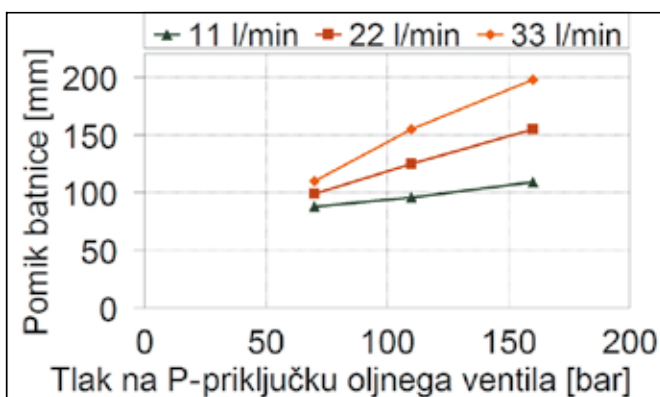
Na *sliki 4a* je razvidno, da znaša najkrajši gib batnice oljnega hidravličnega valja 89 mm; izveden je ob tlaku 70 bar in pretoku 11 l/min. Najdaljši gib, to je 198 mm, je batnica opravila pri nastavljenem pretoku

33 l/min in tlaku 160 bar. Če primerjamo gib batnice le pri tlaku 70 bar ob pretoku enkrat 11 l/min in drugič 33 l/min, ugotovimo (*slika 4a*), da je razlika v dolžini giba le 18 mm. Torej je pri trikrat večjem pretoku gib le 20 % daljši. Razlika v dolžini pomika batnice pri najvišjem merjenem tlaku, to je 160 bar, pa je znašala 83 % med pretokom 11 in 33 l/min.

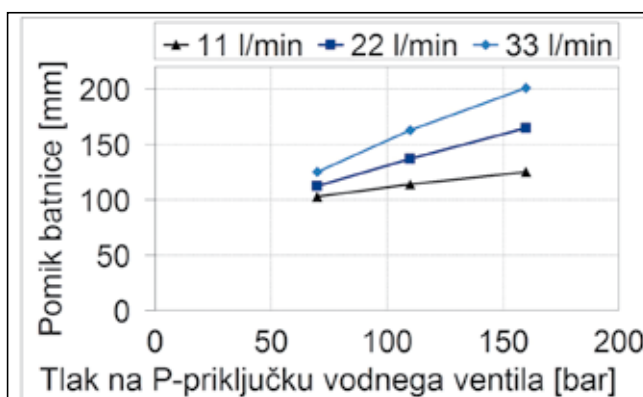
Pomik batnice vodnega hidravličnega valja (*slika 4b*) je, analogno kot pri oljnem, odvisen od vstopnega tlaka in pretoka na vstopnem P-priključku vodnega proporcionalnega potnega ventila. Najmanjši pomik, 102 mm, smo izmerili ob pretoku 11 l/min in tlaku 70 bar, največji pomik 201 mm pa pri pretoku 33 l/min in tlaku 160 bar. Pri tlaku 70 bar je bil pomik batnice vodnega hidravličnega valja pri največjem pretoku 33 l/min za 12 % daljši od pomika pri najmanjšem pretoku, 11 l/min. Pri tlaku 160 bar in pretoku 33 l/min pa je bil pomik batnice za 63 % daljši kot pri istem tlaku in pretoku 11 l/min.

Na *sliki 4a* in *4b* je razvidno, da pri trikrat večji nastavitvi pretoka ne dobimo trikratnega pomika batnice. Razlog je verjetno v trenutnem odprtju ventila (hiter – koračni signal). Nastopijo vztrajnostne masne sile, hidravlični udar – porast tlaka preko nastavitve varnostnega ventila. Za določen, sicer kratek čas je ta vsaj delno odprt in tako del hidravličnega toka del časa teče skozenj v rezervoar. Vendar varnostnega ventila zaradi njegove konstrukcijsko-funkcijske izvedbe ni bilo možno nastaviti na višjo vrednost.

Razlika med pomiki batnic oljnega in vodnega hidravličnega valja, predvsem pri nižjih pretokih, je verjetno v različni funkcionalno-konstrukcijski izvedbi oljnega in vodnega varnostnega ventila, v različnih časih pospeševanj in pojemanj, različni stisljivosti kapljev in različnih elastičnosti in dolžinah gibkih in jeklenih cevi itd. Pri največjem merjenem pretoku (33 l/min) in tlaku (160 bar) oba hidravlična valja, oljni in



a)



b)

Slika 4. Pomik batnice hidravličnega valja v odvisnosti od znanega pretoka in tlaka za a) oljno in b) vodno preizkuševališče po korekciji prekritja (masa = 163 kg horizontalno, koračni signal)

vodni, opravita podobno dolge gibe batnic (sliki 4a in 4b).

Delovni tlaki pri delovanju hidravličnega valja

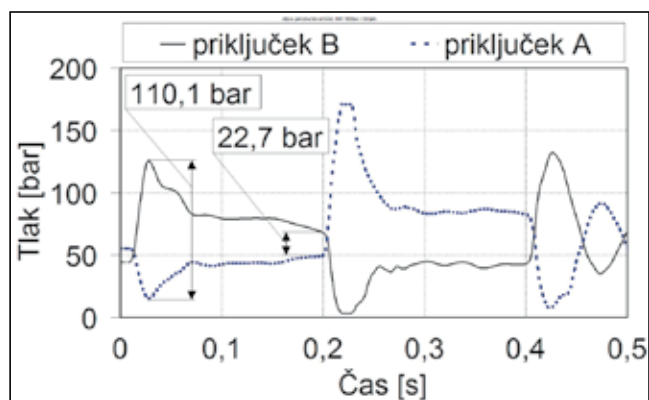
Meritve tlakov na A- in B-priključkih (slika 1) tik pred hidravličnim valjem nam povedo, kakšni so potrebni tlaki za premagovanje trenja tesnil v valju, za premikanje horizontalne mase skupaj s trenjem v kolesih, na katerih se pelje utež, ter za premagovanje

gibanje s konstantno hitrostjo obremenjene batnice hidravličnega valja v horizontalnem položaju, in sicer tako za oljno kot tudi za vodno preizkuševališče.

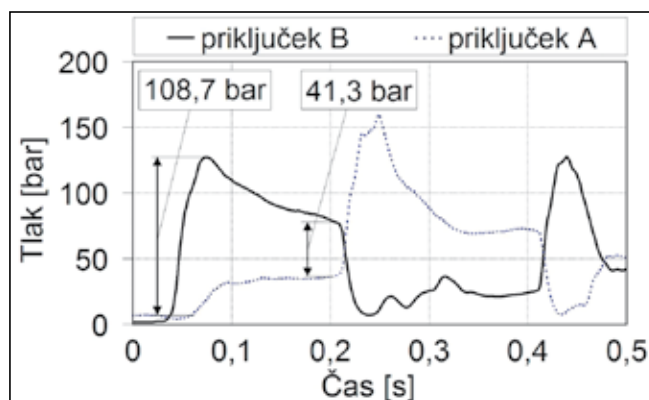
Slika 5a prikazuje rezultate meritev tlakov na A- in B-priključkih ob oljnem hidravličnem valju. Razvidno je, da je razlika tlakov, potrebna za speljevanje uteži $dp_{B-A, \text{spelj.}}$ (125,6 – 15,5), enaka 110,1 bar. Pri gibanju uteži s konstantno hitrostjo pa je razlika tla-

Hidravlični udar pri izklopu ventila

Slika 6 prikazuje povečan detalj (s slike 5) rezultatov meritve spremembe tlakov na A- in B-priključku pri hidravličnem udaru, ki nastane ob zaprtju proporcionalnega potnega ventila poz. 5 iz vzporednega v blokirani, to je ničelni položaj (slika 1). Na sliki 6 je prikazana sprememba tlakov za čas od 0,3 do 0,5 s od začetka meritve, ko se je iz stacionarnega gibanja



a)



b)

Slika 5. Spremembe tlaka na A- in B-priključkih ventila tik pred hidravličnim valjem v odvisnosti od časa za (a) olje, (b) vodo (pretok = 33 l/min, tlak = 160 bar, masa = 163 kg horizontalno, koračni signal)

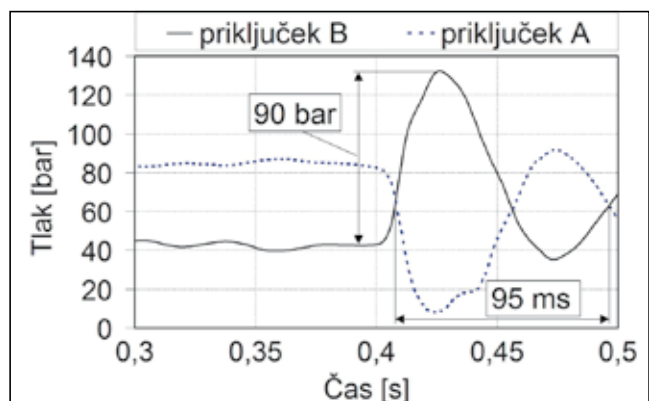
lokalnih izgub pri vtoku in iztoku kapljevine v hidravlični valj oz. iz njega. Linijskih izgub med tema dvema merilnima mestoma ni veliko, saj sta bili tlačni zaznavali vgrajeni tik pred hidravličnim valjem in za njim. Linijske izgube torej lahko zanemarimo.

Slika 5 prikazuje rezultate ene izmed devetih meritev, ki smo jih izvedli in ovrednotili za ugotovitev vpliva pretoka in tlaka na višino potrebne delovnega tlaka za speljevanje in

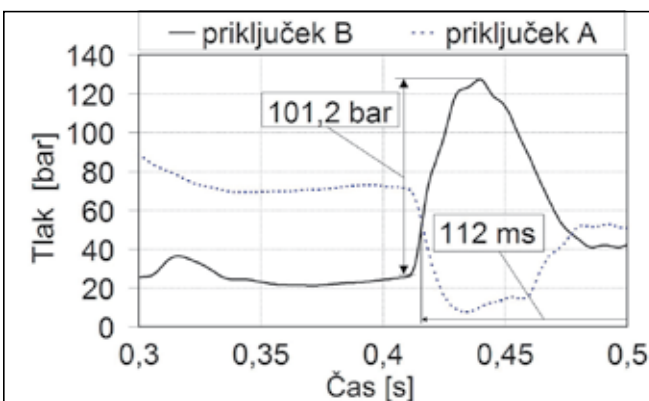
kov med B- in A-priključkom dp_{B-A} , konst. (72,3 – 49,6) enaka 22,7 bar.

Na vodnem preizkuševališču (slika 5b) znaša potrebna razlika tlakov za speljevanje enake uteži kot pri oljnem (127,1 – 18,4) 108,7 bar, kar je za 1,3 % manj kot pri oljnem preizkuševališču. Razlika tlakov, potrebna za gibanje uteži pri konstantni hitrosti za vodno preizkuševališče (78 – 36,7), znaša 41,3 bar, kar je za 82 % več kot pri enakih pogojih pri oljnem preizkuševališču.

batnice nazaj (vzporedni položaj proporcionalnega potnega ventila) ventil zaprl in je nastal hidravlični udar. Porast tlaka ob udaru je predvsem posledica zaustavitve gibajoče se uteži, v manjši meri pa tudi zaustavitve stebra gibajoče se kapljevine v ceveh. Porast tlaka pri hidravličnem udaru je povečanje tlaka glede na predhodno stacionarno stanje. Stacionarno stanje tlaka na B-priključku je v tem primeru odvisno od vseh linijskih in lokalnih izgub od tlačnega zaznavala na B-

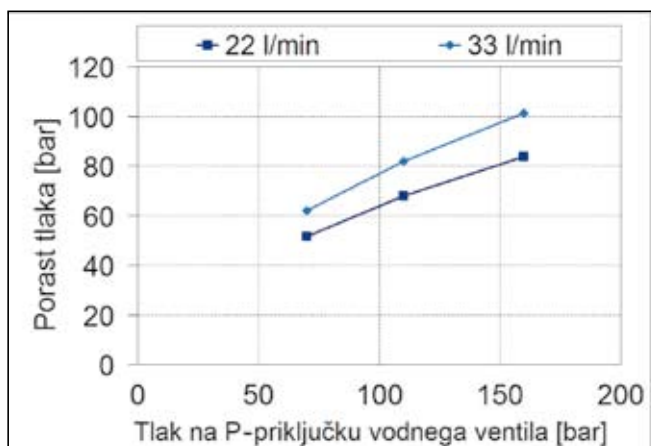
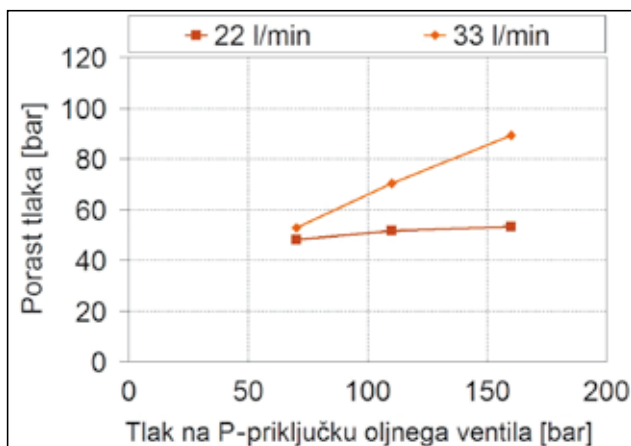


a)



b)

Slika 6. Sprememba tlaka v odvisnosti od časa pri hidravličnem udaru – meritve na A- in B-priključku ventila za: a) olje in b) vodo (pretok = 33 l/min, tlak = 160 bar, masa = 163 kg horizontalno, koračni signal)



a) b)
Slika 7. Porast tlaka pri hidravličnem udaru na merilnem mestu 21.2 (B-priključek) v odvisnosti od vstopnega tlaka in pretoka na P-priključku ventila za: a) olje in b) vodo (masa = 163 kg horizontalno, koračni signal)

priključku (tik ob hidravličnem valju – sl. 1, poz. 21.2) pa do rezervoarja.

Predhodno stacionarno stanje tlaka na B-priključku oljnega preizkuševališča (sl. 6a) pred pojavom hidravličnega udara je bilo ok. 43 bar, ob izklopu ventila pa je ta absolutni tlak narasel na 133 bar. Na sliki 6a je viden relativni porast tlaka za 90 bar na B-priključku oljnega preizkuševališča po pomiku krmilnega bata potnega ventila v ničelni položaj.

Absolutni stacionarni tlak na B-priključku vodnega proporcionalnega potnega ventila (sl. 6b) pred pojavom hidravličnega udara je bil 26 bar, po zaprtju ventila pa je ta absolutni tlak narasel na 127,2 bar. Porast tlaka na B-priključku je torej znašal 101,2 bar.

Slika 7a prikazuje vpliv vstopnega tlaka in pretoka v oljnem proporcionalnem potnem ventilu na porast tlaka pri hidravličnem udaru. Najvišjo razliko tlakov, 90 bar, smo izmerili prav pri vstopnem tlaku 160 bar in pretoku 33 l/min. Razvidno je, da je pri nižjem vstopnem tlaku (70 bar) vpliv pretoka manjši. Pri 70 bar vstopnega tlaka je razlika med največjim (pri 33 l/min) in manjšim (pri 22 l/min) porastom tlaka pri hidravličnem udaru razmeroma majhna. Razmerje med največjim (pri 33 l/min) in manjšim (pri 22 l/min) porastom tlaka pri hidravličnem udaru pri vstopnem tlaku 160 bar pa je približno 1,5. 1,5-krat višja vrednost porasta tlaka ob hidravličnem udaru ob 1,5-kratnem pretoku pa je

skladna z matematičnim modelom za izračun porasta tlaka. Ta model v tem prispevku ni obravnavan, ker bi bilo to mnogo preobsežno.

Slika 7b prikazuje vpliv vstopnega pretoka in tlaka v vodni proporcionalni potni ventil na velikost hidravličnega udara. Najnižji porast tlakov pri hidravličnem udaru na vodnem preizkuševališču, 51,7 bar, smo izmerili pri vstopnem pretoku 22 l/min in vstopnem tlaku 70 bar. Razlika med največjim (pri 33 l/min) in najmanjšim (pri 22 l/min) porastom tlaka pri 70 bar vstopnega tlaka je tudi pri vodi majhna, in sicer 20 %. Najvišji porast tlaka, 101,2 bar, smo pri vodnem preizkuševališču izmerili v primeru vstopnega pretoka 33 l/min in vstopnega tlaka 160 bar. Pri višjih vstopnih tlakih (160 bar) je porast tlaka pri največjem pretoku (33 l/min) približno 25 % večji kot pri pretoku (22 l/min). Znatno višji porast tlaka ob večjem pretoku je v skladu z matematičnim modelom, vendar izmerjena vrednost znatno odstopa od rezultatov matematičnega modela. Potrebno pa je omeniti, da so trenja (tesnila, vodilni obroči, posnemala, ...) med oljnim in vodnim HV zelo različna in so nam še precej nepoznana.

■ 4 Diskusija

Ob primerjavah dolžine pomikov batnic hidravličnih valjev oljnega in vodnega preizkuševališča ugotavljamo, da se le-te, ne glede na različne parametre pri meritvah, zelo malo razlikujejo. Odstopki v pomikih ba-

tnice hidravličnih valjev med oljnim in vodnim preizkuševališčem so, pri analognih tlakih in pretokih, med -2 in +6 %, odvisno od lege in obremenitve hidravličnega valja. V tem zapisu negativni odstopki pomeni krajši gib batnice vodnega hidravličnega valja, medtem ko pozitivni pomeni daljši gib batnice vodnega hidravličnega valja v primerjavi z gibom oljnega. Takšno odstopanje, do 6 % daljši gibi batnice vodnega hidravličnega valja, je domnevno posledica predvsem različnih stisljivosti kapljev. Voda je za približno 70 % manj stisljiva (razmerje koeficientov stisljivosti: 2,4/1,4) kot mineralno hidravlično olje, tako se batnica vodnega hidravličnega valja bolj »odziva« kot batnica oljnega hidravličnega valja. Če povzamemo: gibanje batnice vodnega hidravličnega valja je primerljivo gibanju batnice oljnega hidravličnega valja. Ker pa nas v aplikativni pogonsko-krmilni hidravliki v večini primerov zanima predvsem stacionarno in dinamično obnašanje izvršilnih sestavin, nam rezultati meritev potrjujejo možnost uporabe vode kot hidravlične kapljevine.

Analitična primerjava potrebnih delovnih tlakov za speljevanje batnice hidravličnega valja oljnega in vodnega preizkuševališča nam pove, da je pri speljevanju batnice vodnega hidravličnega valja (glede na rezultate meritev z oljnega in vodnega preizkuševališča) potreben do približno 20 % višji tlak kot pri speljevanju batnice oljnega hidravličnega valja. To je razumljivo, saj je trenje

pri oljnem hidravličnem valju precej nižje od trenja pri vodnem. To je še toliko bolj razumljivo ob upoštevanju dejstev, da smo pri konstruiranju obeh hidravličnih valjev uporabili enaka tesnila in podobne drsne površine (podobna hrapavost cevi in batnice hidravličnega valja). Kljub do 20 % višjem potrebnem tlaku za speljevanje pri vodnem hidravličnem valju ugotavljamo, da je, ob upoštevanju razlik v parametrih, potrebnih za speljevanje na eni strani vodnega in na drugi oljnega hidravličnega valja, voda sprejemljiva kot hidravlična kapljevina.

Razlike **potrebnih delovnih tlakov za konstantno gibanje batnice** hidravličnega valja med oljnim in vodnim preizkuševališčem so v največji meri posledica večjega trenja znotraj vodnega hidravličnega valja. Dokaz za to so za okoli 20 bar višji delovni tlaki v vodnem hidravličnem sistemu od delovnih tlakov na enakem oljnem hidravličnem sistemu pri enakih obremenitvah. Lahko sklenemo, da so potrebni delovni tlaki za konstantno gibanje batnice hidravličnega valja v vodni hidravliki kljub višjim vrednostim, glede na oljno, sprejemljivi in upravičujejo nadaljnje delo na tem področju ter ne zavirajo nadaljnega razvoja vodne hidravlike. Kljub vsemu pa je jasno, da bo v prihodnje potrebno še veliko storiti za zmanjšanje trenja tesnil znotraj vodnega hidravličnega valja.

Porasti tlakov pri hidravličnem udaru so na vodnem preizkuševališču po pričakovanju višji kot na analognem oljnem preizkuševališču, in sicer za vrednosti med 8 in 14 bar. Na razliko v porastu tlakov pri hidravličnem udaru med vodnim in oljnim hidravličnim sistemom vplivata, poleg že omenjenih različnih stisljivosti kapljevin, še različna koeficienta trenja znotraj vodnega in oljnega hidravličnega valja ter gravitacija v povezavi z manjšo stisljivostjo vode (utež in hidravlični valj v vertikalnem položaju – največja razlika: 14 bar).

■ 5 Zaključki

V raziskavi ugotovljeni številni stacionarni parametri in parametri pre-

hodnih pojavov vodne hidravlike kažejo na izpolnjevanje osnovnih hidravlično-fizikalnih zakonitosti. Skladno s tem dobimo do 6 % daljši gib batnice vodnega hidravličnega valja v primerjavi s pomikom batnice analognega oljnega hidravličnega valja, do 20 % večji potreben delovni tlak pri speljevanju batnice vodnega hidravličnega valja, do 20 bar večji potreben delovni tlak za konstantno hitrost gibanja batnice vodnega hidravličnega valja ter povprečno do 55 % manjše linijske in lokalne izgube vodnega hidravličnega sistema v primerjavi z enakim oljnim hidravličnim sistemom.

Rezultati raziskav dinamičnih parametrov vodnega preizkuševališča kažejo med 10 in 30 % večje (izmerjene) poraste tlakov pri hidravličnem udaru na vodnem preizkuševališču v primerjavi z rezultati na analognem oljnem preizkuševališču. Računski model [13...15] z upoštevanimi enakimi pogoji in parametri, kot so na realnem preizkuševališču, podaja za približno 36 % večje poraste tlakov pri hidravličnem udaru na vodnem sistemu v primerjavi z enakim oljnim. To je v skladu s fizikalnimi zakonitostmi.

Primerjalna analiza delovanja vodne pogonsko-krmilne hidravlike v primerjavi z delovanjem analogne oljne nam pokaže, da je vodna hidravlika za večino opazovanih parametrov funkcionalno primerljiva z oljno hidravliko. Ugotavljamo pa tudi, da sicer višje trenje znotraj sestavin vodne hidravlike ne vpliva bistveno na stacionarne parametre delovanja (osnovno funkcionalnost). Višje trenje pri vodi v primerjavi z oljem se odraža predvsem pri nekaterih dinamičnih parametrih, kot so razmeroma omejene frekvence odzivov ventila in hidravličnega valja ter znatno večje dušenje nihanj pri hidravličnem udaru. Slednje je vzrok za opazno nižje vrednosti izmerjenih amplitud pri hidravličnem udaru v primerjavi z izračunanimi.

Vodna pogonsko-krmilna hidravlika ima torej vse možnosti, da se ob večji razvojni volji in naravovarstveni zavesti uveljavi in s tem pripomore k

čistejši oziroma okolju bolj prijazni prihodnosti.

Literatura

- [1] M. Kalin, F. Majdič, J. Vižintin, J. Pezdernik, I. Velkavrh, Analyses of the Long-Term Performance And Tribological Behaviour of an Axial Piston Pump Using Dimond-like-Carbon-Coated piston Shoes and Biodegradable Oil, *Journal of Tribology*, 2008, vol. 130.
- [2] M. Kalin, F. Majdič, J. Vižintin, J. Pezdernik, Performance of axial piston pump using DLC-coated piston shoes and biodegradable oil. In: *The 12th Nordic Symposium on Tribology*, Helsingor, Denmark, June 7–9, 2006. *Nordtrib 2006*. (2006), 10 pgs.
- [3] M. Kalin, J. Vižintin, A comparison of the tribological behaviour of steel/steel, steel/DLC and DLC/DLC contact when lubricated with mineral and biodegradable oils. *Wear* 261 [1] (2006).
- [4] J. Barriga, M. Kalin, K. Van Acker, K. Vercammen, A. Ortega, L. Leiaristi, Tribological performance of titanium doped and pure DLC coatings combined with a synthetic bio-lubricant. *Wear* 261, (2006) 9–14.
- [5] M. Kalin, J. Vižintin, K. Vercammen, A. Arnšek, J. Barriga, K. Van Acker, Tribological performance of lubricated DLC coatings using biodegradable oils. *The coatings in Manufacturing Engineering*, (2004) 457–465.
- [6] J. Barriga, M. Kalin, K. Van Acker, K. Vercammen, A. Ortega, L. Leiaristi, Tribological characterisation and validation of carbon based coatings combined with bio-lubricants. *Proceedings of the 11th Nordic Symposium on Tribology*. Norway, June 2004, pgs. 508–517.
- [7] W. Backe, Water- or oil-hydraulics in the future, *SICFP'99*, May 26–28, 1999, Tampere, Finland, pgs. 51–65.
- [8] E. Trostmann, *Water hydraulics control technology*; Lyngby 1996, Tech. Univ. Denmark.
- [9] F. Majdič, J. Pezdernik, M. Kalin, *Comparative tribological inve-*

- stigations of continuous control valves for water hydraulics, The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'07, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [10] F. Majdič, J. Pezdirnik, M. Kalin, An analytical comparison of hydraulic systems based on water and on oil, 7th JFPS Inter. Symposium on Fluid Power – Toyama, Japan, 15. Sept. 2008.
- [11] F. Majdič, J. Pezdirnik, Advances in water power-control hydraulics experimental research, *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering* 54(2008)12, 841–849.
- [12] F. Majdič, J. Pezdirnik, Oil- and water-based continuous control valve, *Industrial Lubrication and Tribology*, Volume 62, Number 3, 2010, 136–143.
- [13] F. Majdič, Voda kot hidravlična kapljevina, doktorska disertacija, 2010, Ljubljana.
- [14] J. Pezdirnik, F. Majdič, Transient phenomena in gradual changes of hydraulic fluid flow, 6th International Conference on Fluid Power (IFK) 2006, Aachen, Germany.
- [15] J. Pezdirnik, Prehodni pojavi pri hidravličnih napravah v železarstvu, magistrsko delo, Ljubljana, 1984.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujemo Slovenski raziskovalni agenciji (ARRS), ki je finančno podprla ta projekt (št. proj.: L2-9407, l. 2006). Podjetju TAJFUN Planina, d. o. o., smo iskreno hvaležni za sofinanciranje projekta. Večino sestavin oljnega dela preizkuševališča je prispevalo podjetje KLADIVAR Žiri, d. d., polovico vseh potrebnih gibkih cevi pa podjetje HIB Kranj, hidravlično mineralno olje v oljnem delu preizkuševališča je dalo podjetje OLMA, d. d. Vsem omenjenim se zahvaljujemo za pomoč.

Functional Comparison between Water and Oil Power-Control Hydraulics

Abstract: Environmental protection regulations are becoming increasingly strict. Using water instead of hydraulic mineral oil in power-control hydraulic systems we can make a very positive step in complying with these regulations. However, introducing water instead of oil in power-control hydraulics is rather novel and difficult task. The reason and risk lay in several specifics of water compared to the relative well known properties of hydraulic mineral oil.

Double, water and oil, test rig was built up and used in our laboratory (Laboratory for Power-Control Hydraulics (LPCH)) for the comparative tests of water and oil hydraulic system. The double test rig and the two functionally adequate valves, using two different fluids, served for analytical comparison of parameters and properties.

Figure 1 shows the functional hydraulic scheme of the water part of the test rig. The mineral-oil part of the test rig is analogous, therefore it is not extra presented.

Figure 2 shows the appearance of the water part of the test rig.

Figure 3 shows the measurement results of piston/piston rod stroke of once water and secondly oil cylinder each of them controlled with own proportional valve, one with water valve and the other with oil valve. Inlet pressure was up to 160 bar and flow from 11 up to 33 lpm. No significant differences were observed, even at different inlet flows and pressures (*Figure 4.a* for oil and *Figure 4.b* for water).

Figure 5 shows one of the measurement results at transient phenomena and further stationary movement of the cylinder at inlet flow 33 lpm, inlet pressure 160 bar and loaded hydraulic cylinder with roller-guided mass of 163 kg moving in horizontal direction.

Figures 6.a (oil) and *6.b* (water) show a detail from Fig. 5. It is the pressure surge effect proceeding from closing the proportional valve at the flow 33 lpm, inlet pressure 160 bar and hydraulic cylinder loaded with roller-guided mass of 163 kg in moving in horizontal direction.

Figures 7.a (oil) and *7.b* (water) show dependences of inlet pressure and flow on intensity of water pressure surge effect. The pressure increase at this effect was in water hydraulic system between 8 and 14 bar higher than in similar oil hydraulic system.

The results of presented research work show that we can be optimistic about usability of water power-control hydraulics in future. The overall results were better as being expected.

Keywords: Water, Mineral oil, Power control, Hydraulics, Proportional spool sliding valve

Korekcija distorzije projiciranih videoslik v realnem času

Zmago JEREB, Janez DIACI

Izvleček: Članek predstavlja metodo za korekcijo distorzije projiciranih videoslik v realnem času. Metoda temelji na zaznavi in karakterizaciji te geometrijske popačitve z uporabo referenčne slike, ki jo sestavlja mreža pravokotnih črt. Projicirana referenčna slika je posneta s fotoaparatom in analizirana z uporabo tehnik strojnega vida. Dobljene karakteristike distorzije se prenesejo v namensko razvit slikovni procesor, ki temelji na integriranem vezju FPGA in omogoča korekcijo videoslike v realnem času. Članek podaja ključne elemente metode in njeno tehnološko implementacijo. Predstavljeni so rezultati testiranj, ki ponazarjajo primernost metode za odpravo geometrijskih popačenj, ki nastanejo pri projekciji na ukrivljeno površino.

Ključne besede: videoprojekcija, FPGA, geometrijsko popačenje, trapezno popačenje, ukrivljen zaslon, realni čas

■ 1 Uvod

Projekcija je že dobro uveljavljen način prikaza videoslik večjega formata. Videoprojektorji se uporabljajo v kinodvoranah za prikaz filmov, v podjetjih kot predstavitveni mediji in v gospodinjstvih kot sestavni elementi hišnega kina. V novejšem času se pojavljajo tudi mikroprojektorji, ki omogočajo projiciranje slike iz mobilnega telefona [1, 2].

Skupna značilnost vseh projekcijskih sistemov je projiciranje slike na projekcijo površino – zaslon. Optika projektorja je zasnovana tako, da omogoča prikaz geometrijsko nepopačene slike na raven zaslon, pri čemer se predpostavlja, da je optična os projektorja usmerjena pod pravim kotom v sredino zaslona. V večini primerov taka postavitve ni mogoča in je projektor pritrjen pod strop ali postavljen na mizo. Taka

postavitve povzroči poševno projekcijo in v trapez deformirano prikazano sliko na zaslonu. Večina projektorjev ima že vgrajen sistem korekcije, ki temelji na spremembi postavitve leč v objektivu [3, 4] ali uporabi tehnik digitalne obdelave slike [5], ki korigirajo trapezno deformacijo. V primeru postavitve projektorja poševno glede na zaslon tako po horizontali kot po vertikali ali v primeru projiciranja na ukrivljen zaslon pa dobimo sliko, popačeno v dveh oseh, ki je omenjeni sistemi ne morejo popraviti.

S prihodom digitalnih integriranih vezij FPGA (angl. Field Programmable Gate Array), ki omogočajo obdelavo slik v realnem času, so se pojavile alternativne možnosti za korekcijsko transformacijo. V literaturi so opisani primeri uporabe integriranih vezij FPGA na področju geometrijskih transformacij slike, ki zajemajo razširitve slike na več zaslonov, sestavljenih v videozid [6], ter različne korekcije popačitev [7, 8], ki jih povzročajo različni optični sistemi. Projekcija na ukrivljen zaslon je v literaturi še slabo opisana in ima zato velik aplikativni potencial. Lahko bi bila zanimiva predvsem na področju oglaševanja, saj bi prikaz

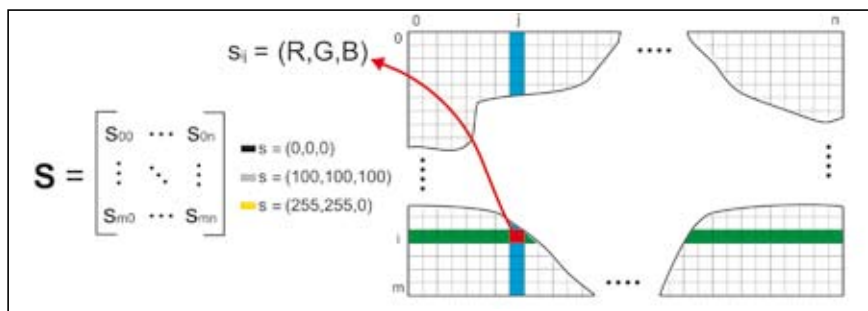
geometrijsko pravilne slike na nenavadnem ukrivljenem zaslonu pritegnil veliko pozornost mimoidočih.

V članku je predstavljena nova metoda korekcije geometrijskih popačenj videoslik, do katerih pride pri projiciranju na ukrivljen zaslon. Nova metoda bistveno razširi uporabnost videoprojektorjev. Poleg že mogoče korekcije trapezne deformacije, omogoča tudi korekcijo deformacij, ki jih povzroča projekcija na ukrivljen zaslon neznane oblike. Metoda temelji na karakterizaciji popačenja z uporabo znane referenčne slike. Ta predstavlja množico referenčnih točk, ki omogočajo določitev parametrov korekcijske transformacije. Matematični algoritmi korekcijske transformacije so implementirani v namensko razvit slikovni procesor, ki je umeščen kot dodatni element med videopredvajalnik in projektor in temelji na sodobnem programirljivem integriranem vezju FPGA, ki omogoča korekcijo videoslike v realnem času.

■ 2 Metoda korekcije

Metoda korekcije temelji na predpostavki uporabe digitalne slike. Ta je

Zmago Jereb, univ. dipl. inž., Kolektor Group d.o.o., Idrija
Prof. dr. Janez Diaci, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Zapis digitalne slike

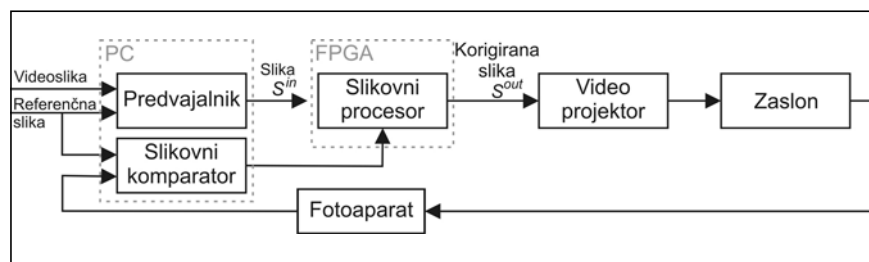
zapisana v računalniški pomnilnik kot polje diskretnih barvnih točk, v katerem vsaka točka hrani zapis o barvi in intenziteti svetlobe. Na področju prikaza slik se uporablja barvni prostor RGB, ki za vsako točko določa intenziteto posamezne osnovne barve (rdeča (R), zelena (G), modra (B)) [9]. Zapis slike v obliki polja (S) je prikazan na *sliki 1*.

Število stolpcev (n) in vrstic (m) polja (S) določa širino in višino slike v točkah. Vsaka izmed točk predstavlja trirazsežni (R, G, B) vektor intenzitet osnovnih barv. V računalništvu se običajno uporabljajo 24-bitne slike, kar pomeni, da imamo za vsako točko na voljo 256 različnih vrednosti intenzitete posamezne barve. Črno barvo tako predstavlja vrednost $s = (0,0,0)$, popolnoma belo pa $s = (255,255,255)$ [9]. Druge barve dobimo z mešanjem komponent. Predstavljeni matematični zapis slike v obliki polja je osnova za digitalno transformacijo slike z uporabo matematičnih algoritmov. V obravnavi predstavljene metode je predpostavljena slika formata XGA (1024 x 768 točk) s tremi osnovnimi barvami (R, G, B) s po 8-bitno barvno ločljivostjo [10].

Shematska organizacija metode je prikazana na *sliki 2*. Slikovni procesor je umeščen med predvajalnik videovsebin in videoprojektor. Procesor sprejme sliko iz predvajalnika, jo geometrijsko korigira in pošlje projektorju. Korekcija slike predstavlja geometrijsko preoblikovanje osnovne slike na način, ki omogoča prikaz geometrijsko pravilne slike na zaslonu. Pred pričetkom prikazovanja videovsebin se izvede karakterizacija geometrijskih popačenj projicirane slike. Temu sta namenjena fotoapa-

rat in slikovni komparator v povratni vezavi. S fotoaparatom zajeta projicirana referenčna slika se v slikovnem komparatorju primerja z originalno, na osnovi te primerjave pa določimo ustrezne parametre transformacije, ki odpravlja popačenja projicirane slike, ki jih posredujemo slikovnemu procesorju.

Referenčna slika je sestavljena iz mreže črnih črt na beli podlagi, ki sliko enakomerno razdelijo na enake



Slika 2. Shematska organizacija metode. Vhodna videoslika (S^{in}) se v slikovnem procesorju geometrijsko preoblikuje v korigirano sliko (S^{out}), ki se kot geometrijsko pravilna slika projicira na zaslon.

dele. Preseki vertikalnih in horizontalnih črt predstavljajo referenčne točke (*slika 7a, b*). Izmerjene koordinate referenčnih točk na projicirani sliki je potrebno pred primerjavo z originalnimi koordinatami umeriti. Postopek umerjanja določa, kakšni bosta oblika in velikost korigirane slike. Postopek je grafično predstavljen na *sliki 3*. Izhodišče koordinatnega sistema je postavljeno na položaj, kjer x-os sovpada z najnižjo točko zgornjega roba slike. Podoben princip je uporabljen za določitev y-osi. Desni rob in spodnji rob slike sta omejena enako kot pri določitvi izhodišča koordinatnega sistema – z geometrijo deformirane slike. Tako pridobljeno območje definira prostor, kjer bo korigirana slika.

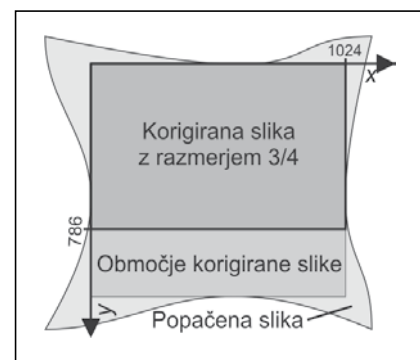
Obravnavana metoda predpostavlja sliko velikosti XGA, kjer je razmerje

med višino in širino slike enako $\frac{3}{4}$ [10]. Ker lahko območje korigirane slike odstopa od tega razmerja, ga je potrebno ustrezno zmanjšati po ustrezni osi in s tem ohraniti razmerje. Koordinatni sistem je umerjen tako, da sta širina in višina območja korigirane slike (v točkah) enaki originalni sliki (1024 x 768), referenčne točke pa se preslikajo v novo določeni koordinatni sistem.

Iz umerjenih referenčnih točk je določena projekcijska transformacija iz originalne v projicirano sliko. Transformacija je določena s funkcijama $f(x,y)$ in $g(x,y)$, ki določata transformaciji v horizontalni in vertikalni osi slike. Transformacijski funkciji sta določeni kot seriji zlepkov linearnih funkcij, ki potekajo med sosednjimi referenčnimi točkami v horizontalni in vertikalni smeri. Vrednosti funkcij med referenčnimi točkami so določene z bilinearno interpolacijo [9].

Korekcija slike v slikovnem procesorju je zasnovana na principu vzvratne transformacije (angl. Backward mapping) [9], ki za vsako točko izhodne slike določi ustrezno vrednost intenzitete barv iz vhodne slike. Matematični model lahko zapišemo kot:

$$S^{out}(x,y) = S^{in}(f(x,y), g(x,y)) \quad (1)$$



Slika 3. Umerjanje projicirane referenčne slike

Točki izhodne slike $S^{out}(x,y)$ na mestu (x,y) določimo intenziteto barv iz vhodne slike $S^{in}(f(x,y),g(x,y))$. Ker so vrednosti za intenzitete barv slike določene le na celoštevilskih vrednostih (x,y) , transformirane koordinate $(f(x,y),g(x,y))$ pa določajo decimalne vrednosti, je potrebno enačbo (1) dopolniti na način, ki upošteva prispevke celoštevilskih točk iz okolice obravnavane decimalne koordinate. Predstavljena metoda za ta namen uporablja bilinearno interpolacijo, ki v izračunu izhodne točke upošteva prispevke intenzitet štirih okoliških celoštevilčnih točk, ki obdajajo decimalno transformacijsko vrednost koordinat:

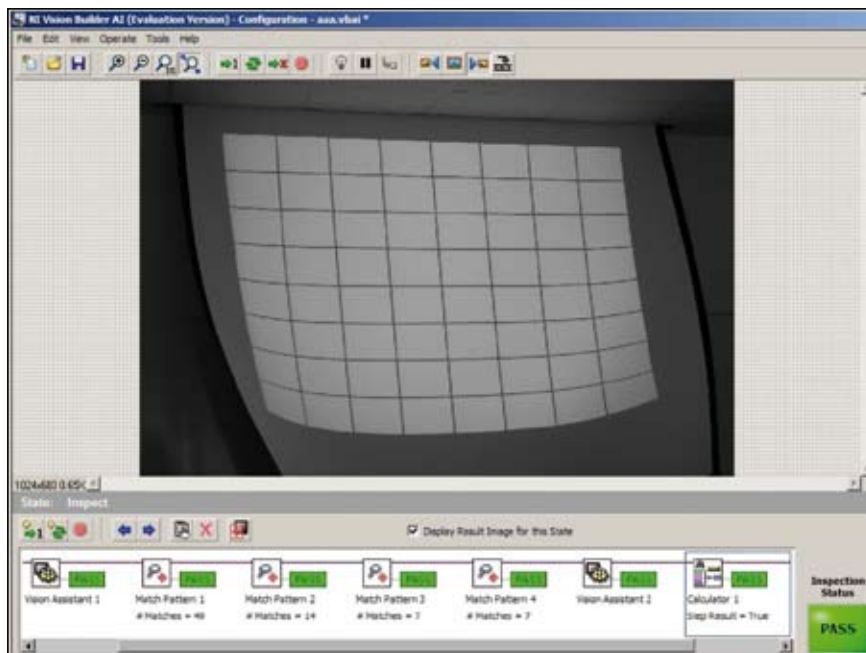
$$S^{out}(x,y) = \begin{bmatrix} 1 - \{x\}, \{x\} \\ \{g\} \\ \{g\} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S^{in}(\lfloor f \rfloor, \lfloor g \rfloor) \\ S^{in}(\lfloor f \rfloor, \lceil g \rceil) \\ S^{in}(\lceil f \rceil, \lfloor g \rfloor) \\ S^{in}(\lceil f \rceil, \lceil g \rceil) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 - \{y\} \\ \{y\} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Elementi $\{x\}, \lceil x \rceil$ in $\lfloor x \rfloor$ določajo decimalni, zgornji in spodnji celoštevilski del spremenljivke x . Spremenljivki f in g sta okrajšavi za transformacijski funkciji $f(x,y)$ in $g(x,y)$. V smislu kvalitete korigirane slike bi dosegli boljše rezultate z uporabo interpolacije višje stopnje (npr. bikubična interpolacija), ki bi v izračun zajela večje število okoliških točk, vendar bi s tem bistveno otežili implementacijo metode v strojno opremo.

■ 3 Implementacija algoritmov

Algoritmi slikovnega komparatorja ne predstavljajo časovno kritičnega procesa in so zaradi lažje izvedbe implementirani v aplikacijo, ki teče na osebnem računalniku. Slikovni komparator je zasnovan na principu strojnega vida, s pomočjo katerega določimo koordinate referenčnih točk prikazane slike. Aplikacija je bila izvedena na podlagi programskega paketa »NI Vision Builder«, ki ponuja že izdelane funkcije s področja strojnega vida (slika 5).

Algoritem zaznave referenčnih točk temelji na funkciji »Pattern matching« [11], ki v zajeti sliki išče območja, podobna referenčni predlogi, za ka-



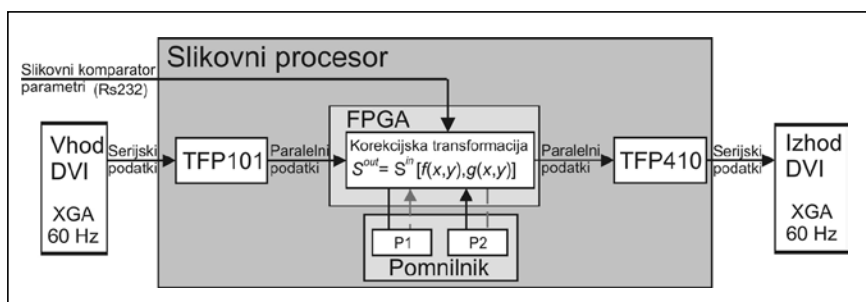
Slika 4. Zaznava referenčnih točk s pomočjo strojnega vida v programskem okolju »NI Vision Builder«

tero je bila uporabljena predloga presečišča dveh črt referenčne slike. Po zaznavi referenčnih točk program te ustrezno umeri in posreduje slikovnemu procesorju preko serijske RS232 podatkovne povezave.

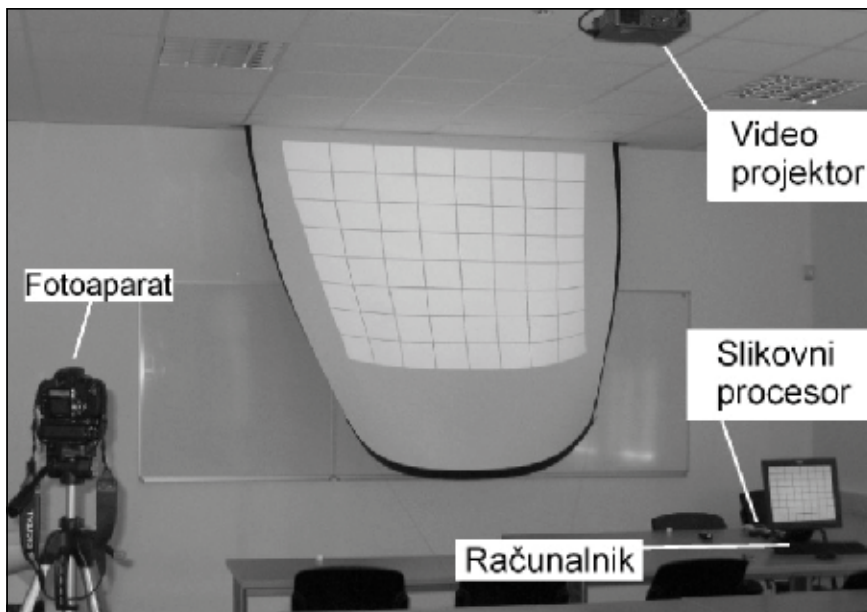
Videozapis je sestavljen iz sekvence slik, ki se na zaslonu prikazujejo s frekvenco 60 Hz. Vsaka slika ima velikost 1024 x 768 točk in je predstavljena s tremi osnovnimi barvami (R, G, B) s po 8-bitno ločljivostjo intenzitete. Vsaka slika predstavlja 135 Mbajtov podatkov, ki jih je potrebno obdelati vsako sekundo. Tolikšna procesna moč je z uporabo osebnega računalnika ali mikrokrmilnikov težko dosegljiva. Za implementacijo algoritmov slikovnega procesorja je bilo zato izbrano integrirano vezje FPGA. Vezje FPGA predstavlja programirljivo polje logičnih vrat, v katero lahko zapišemo poljubno logično funkcijo,

ki se zaradi arhitekture vezja lahko izvaja zelo hitro in ustreza hitrostnim zahtevam slikovnega procesorja.

Shematski prikaz implementacije slikovnega procesorja je prikazan na sliki 5. Slikovni procesor sprejema in oddaja podatke o sliki z uporabo komunikacijskega protokola DVI [12]. Za poenostavitev sprejema podatkov o sliki sta slikovnemu procesorju dodani vezji (Texas Instruments TFP101 in TFP410), ki serijski protokol DVI pretvorita v paralelnega in s tem poenostavita delo s podatki o sliki. Algoritem korekcijske transformacije je implementiran v vezje FPGA (Xilinx Spartan3E1600), ki je nadgrajeno z dvema podatkovnima pomnilnikoma P1 in P2 (Cypress CY7C1059DV33). Pomnilnika sta namenjena shranjevanju podatkov o videosliki. Medtem ko eden izmed pomnilnikov shranjuje sliko, drugi omogoča dostop vez-



Slika 5. Shematska zasnova slikovnega procesorja



Slika 6. Postavitev eksperimentalnega sistema

ju FPGA do že sprejete slike. Vezje FPGA sliko ustrezno korigira in jo pošlje naprej videoprojektorju.

Implementacija transformacijskih algoritmov v vezju FPGA zavzema 1300 logičnih rezin, 16 množilnikov velikosti 18 x 18 bitov, 180 vhodno-izhodnih linij in 54 kbitov notranjega polnilnika.

■ 4 Rezultati testiranja

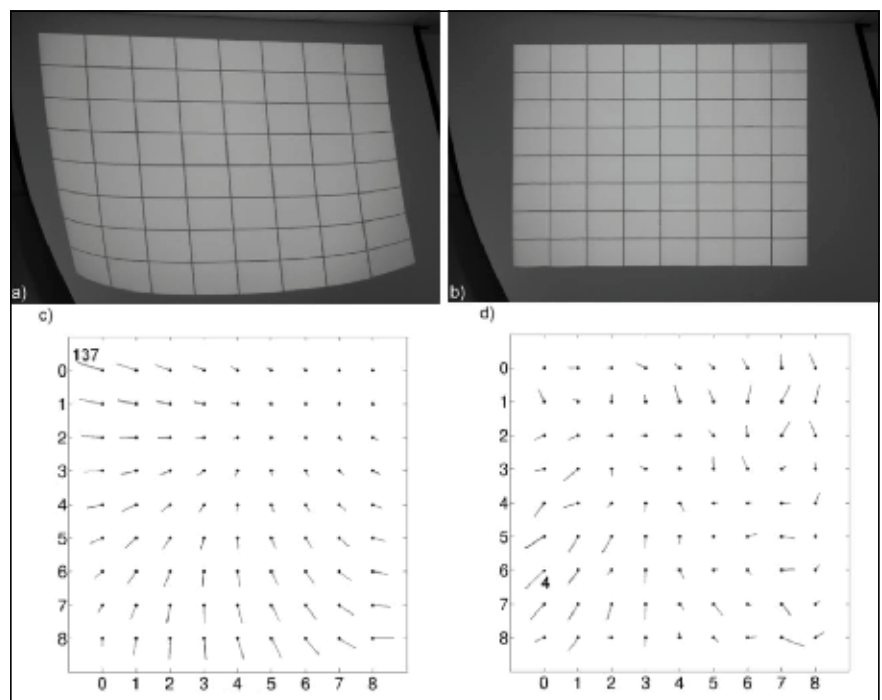
Za vrednotenje delovanja metode je bil izveden preizkus. Postavitev njegovih elementov je prikazana na *sliki 6*. Uporabljeni so bili videoprojektor Hitachi-ED-X12, digitalni fotoaparat Canon EOS 350D z objektivom EF-S 18–55 mm, osebni računalnik in slikovni procesor.

Metoda je bila preizkušena za primer popačitve, ki jo povzroča projekcija na ukrivljen zaslon (*slika 7a, b*). Popačitev smo simulirali s premikom spodnjih robov projekcijskega zaslona.

Analiza na *sliki 7(c, d)* prikazuje primerjavo napak med popačeno in korigirano sliko. Odstopanja so ponazorjena z vektorji odstopanja za vsako referenčno točko. Točke na slikah določajo idealno geometrijsko lego referenčnih točk, daljice pa velikost in smer odstopanja izmerjenih referenčnih točk. Velikost največjega odstopka meritve je označena s

številčno vrednostjo, ki predstavlja odmik v točkah slike.

Rezultati kažejo, da metoda bistveno izboljša geometrijo popačene videoslike. Največje odstopanje popačene slike je znašalo 137 slikovnih točk, porazdelitev popačenj pa prikazuje urejeno strukturo premikov referenčnih točk. Odstopanja na korigirani sliki predstavljajo neurejena naključno razporejena odstopanja z največjo napako 4 slikovne točke.



Slika 7. Popačena (a) in korigirana (b) slika, projicirana na ukrivljen zaslon. Največja napaka na popačeni sliki znaša 137 točk (c), na korigirani pa 4 točke.

Kot pomanjkljivost predstavljene metode se je izkazala uporaba fotoaparata v povratni zanki. Čeprav metoda omogoča korigiranje slike v realnem času, to temelji na predhodni in enkratni karakterizaciji popačenj in ne omogoča aktivnega prilagajanja spremembam popačitev. V nadaljnji študiji bosta raziskana možnost uporabe kamere v povratni zanki in projiciranje referenčne slike z uporabo laserja v nevidnem (IR) področju. Tak sistem bi omogočal interaktivno prilagajanje korekcije spreminjajoči se obliki projekcijskega zaslona.

■ 5 Zaključek

Predstavljena je nova metoda za geometrijsko korekcijo projicirane slike v realnem času. Metoda omogoča razširitev uporabe projekcijskih sistemov na področje prikaza slike na ukrivljen zaslon, katerega geometrija ni vnaprej poznana, in temelji na zaznavi in karakterizaciji geometrijskih popačitev na podlagi projekcije referenčne slike, ki je zajeta s fotoaparatom in analizirana z uporabo strojnega vida. Rezultati meritev referenčne slike so uporabljeni za geometrijsko korekcijo slike v slikovnem procesorju, ki vhodno sliko s translacijo točk preoblikuje na način,

ki omogoča projekcijo geometrijsko pravilno oblikovane prikazane slike. Slikovni procesor je zasnovan na osnovi integriranega vezja FPGA in omogoča korekcijo videoslike v realnem času. Rezultati testiranj so pokazali, da metoda omogoča učinkovito korekcijo popačitev, ki nastanejo pri projekciji na ukrivljeno površino.

V metodi je za izračun transformiranih točk slike uporabljena bilinearna interpolacija, ki sliko nekoliko zamegli, zato bi bilo v nadaljnjem delu metodo smiselno dopolniti z algoritmi, ki bi po transformaciji izboljšali kontrast in s tem ostrino prikazane slike.

Omejitve uporabe metode so se pokazale pri zaznavanju popačitev, saj metoda predpostavlja karakterizacijo popačenj pred projekcijo videovsebin. Podane so smernice za nadaljnje delo, kjer bo raziskana možnost dopolnitve metode na način, ki bo omogočal sprotno določanje popačitev slike in s tem prikazovanje geometrijsko pravilne slike na zaslon, ki spreminja obliko.

Literatura

- [1] J. Klausner: Cellular phone with built in optical projector for display of data, United States Patent, US6489934, 2002.
- [2] [R. Ryf, G. Chen: The Alcatel-Lucent microprojector: What every cell phone needs, Bell Labs Technical Journal, 14/2009.
- [3] J. Biles: Method and apparatus for distortion correction in optical projectors, United States Patent, US5355188, 1994.
- [4] R. Mitsuo: Projector system including keystone correction, United States Patent, US5706062, 1998.
- [5] K. Kimura: Projector executing keystone correction, United States Patent, US6974217, 2005.
- [6] A. Skarabot, G. Ramponi, L. Buriola: FPGA Architecture for a Video Wall Image Processor, Symposium of Electronic Imaging, San Jose, California, 2001.
- [7] Lin Qiang, Nigel M. Allinson: FPGA-based Optical Distortion Correction for Imaging Systems, Department of Electronic and Electrical Engineering, University of Sheffield, UK, 2001.
- [8] K. T. Gribbon, C. T. Johnston, D. G. Bailey: A Real-time FPGA Implementation of a Barrel Distortion Correction Algorithm with Bilinear Interpolation, Image and Vision Computing, Palmerston North, New Zealand 26–28 Nov., p. 49, 2003.
- [9] B. Sing, Y. Kang, T. Xin: Image-Based Rendering, Prentice Hall, 2008.
- [10] Winn L. Rosch: Hardware bible, Now Publishers Inc, p. 860, 2003.
- [11] Christopher G. Relf: Image acquisition and processing with LabVIEW, CRC Press, p. 182, 2004.
- [12] Digital Display Working Group, Digital Visual Interface, 1999, www.ddwg.org/lib/dvi_10.pdf, [2010].

Correcting distortion of projected video images in real time

Abstract: The paper presents a method for correcting distortion of projected video images in real time. A reference image consisting of a rectangular mesh of reference lines is used to characterize the distortion introduced by the projection system. The positions of reference line intersections are measured with computer vision software and transmitted to a specially developed digital image processor. The processor is implemented using a field programmable gate array (FPGA) and allows frame-by-frame correction of video image distortion in real time. The paper presents the key elements of the method and its implementation. Experiments are reported that show that the method can significantly reduce distortion of images projected onto a warped screen.

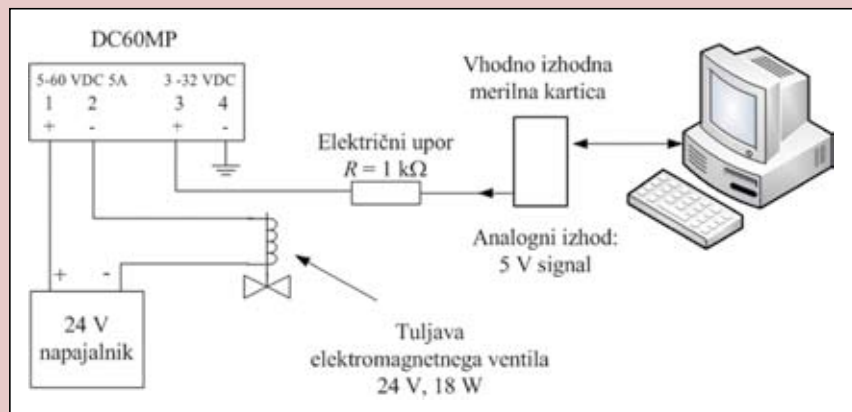
Key words: video projection, FPGA, geometric distortion, keystone correction, warped screen, real time

Popravek

V reviji Ventil 16/2010/5, oktober je bila v članku z naslovom Razvoj generatorja tokovnih pulzacij kapljevine, str. 424, avtorjev Andreja Sveteta, Petra Sambola, Jožeta Kutina in Ivana Bajsića, objavljena nepravilna *slika 4*. Pravilna *slika 4* je:

Za neljubo napako se avtorjem in bralcem iskreno opravičujemo.

Uredništvo



Slika 4. Shema krmiljenja polprevodniškega releja



3 industrijski forum 2011

Inovacije, razvoj, tehnologije

Forum znanja in izkušenj

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

Priznanje TARAS

Priznanje TARAS podeljuje organizator Industrijskega foruma IRT in izdajatelj strokovne revije IRT3000 za najuspešnejše sodelovanje znanstvenoraziskovalnega okolja in gospodarstva na področju inoviranja, razvoja in tehnologij.

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 6. in 7. junij 2011

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™



Sponzor dogodka (2010):



Janna agencija
Republike Slovenije
za podjetništvo
in tuje investicije



Ministrstvo za gospodarstvo
Republika Slovenija

Gibljivost robotskih sistemov pri obdelovalnih procesih

Karl GOTLIH, Simon BREZOVNIK, Denis KOVAČ,
Miran BREZOČNIK

Izvleček: Industrijski roboti (IR) so del proizvodnega sistema in zato je pomembno, da jih vgradimo v sistem glede na njihove sposobnosti in zahteve obdelovalnega procesa. Podatki o lastnostih robotov, ki jih dobimo iz tehniških dokumentov proizvajalcev, so nepopolni in jih ne moremo direktno uporabiti pri projektiranju proizvodnega sistema. Bistven podatek, ki manjka, je gibljivost mehanizma, podana za vse točke delovnega prostora. Da bi bolje opisali lastnosti robota v delovnem prostoru, vpeljemo pojem hitrostna anizotropija. Ta skalarna veličina, ki jo izračunamo za katerokoli točko delovnega prostora, je definirana kot normalizirana dolžina najkrajše osi hitrostnega elipsoida, ki ga konstruiramo v vrhu robota (TCP). V delu je predstavljeno grafično okolje za 3D-diskretno predstavitev delovnega prostora industrijskega robota z dodanim parametrom hitrostne anizotropije za vsako diskretno točko. Prednosti razvitega grafičnega okolja so predstavljene na primeru delovnega prostora komercialnega industrijskega robota.

Ključne besede: industrijski robot, delovni prostor, hitrostna anizotropija

■ 1 Uvod

Roboti se uporabljajo v najrazličnejših industrijskih aplikacijah. Uporabo narokujejo zahteve tržišča in tehnološke potrebe med posameznimi proizvajalci iz najrazličnejših panog. Največ industrijskih robotov [1] je v uporabi v proizvodnji vozil, sledi ji proizvodnja komponent za proizvodnjo vozil. Robotizacija proizvodnih sistemov ni pomembna samo zaradi humanizacije delovnega procesa, temveč tudi zaradi povečanja kakovosti in kontinuitete procesov in seveda zmanjšanja proizvodnih stroškov. Robot je postal skoraj

Izr. prof. dr. Karl Gotlih, univ. dipl. inž., Simon Brezovnik, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Mag. Denis Kovač, Dvojezična srednja šola, Lendava
Izr. prof. dr. Miran Brezočnik, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

nepogrešljiv del proizvodne verige. To pa je možno zaradi široke izbire industrijskih robotov na svetovnem tržišču. Sama uporaba visokokvalitetnih robotov in opreme še ne zagotavlja visoke kakovosti izdelkov, če postavitev tehnološkega sistema ni optimalna. Projektiranje robotiziranega tehnološkega sistema je zato izredno pomembno za zagotavljanje vrhunškega proizvodnega sistema in kakovosti produktov [2].

Namen članka je prikazati razvoj grafičnega okolja za 3D-predstavitev hitrostne anizotropije v delovnem prostoru industrijskega robota.

Razvoj je prikazan na primeru komercialnega industrijskega robota. V grafično predstavitev delovnega prostora obravnavanega industrijskega robota je vnesen še dodaten parameter hitrostne anizotropije. Grafično okolje je razvito za uporabo s komercialnim CAD-paketom Autocad Mechanical Desktop [3], ki ob tem omogoča tudi modeliranje proizvodnih sistemov.

Obravnavano grafično orodje uporabniku omogoča modeliranje proizvodnih sistemov z optimalno postavitvijo industrijskega robota glede na hitrostno anizotropijo, za posredno programiranje obstoječih robotov v proizvodnih sistemih in simulacije obdelovalnih procesov, kjer je industrijski robot aktivni element proizvodnega sistema.

■ 2 Tirnice TCP v delovnem prostoru robota

Tirnice TCP industrijskih robotov lahko razdelimo v dve skupini.

V prvo spadajo manipulativne tirnice, kjer je zgolj pomembno, da robot prenese objekt z ene točke delovnega prostora in ga pozicionira na neki drugi točki delovnega prostora brez kakršnih koli dodatnih zahtev. Zaradi delovnega takta proizvodnega sistema so pri tem tipu tirnic pomembne samo časovne ali pa energetske optimizacije.

V drugo skupino spadajo tirnice, kjer je robot aktiven element obdeloval-

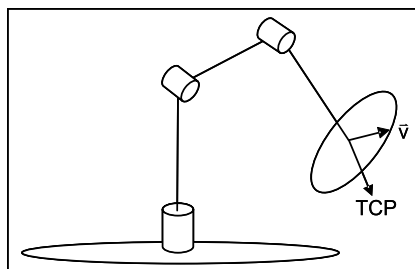
nega postopka, bodisi da vodi varilno šobo pri vseh vrstah elektroobločnega varjenja, nanaša lepila po predpisani tirnici ali pa rezka 3D-površine. Pri tej vrsti tirnic so robotu naložene še dodatne zahteve, ki izhajajo iz tehnologije in narave dela. Natančno se mora držati tirnice v geometrijskem pomenu besede, ob tem pa v vsaki točki na tirnici zagotoviti še dodatne pogoje, ki so lahko kinematični (predpisani hitrostni profili) ali kinetični (predpisani profili sil, ki so posledica obdelovalnega procesa).

Programiranje prve skupine tirnic se opravi s tako imenovanim PTP-programiranjem. Pri tem so pomembne samo začetna in končna točka na tirnici, sama tirnica pa je rezultat algoritma, ki je programiran v krmilniku robota. Drugo skupino tirnic programiramo v CP-načinu. Pri tem lahko izbiramo geometrijsko obliko tirnice med začetno in končno točko, lahko uporabimo celo CAD-model tirnice glede na produkt, ki ga obdelujemo z robotom.

V delu nas zanimajo tehnološko pogojene tirnice, na katerih so pomembni dodatni robni pogoji tako hitrosti kakor tudi sile. Da se pri razvoju parametra hitrostne anizotropije izognemo težavam s fizikalno nekonsistentnimi enotami, v nadaljnji obravnavi upoštevamo samo pozicijski del robota s tremi rotacijskimi sklepi, kar pa ne predstavlja nobene strukturne omejitve, kajti industrijski roboti imajo večinoma antropomorfnost strukturo, ki ustreza zadanim geometrijskim omejitvam.

■ 3 Gibljivost mehanizma IR

Mehanizem nima enake gibljivosti v vseh točkah delovnega prostora. Prenos gibanja od posameznega aktuatorja na TCP ne bo zagotovil enakih hitrosti TCP v vseh točkah v delovnem prostoru (slika 1). Prenos gibanja je odvisen od strukture in geometrije mehanizma, ki ga v tem primeru lahko obravnavamo po teoriji mehanizmov kot prenosnik moči s spreminjajočim se prenosnim razmerjem. Točko TCP na robotu moramo najprej identificirati kot točko v delovnem prostoru industrijskega



Slika 1. Gibljivost in hitrostni elipsoid

robota. Glede na naravo strukture odprte kinematične verige se tudi ne bomo ukvarjali z več kot eno rešitvijo inverzne kinematične naloge za posamezno točko delovnega prostora. Za vsako točko delovnega prostora je mogoče najti vsaj en položaj mehanizma in temu položaju kasneje tudi ustrezen parameter gibljivosti.

Hitrosti, ki jih lahko doseže TCP industrijskega robota, se razlikujejo ne samo glede na položaj točke TCP v delovnem prostoru robota, temveč tudi v različnih smereh v posamezni točki. Hitrost je v delovnem prostoru anizotropna, kar lahko jasno prikažemo s hitrošnim elipsoidom [4, 5]. Hitrostni elipsoid v posamezni točki delovnega prostora nastane kot rezultat transformacije hitrostne hipersfere iz prostora notranjih koordinat v elipsoid v prostoru zunanjih koordinat (slika 2), če razumemo prostor notranjih koordinat kot prostor, kjer se mehanizem izraža z zasuki oziroma pomiki v posameznih prostostnih stopnjah, in prostor zunanjih koordinat kot prostor, kjer je TCP definiran v koordinatnem sistemu okolja industrijskega robota.

Dolžine osi elipsoida so proporcionalne singularnim vrednostim Jacobijeve matrike kinematične strukture industrijskega robota. Za vsako točko delovnega prostora singularne vrednosti izračunamo numerično. Sin-

gularne vrednosti matrike J so, če je matrika regularna, povezane z lastnimi vrednostmi te matrike:

$$\sigma_i = \sqrt{\lambda_i}, i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Število od nič različnih singularnih vrednosti matrike določa rang Jacobijeve matrike. Če je ena singularna vrednost enaka nič, je Jacobijeva matrika singularna in mehanizem je v singularnem položaju. Produkt singularnih vrednosti določa volumen hitrostnega elipsoida in s tem indeks gibljivosti po Yoshikawi [6].

$$M = \prod_{i=1}^m \sigma_i \quad (2)$$

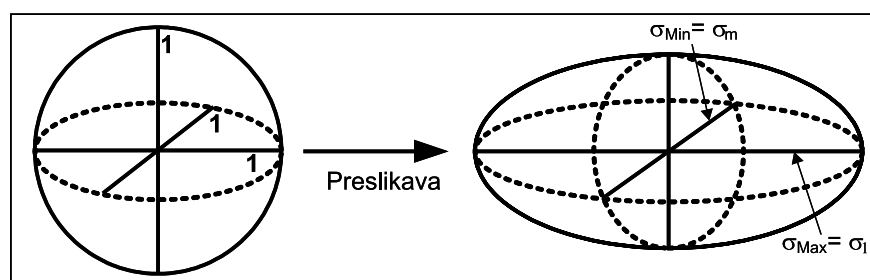
Razmerje med najmanjšo in največjo singularno vrednostjo je v literaturi poznano kot pogojno število (Condition number).

$$K = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \quad (3)$$

Pogojno število je normalizirana veličina, ki opisuje okroglost hitrostnega elipsoida. Če je $K = 1$, se elipsoid preoblikuje v kroglo. Mehanizem je v hitrostno izotropnem položaju. V dani točki delovnega prostora se bo TCP lahko v vseh smereh gibal enako hitro. Kadar je $K = 0$, je mehanizem v singularnem položaju. Hitrostni elipsoid degenerira v elipso. TCP se lahko giblje samo v smereh, ki ležijo v ravnini elipse, in dosega hitrosti, ki so proporcionalne radiju elipse v določeni smeri.

■ 4 Kriterij gibljivosti za IR

Kriterij, ki najbolje opiše in vrednoti hitrostno anizotropijo, je pogojno število, ki ga bomo za naše potrebe še modificirali. V delu nas zanima gibljivost za vse točke delovnega prostora,



Slika 2. Hipersfera/hitrostni elipsoid

zato je potrebno najti mero za ocenjevanje gibljivosti temu primerno [7–10]. Pogojno število modificiramo v obliko:

$$u_i = \frac{\sigma_{m,i}}{\sigma_{m,max}} \quad (4)$$

kjer sta najdaljša od vseh najkrajših osi hitrostnega elipsoida v celotnem delovnem prostoru robota in dolžina najkrajše od nič različne osi hitrostnega elipsoida za točko "i" delovnega prostora. Normirana vrednost parametra hitrostne anizotropije lahko privzame vrednosti med 0 (singularni položaj mehanizma industrijskega robota) in 1 (položaj industrijskega robota z največjo možno gibljivostjo). Za oceno gibljivosti je izbrano razmerje najkrajših osi hitrostnega elipsoida, ki nakazuje najslabši

možen primer tako, da bo v določeni točki delovnega prostora transformacija hitrosti/sil v TCP najmanj takšna, kot je definirana z osmi hitrostnega elipsoida.

■ 5 Primer komercialnega IR

Izbrani robot je eden izmed komercialno dobavljivih robotov, namenjen za MAG-varjenje. Njegova nosilnost je 4 kg. Struktura robota je prikazana na *sliki 3* in izhaja iz podatkov, ki so dosegljivi v tehničnih listih proizvajalca [11]. Kinematična struktura položajnega dela mehanizma robota je dana na slikah *3a* in *3b*.

Položaj vrha (TCP) robota je dan s krajevnim vektorjem, ki ima komponente:

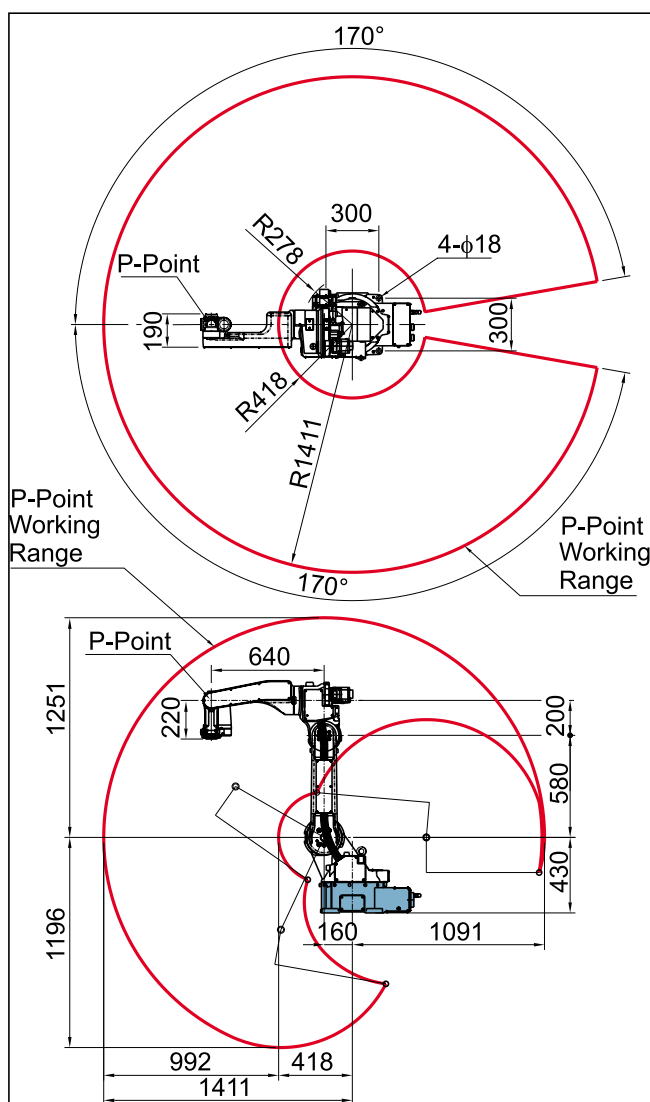
$$x = \cos q_1 (l_1 + l_3 \cdot \cos q_2 + l_4 \cdot \cos(q_2 + q_3)) \quad (5)$$

$$y = \sin q_1 (l_1 + l_3 \cdot \cos q_2 + l_4 \cdot \cos(q_2 + q_3)) \quad (6)$$

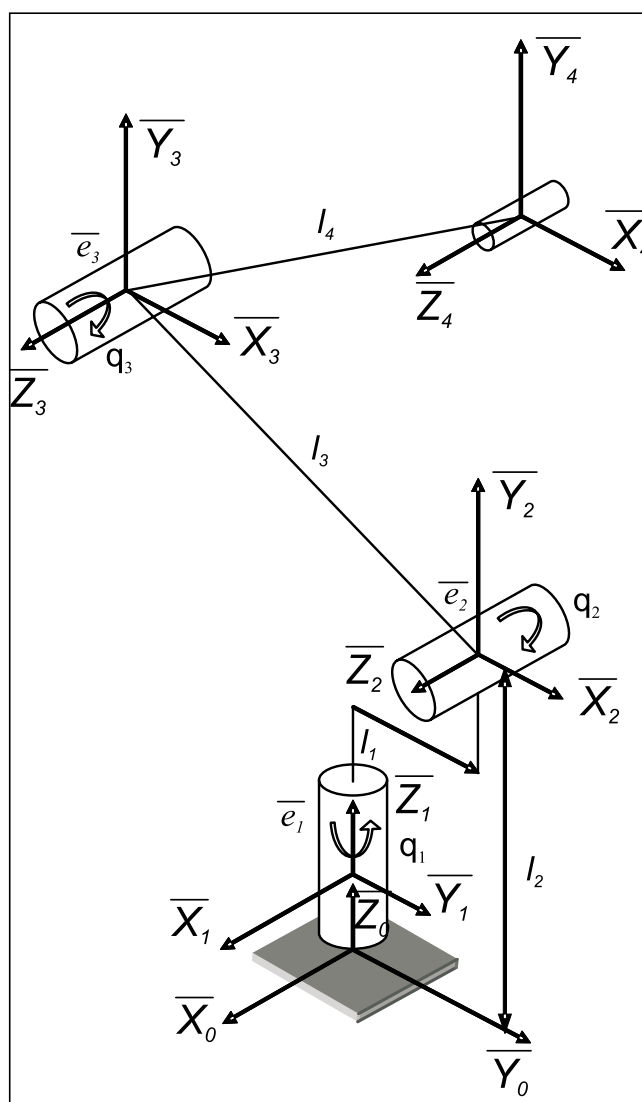
$$z = l_2 + l_3 \cdot \sin q_2 + l_4 \cdot \sin(q_2 + q_3) \quad (7)$$

Jacobijeva matrika mehanizma pa je:

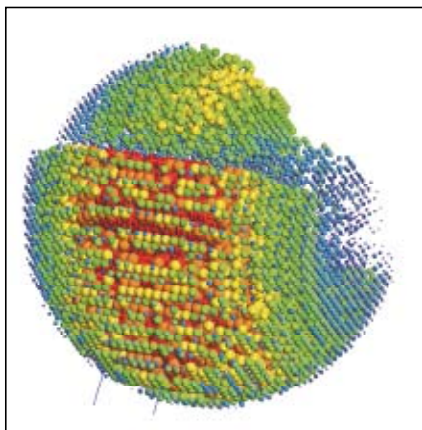
$$J = \begin{bmatrix} -\sin q_1 (l_2 + l_3 \cos q_2 + l_4 \cos(q_2 + q_3)) \\ \cos q_1 (l_2 + l_3 \cos q_2 + l_4 \cos(q_2 + q_3)) \\ 0 \\ -\cos q_1 (l_3 \sin q_2 + l_4 \sin(q_2 + q_3)) \\ -\sin q_1 (l_3 \sin q_2 + l_4 \sin(q_2 + q_3)) \\ -l_3 \cos q_2 - l_4 \cos(q_2 + q_3) \\ -l_4 \cos q_1 \sin(q_2 + q_3) \\ -l_4 \sin q_1 \sin(q_2 + q_3) \\ -l_4 \cos(q_2 + q_3) \end{bmatrix} \quad (8)$$



Slika 3a. Tloris in naris delovnega prostora komercialnega robota OTC Daihen



Slika 3b. Kinematična shema položajnega dela robota OTC Daihen



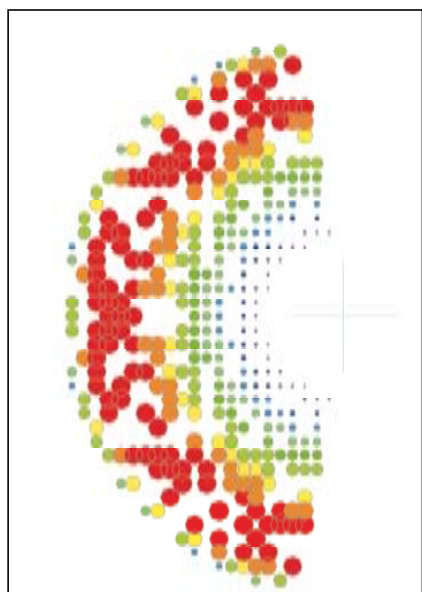
Slika 4a. Izometrična projekcija delovnega prostora IR

Za ilustracijo podajamo še indeks gibljivosti po Yoshikawi:

$$w = |\det(J)| \quad (9)$$

$$w = |-l_3 l_4 (l_2 + l_3 \cos q_2 + l_4 \cos(q_2 + q_3)) \sin q_3| \quad (10)$$

Z opisanim postopkom za prikazovanje 3D-delovnega prostora industrijskega robota z vrisanim parametrom hitrostne anizotropije dobimo orodje, ki je primerno za konstruktorje proizvodnih sistemov, prav tako pa za programerje obdelovalnih procesov z roboti, kajti za vsako točko delovnega prostora je sedaj znana robotova gibljivost in sposobnost izpeljati določen proces zahtevam primerno. Za obravnavani IR je na *sliki 4* prikazana izometrična projekcija delovnega prostora z vrisano hitrostno



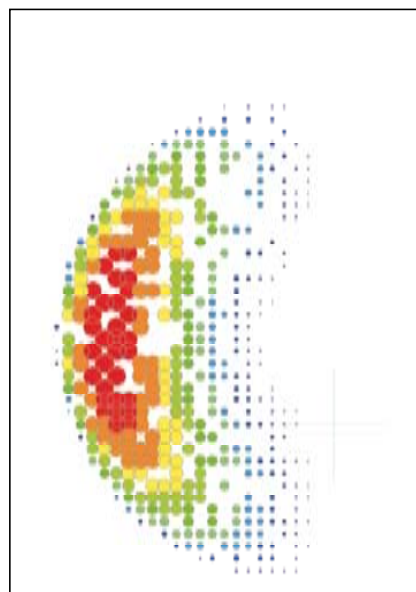
Slika 5. Presek skozi delovni prostor v X-Y ravnini (horizontalna ravnina)

Barve	w
Modra	0,0-0,1
Purpurna	0,1-0,2
Temno modra	0,2-0,3
Modra	0,3-0,4
Zelena	0,4-0,5
Temno zelena	0,5-0,6
Želena	0,6-0,7
Žuta	0,7-0,8
Oranžna	0,8-0,9
Rdeča	0,9-1,0

Slika 4b. Absolutna barvna razdelitev gibljivosti od največje (1,0) do najmanjše (0,0) vrednosti

anizotropijo. Prostor je tridimenzionalen, torej imamo težavo videti, kakšna je struktura prostora v notranjosti, zato nam izbrani CAD-programski paket omogoča izdelati prezeze prostora kjer koli, tako da je možen zelo preprost in nazoren vpogled v samo strukturo delovnega prostora, kot je prikazano na *slikah 5* in *6*.

Grafična podpora predstavitve hitrostne anizotropije je izdelana z izbranim CAD-programskim paketom. Podatke za željeni industrijski robot naložimo preko programskega vmesnika iz MS Excelove datoteke.



Slika 6. Presek skozi delovni prostor v X-Z ravnini (vertikalna ravnina)

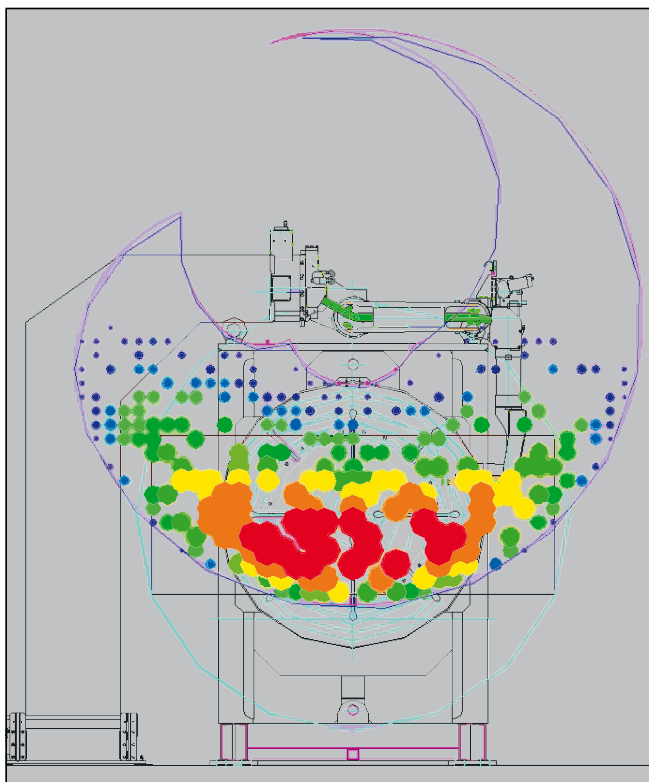
Po vključitvi ukaza za izris hitrostne anizotropije v načrtovanem programskem vmesniku dobimo rezultat izrisa, ki je prikazan v grafičnem oknu programske opreme (*slika 4a*). Krogle, ki predstavljajo hitrostno anizotropijo, so razporejene po definiranih ravninah glede na njihov radij. Barvni spekter predstavlja določeno vrednost radija, s katerim lahko ustvarimo različno kombinacijo vidnosti ravnin in s tem prikaz različnih hitrostnih anizotropij.

6 Sklep

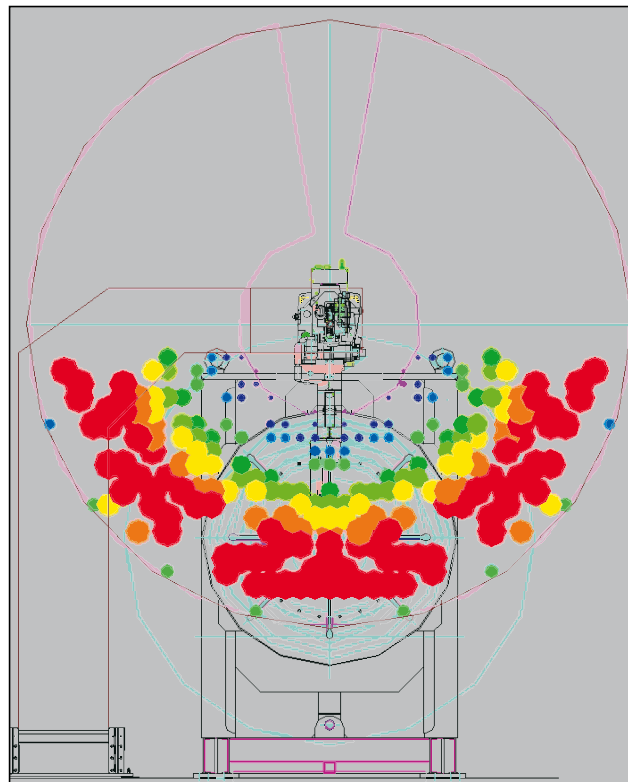
Grafična predstavitev hitrostne anizotropije je zelo uporabno orodje pri načrtovanju robotiziranih proizvodnih sistemov, posebej v primerih, kjer bo robot direktno vključen v tehnološke operacije. Omogoča odličen vpogled v strukturo delovnega prostora, in tako postane izbira območja delovanja lažja, povsod tam, kjer bo robot izvajal določene tehnološke operacije, pri katerih so razen natančnega vodenja TCP pomembni tudi drugi tehnološki kriteriji. Za nazorno ilustracijo opisanega sta na *slikah 7* in *8* prikazani dve varianti robotizirane varilne celice, kjer je robot na *sliki 7* postavljen prečno na obdelovanec, na *sliki 8* pa vzdolžno na obdelovanec. S *slik* se vidi, v katerem območju bo robot deloval z večjo (rdeče pike) in kje z manjšo gibljivostjo. V območjih manjše gibljivosti je pri programiranju tirnic možno pričakovati težave sledenja TCP dani nalogi. Nastalemu problemu se lahko izognemo s pravilno postavitvijo robota glede na hitrostno anizotropijo.

Viri

- [1] ISO 8373: 1994: Manipulating industrial robots – Vocabulary.
- [2] Botturi, D., Martelli, S., Fiorini, P.: A geometric method for robot workspace computation, Proceedings of »International conference on autonomous robots and system (ICAR), 2003.
- [3] Autodesk Inventor Suite 2008 EE License, 52712-091462-9540, C4645079, 2008.
- [4] Angeles, J.: Rational kinematics, New York, Springer-Verlag, 1988.



Slika 7. Proizvodna celica z robotom, postavljenim prečno glede na obdelovanec



Slika 8. Proizvodna celica z robotom, postavljenim vzdolžno glede na obdelovanec

- [5] Lenarčič, J., Bajd, T.: Robotic mechanisms, 1. ed., Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, 2003.
- [6] Yoshikava, T.: Manipulability of robotic mechanisms, The Int. J. Robotics Res. 4/1985/2, str. 3–9.
- [7] Gotlih, K., Kovač, D., Vuherer, T., Brezovnik S., Brezočnik, M., Zver, A.: Velocity anisotropy of an industrial robot, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 27/2011/1, str. 205–211.
- [8] Elkady, A., Y., Mohammed, M., Sobh, T.: A new algorithm for measuring and optimizing the manipulability index, J Intell Robot Sys, DOI 10.1007/s10846-009-9388-9.
- [9] Kucuk, S., Bingul Z.: Robot workspace optimization based on a novel local and global performance indices, IEEE ISIE 2005, Dubrovnik, str. 1593–1598.
- [10] Mansouri, I., Ouali, M.: The power manipulability – A new homogeneous performance index of robot manipulators, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, (2010), DOI 10.1016/j.rcim.2010.09.004.
- [11] Almega AX Series, Daihen Corporation, CAT.No.R20503, Osaka 566-0021, 2006.

Mobility of robot systems in machining processes

Abstract: Industrial robots are part of production systems and it is important to place them into the system according to requirements and their properties and behaviour. The information, obtained from the technical sheets of robots, about workspace (its dimensions and shape) is insufficient for designing the production system. The information about mobility is missing. To represent the behaviour of the robot in the workspace, velocity anisotropy of the robot is introduced and defined as the normalised length of the shortest velocity ellipsoid axes which can be constructed in the tool centre point (TCP) for any position of robot. A graphical discrete representation of the 3D workspace with included velocity anisotropy is then performed. The advantages of the developed graphical representation are presented on a workspace example for a commercial industrial robot.

Key words: industrial robot, workspace, velocity anisotropy

PRIHODNOST POT V

vrhunski bienalni mednarodni
strokovni sejmi

4

NAJVEČJI SEJMI
NAJPOMEMBNEJŠIH
PODROBNOSTI

11 FORMA TOOL

orodja, orodjarstvo, stroji

9 PLAGKEM

plastika, guma, kemija

5 GRAF&PACK

grafika, embalaža, pakiranje

4 LIVARSTVO

livarski stroji, oprema, materiali



EVROPA, SLOVENIJA, CELJE
12.-15. april 2011

4 specializirani poslovni sejmi so platforma za predstavitev najbolj aktualne ponudbe in novosti, novih tehnologij in najbolj inovativnih izdelkov.

Premišljena razdelitev razstavnih programov omogoča ciljno usmerjeno promocijo izdelkov in storitev. Zato nikjer drugje ni mogoče srečati toliko novih kupcev in poslovnih partnerjev.

Spremljevalni strokovni program razkriva trende in izzive v nosilnih in sorodnih panogah.

Nove poslovne priložnosti, srečanja, možnosti financiranja, podpora razvoju, zaposlitve.



Adaptivno prediktivno vodenje raztopljenega kisika v bioloških reaktorjih čistilnih naprav

Gregor KANDARE, Antonio NEVADO REVIRIEGO

Izveček: V članku so predstavljeni adaptivni prediktivni ekspertni regulatorji ter primer njihove uporabe za regulacijo koncentracije raztopljenega kisika v bioloških reaktorjih čistilnih naprav. Sistem za vodenje, ki je opisan v članku, je sestavljen iz adaptivnih prediktivnih ekspertnih povratnih zank ter dodatne optimizacijske logike. Uporabljeni regulatorji obvladujejo nelinearnost procesa in spremenljive delovne pogoje, tako da na osnovi modela napovedo obnašanje procesa in sproti prilagajajo model. Prednosti natančnejše in stabilnejše regulacije raztopljenega kisika sta boljša kakovost vode na iztoku ter manjša poraba energije. Komplementarna optimizacijska logika išče minimalno referenčno vrednost tlaka zraka v skupni cevi, ki še zagotavlja zadovoljivo vodenje kisika. To bistveno prispeva k zmanjšanju porabe energije.

Ključne besede: adaptivno prediktivno vodenje, čistilne naprave, regulacija raztopljenega kisika, zmanjšanje porabe energije

■ 1 Uvod

Proces aktivnega blata je najbolj razširjen biološki proces v čistilnih napravah. Obsega biološko obdelavo z aktivnim blatom za odstranitev dušika in drugih organskih snovi. V anaerobnem delu procesa nitrifikacijske bakterije potrebujejo raztopljen kisik za pretvarjanje amonija v nitrate. Ta faza se imenuje nitrifikacija. V naslednjem koraku (denitrifikacija) se nitrate, proizvedeni med nitrifikacijo, pretvorijo v plinast dušik.

Koncentracija raztopljenega kisika je ena izmed najpomembnejših procesnih spremenljivk v procesu aktivnega blata. Regulacija koncentracije raztopljenega kisika je pomembna tako z vidika učinkovitosti procesa kot tudi iz ekonomskih razlogov. Koncentracija mora biti dovolj visoka, da zagotovi dovolj kisika za mikroorganizme v aktivnem blatu. Po drugi strani pa mora biti recirkulacija kisika iz aerobne v anaerobno cono minimalna, da se ne pokvari učinkovitost faze denitrifikacije. Tudi z energetskega vidika je ugodno imeti želeno vrednost koncentracije raztopljenega kisika čim nižjo, ker to pomeni manjšo porabo energije. Dejstvo je, da poraba energije za vpihovanje zraka narašča eksponentno v odvisnosti od reference koncentracije raztopljenega kisika.

Z regulacijskega vidika je proces aktivnega blata zelo kompleksen, predvsem zaradi izrazite nelinearnosti, časovno spremenljive dinamike, ve-

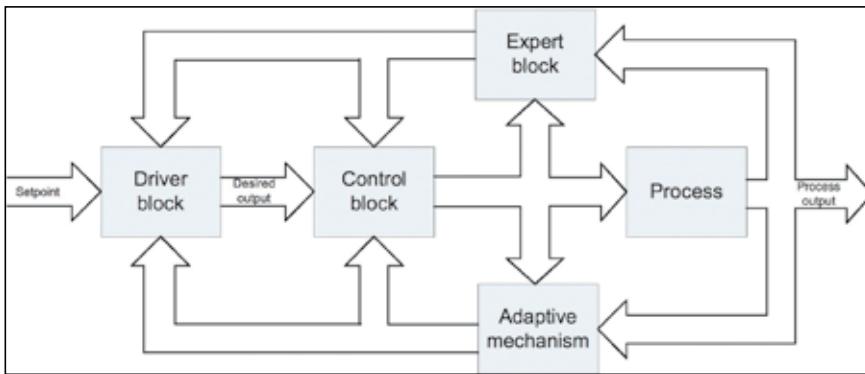
likih mrtvih časov ter multivariabilne strukture. Klasični sistemi vodenja zato le stežka zadovoljivo vodijo take procese ([1], [2]).

V članku je predstavljena uporaba adaptivnih prediktivnih ekspertnih regulatorjev ADEX™ ([3], [4]) pri regulaciji raztopljenega kisika v čistilni napravi La Gavia v Madridu. Zmogljivost te čistilne naprave je 950.000 populacijskih ekvivalentov. Regulatorji ADEX so rezultat tridesetletnih raziskav in razvoja in se uporabljajo v različnih sektorjih procesnega vodenja.

■ 2 Adaptivni prediktivni ekspertni regulatorji

Tehnologija adaptivnih prediktivnih ekspertnih regulatorjev je zasnovana na paradigmi prediktivnega vodenja. Glavna razlika v primerjavi s klasičnimi regulatorji, kot so PID, je v tem, da slednji reagirajo zgolj na

Dr. Gregor Kandare, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Ljubljana
Prof. Antonio Nevado Reviriego Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Španija



Slika 1. Bločni diagram adaptivnega prediktivnega ekspertnega regulatorja

pretekle in trenutne pogreške med referenco in regulirano veličino. Prediktivni regulatorji pa lahko s pomočjo modela ocenijo trajektorijo regulirane veličine v prihodnosti ter tako generirajo take izhode, da bo regulirana veličina sledila neki željeni trajektoriji.

Regulatorji ADEX uporabljajo linearne modele za napoved izhodov procesa. Parametri modela se prilagajajo spremenljivim razmeram. Poleg tega se pri strategiji vodenja uporablja tudi ekspertno znanje, ki je v regulatorju podano v obliki tabel. Bločni diagram regulatorja ADEX je prikazan na sliki 1.

Referenčni blok definira želena trajektorijo regulirane veličine. Ta poteka od trenutne vrednosti regulirane veličine do referenčne vrednosti, ki je podana na vhodu referenčnega bloka. Dinamika trajektorije je definirana s časovno konstanto, ki jo določi uporabnik.

Prediktivni model je jedro regulatorja. Model je sestavljen iz linearnih diskretnih prenosnih funkcij, ki opisujejo dinamiko izhoda procesa v odvisnosti od vhoda in merljivih motenj. Regulator s pomočjo modela v vsaki regulacijski periodi izračunava vhod v proces, ki bo povzročil, da bo izhod procesa sledil referenčni trajektoriji.

Realni procesi so nelinearni in časovno spremenljivi, zato regulatorji s konstantnimi parametri ne morejo zadovoljivo napovedati izhoda procesa v različnih delovnih točkah. V ta namen imajo regulatorji ADEX vgrajen *adaptacijski mehanizem*, ki prilagaja parametre modela glede na razliko med napovedano in dejansko vrednostjo izhoda procesa.

Z vidika regulatorja je delovno območje izhoda procesa razdeljeno na tri domene (slika 2). Osrednjo domeno, v kateri bo izhod procesa pri normalnem delovanju, imenujemo *adaptivno-prediktivna domena*. V tej domeni opravlja svojo funkcijo adaptivno-prediktivni algoritem. Če se izhod procesa zaradi kakršnegakoli vzroka oddalji od osrednje domene, v eno od t. i. ekspertnih domen, prevzame kontrolo *ekspertni blok*, ki s pomočjo enostavnih akcij na osnovi pravil poskuša spraviti proces v osrednjo domeno.

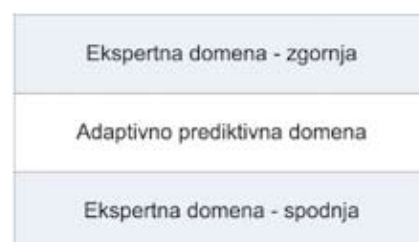
Regulator ADEX temelji na inkrementalnem dinamičnem modelu procesa. Osnovno zaporedje operacij v vsaki regulacijski periodi k je naslednje:

1. Meritev izhoda procesa y_p in izračun inkrementalnega izhoda procesa $y(k)$:

$$y(k) = y_p(k) - y_p(k - 1) \quad (1)$$

2. Predvidimo adaptivno-prediktivni model drugega reda brez merljivih motenj. Pri tem se apriori ocena inkrementalnega izhoda procesa izračuna po naslednji formuli:

$$\hat{y}(k|k - 1) = \sum_{i=1}^2 \hat{a}_i(k - 1)y(k - i) + \sum_{i=1}^3 \hat{b}_i(k - 1)u(k - i) \quad (2)$$



Slika 2. Domene regulatorjev ADEX

Napaka ocene je podana kot

$$e(k) = y(k) - \hat{y}(k|k - 1) \quad (3)$$

Vrednosti $u(k-i)$ dobimo iz:

$$u(k - i) = u_p(k - i) - u_p(k - 1 - i) \quad (4)$$

kjer je $u_p(k-i)$ vhod v proces v trenutku $k-i$.

3. Izračun parametrov modela (2) z gradientnim algoritmom.
4. Izračun želenega inkrementalnega izhoda $y_d(k+1)$ s pomočjo modela (2) z želeno dinamiko, pri čemer je $u(k)$ referenca, izhod pa želena trajektorija.
5. Izračun regulacijskega signala $u_p(k)$:

$$u(k) = \frac{1}{\hat{b}_1(k)} \left[y_d(k + 1) - \sum_{i=1}^2 \hat{a}_i(k)y(k + 1 - i) - \sum_{i=2}^3 \hat{b}_i(k)u(k + 1 - i) \right] \quad (5)$$

Opisano prediktivno vodenje uporablja enokoračno strategijo. Inkrementalni regulacijski signal $u(k)$ se v trenutku k izračuna iz (5). S tem zagotovimo, da sta napovedani in željeni inkrementalni regulacijski signal v trenutku $k+1$ enaka.

$$u_p(k) = u(k) + u_p(k - 1) \quad (6)$$

6. Vrednost regulacijskega signala po potrebi omejimo.

3 Opis procesa aktivnega blata

Proces je sestavljen iz štirih aerobnih reaktorjev (bazenov), v katerih poteka odstranjevanje bioloških snovi. V bazene priteka odpadna voda s pretokom 3000 m³/uro. Da bi zagotovili želena koncentracijo raztopljenega kisika, moramo v bazene vpihavati zrak. Sistem za vpihanje zraka je sestavljen iz pihal, cevi, ventilov in membran.

Za kompresijo zraka so na voljo štiri puhala. Število aktivnih pihal je od-

visno od zahtev po stisnjemem zraku. Izhodni tlak puhal se regulira s položajem difuzorjev.

Stisnjeni zrak nato potuje po skupni cevi, ki se razveji v posamezne cevi za vsak reaktor posebej. Na teh ceveh so nameščeni avtomatski loputni ventili, ki uravnavajo količino stisnjenega zraka, ki se vpihuje v bazen skozi membrane, nameščene na dnu bazena.

V sistemu so nameščena naslednja tipala:

- tipalo tlaka na skupni cevi,
- po eno tipalo pretoka zraka na vsaki cevi, ki vodi v posamezen bazen,
- po dve tipali raztopljenega kisika v vodi – eden na pritoku, drugi na iztoku.

■ 4 Vodenje procesa

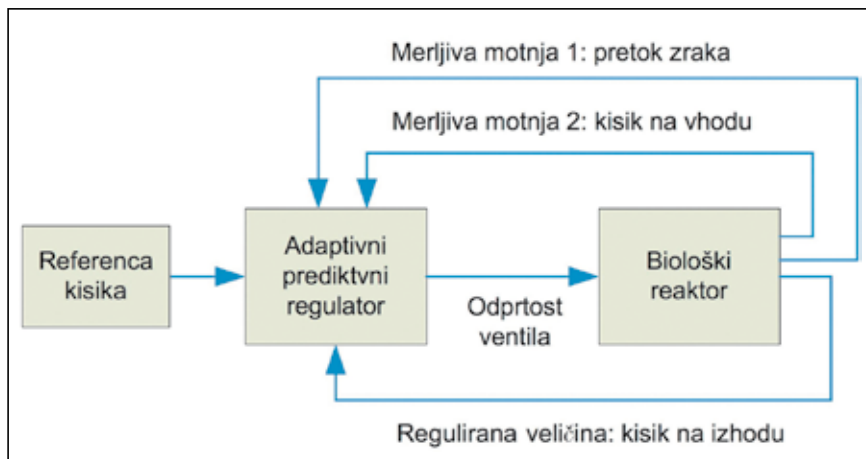
Odstranjevanje amoniaka z aktivnim blatom je časovno spremenljiv proces z velikimi motnjami v dotoku odpadne vode. Spremenljive vremenske razmere (temperatura, padavine) občutno vplivajo na dinamiko procesa, čemur se mora sistem za vodenje sproti prilagajati ([5]). Poleg tega je proces nelinearen. Število in obnašanje mikroorganizmov v aktivnem blatu se spreminjata, zato se spreminja odnos med vpihanim zrakom in koncentracijo raztopljenega kisika. Več reaktorjev si deli skupno cev za dovod stisnjenega zraka, kar povzroči neželene interakcije med regulacijskimi zankami posameznih bazenov. Zaradi naštetih lastnosti je vodenje tovrstnega procesa zelo zahtevno.

4.1 Cilji vodenja

Glavni cilji vodenja procesa aktivnega blata so naslednji ([6]):

- zagotoviti zahtevano kakovost iztočne vode,
- zagotoviti, da regulirane veličine sledijo referenčnim vrednostim, ne glede na motnje in spremembe procesnih pogojev,
- minimizirati porabo energije.

V čistilni napravi, predstavljeni v tem članku, so bili konkretni cilji vodenja naslednji:



Slika 3. Regulacijska zanka za kisik

- regulirati koncentracijo raztopljenega kisika v bazenih,
- vzdrževati tak minimalni tlak stisnjenega zraka v skupni cevi, ki še zagotavlja zadovoljivo delovanje zanke za regulacijo kisika.

4.2 Regulacija koncentracije raztopljenega kisika

V praksi obstajajo trije načini za regulacijo koncentracije raztopljenega kisika v bazenu:

- s spremembo hitrosti vrtenja mešala v bazenu ([7]),
- s spremembo vsebnosti kisika v vpihanem stisnjemem zraku,
- s spremembo pretoka vpihanega stisnjenega zraka.

Zadnjo različico najpogosteje zasledimo v praksi in se tudi uporablja v čistilni napravi, opisani v tem članku.

Pretok stisnjenega zraka neposredno vpliva na koncentracijo raztopljenega kisika v reaktorju. Pretok lahko spreminjamo s spreminjanjem tlaka ali z odpiranjem loputnega ventila. Odnos med pretokom zraka in raztopljenem kisikom v reaktorju je skoraj linearen. V čistilnih napravah, kjer ima vsak bazen svoj izvor komprimiranega zraka, je zato kot regulirno veličino najbolje uporabiti tlak zraka. V našem primeru to ni mogoče, ker so vsi aeracijski bazeni vezani na en sam izvor zraka. V tem primeru je treba kot regulirno veličino uporabiti odprtost ventila za zrak. Pomanjkljivost te izvedbe je v tem, da je odnos med odprtostjo ventila in pretokom zraka (ter posledično

koncentracijo raztopljenega kisika v bazenu) izrazito nelinearen.

Najpogostejša implementacija regulacijske zanke za vodenje kisika je kaskadna regulacijska shema. Zunanja zanka regulira koncentracijo kisika z regulirno veličino pretok zraka. Le-ta predstavlja referenco za notranjo zanko, ki regulira pretok zraka z odprtostjo loputnega ventila. Notranja zanka na nek način linearizira delovanje ventila. V literaturi zasledimo celo poročila o implementaciji dodatne zunanje zanke, ki regulira amonijev dušik na koncu aerobne stopnje s spreminjanjem reference za raztopljeni kisik ([8], [9]).

V našem primeru smo implementirali enozančno regulacijo z večvhodnim regulatorjem ADEX. Koncentracijo raztopljenega kisika na izhodu bazena smo regulirali neposredno z odprtostjo ventila. Prednost tega načina pred kaskadno regulacijo je v tem, da ne poskuša regulirati pretoka zraka in zato manj obremenjuje ventile. Slika 3 prikazuje bločni diagram regulacijske zanke za kisik.

Izhod regulatorja se izračunava z modelom, ki opisuje dinamični odnos med odprtostjo ventila in koncentracijo raztopljenega kisika. Regulator pri računanju izhoda upošteva tudi merljive motnje, v našem primeru sta to koncentracija raztopljenega kisika na začetku bazena ter pretok zraka. S tem, da smo upoštevali pretok zraka kot merljivo motnjo, smo dosegli podoben učinek kot s kaskadno regulacijo. Koncentracijo raztopljenega kisika na začetku bazena lahko obrav-

navamo kot napoved koncentracije na koncu bazena, zato je dobrodošla veličina za pohitritev regulacijske zanke.

Adaptacijski mehanizem v vsaki regulacijski periodi spreminja model procesa in model motenj ter tako prilagaja regulator na spreminjajoče se delovne razmere. Da bi eliminirali interakcije med regulacijskimi zankami posameznih bazenov, moramo z dodatno regulacijsko zanko vzdrževati konstantno vrednost zračnega tlaka v skupni cevi. To nalogo opravlja lokalni sistem vodenja puhal, ki s spreminjanjem položaja difuzorjev regulira zračni tlak na izhodu iz puhal.

4.3 Optimizacija referenčne vrednosti tlaka stisnjena zrak

Elektromotorji puhal z nazivno močjo nekaj sto kilovatov so največji porabniki električne energije v čistilni napravi. Običajno porabijo 50–70 % celotne energije, potrebne za delovanje čistilne naprave. Poraba elektromotorjev je neposredno odvisna od tlaka stisnjena zrak, ki ga proizvaja puhal.

Sistem vodenja, ki ga opisujemo v članku, skrbi za optimizacijo referenčne vrednosti tlaka zrak, upoštevajoč naslednje kriterije:

- Zagotoviti je potrebno takšen tlak zrak, ki zagotavlja zadovoljivo regulacijo kisika. Če je tlak premajhen, regulacijske zanke za kisik ne morejo doseči zelene vrednosti kisika, čeprav popolnoma odprejo ventile. Poleg tega se v primeru prenizkega tlaka močno zmanjša občutljivost pretoka zrak v odvisnosti od odprtosti ventila, kar poslabša delovanje regulacijske zanke za kisik.
- Istočasno pa mora biti tlak zrak čim manjši, saj to neposredno zmanjšuje porabo energije. Če je tlak prevelik, regulacijske zanke za kisik zaprejo ventile, kar poveča tlačni padec. Tako delovanje je energetsko neučinkovito.
- Sistem za vodenje upošteva navedene kriterije in trenutno stanje procesa ter v skladu s tem poveča ali zmanjša referenčno vrednost

za tlak stisnjena zrak. Referenca se spremeni na osnovi naslednjih pravil:

- *Povečanje referenčne vrednosti tlaka.* To se zgodi, ko je eden od ventilov odprt na vrednost, večjo od 75 %, medtem ko ostane koncentracija raztopljenega kisika rahlo nad referenčno vrednostjo (referenca +0,01 ppm) v določenem časovnem intervalu (15 min). V tem primeru se referenčna vrednost tlaka poveča za 0,002 bara.
- *Zmanjšanje referenčne vrednosti tlaka.* Ko je eden od ventilov zaprt pod vrednostjo 40 % v časovnem intervalu 15 minut in v tem času kisik ne pade znatno pod referenčno vrednost (referenca -0,01 ppm), se referenca tlaka zmanjša za 0,002 bara.

Če povzamemo: Optimizacijska logika poveča referenčno vrednost tlaka, kadar koncentracija raztopljenega kisika ne more doseči svoje referenčne, čeprav je pripadajoči ventil zelo odprt. Po drugi strani, če kljub zaprtosti enega od ventilov kisik ne pade bistveno pod referenčno vrednost, si lahko privoščimo zmanjšanje referenčne tlaka in s tem prihranimo energijo. Optimizacijska logika prioritarno zmanjšuje vrednost tlaka, povečuje jo le, kadar je to potrebno.

4.4 Poraba energije

Učinkovitost različnih strategij vodenja lahko ugotavljamo na osnovi meritev oziroma ocen porabo energije.

Merjenje porabe visokonapetostnih elektromotorjev puhal je tehnično zahtevno in v čistilnih napravah ponavadi niso na voljo ustrezni merilniki. Zato smo razvili metodo za ocenjevanje porabe energije oziroma moči na osnovi vrednosti zračnega tlaka in pretoka.

Iz termodinamike je znano, da je diferencial mehanskega dela, ki ga opravi plin (zrak) pri ekspanziji pri konstantnem tlaku, določen z enačbo:

$$dW = p dV \quad (7)$$

kjer je dW diferencial dela, p tlak in

dV diferencial prostornine. Moč je po definiciji enaka časovnemu odvodu dela:

$$P = \frac{dW}{dt} = p \frac{dV}{dt} = p q_v \quad (8)$$

kjer je q_v prostorninski pretok zrak. Sistem za vodenje ima na voljo signale meritve pretoka in tlaka zrak v vsakem trenutku vzorčenja. Zato lahko izračunamo mehansko energijo, porabljeno v časovnem intervalu med t_0 in t_1 , po naslednji formuli:

$$W = \int_{t_0}^{t_1} p(t) q_v(t) dt \quad (9)$$

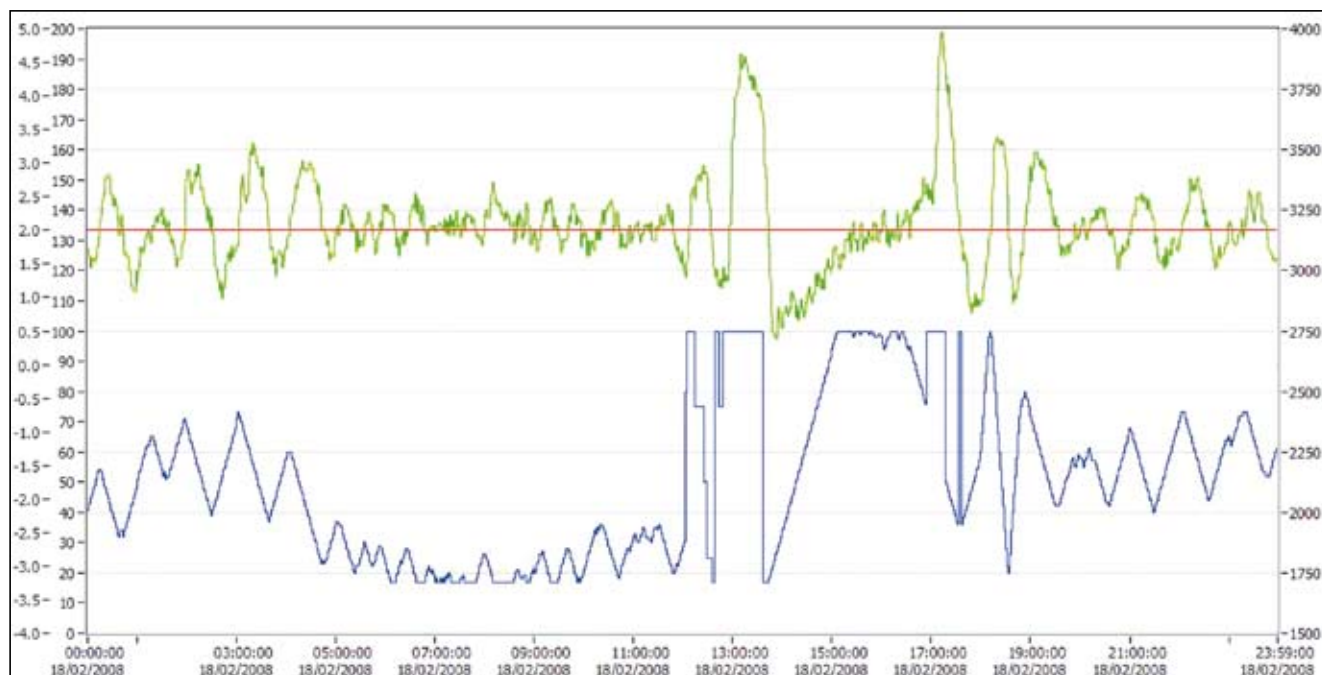
5 Rezultati

5.1 Regulacija koncentracije raztopljenega kisika

Slika 1 prikazuje regulacijo kisika z regulatorjem PID v bazenu 1 v času 24 ur. Rdeča črta predstavlja referenčno vrednost kisika (2 ppm), zelena črta koncentracije raztopljenega kisika na izhodu iz bazena, modra črta pa odprtost ventila za zrak. Kot lahko vidimo, vrednost koncentracije kisika močno oscilira, kar je neugodno tako za kakovost procesa kot tudi za porabo energije. Poleg tega močno oscilira tudi signal odprtosti ventila, kar povzroči destabilizacijo ostalih regulacijskih zank kisika v ostalih bazenih.

Slika 5 prikazuje regulacijo kisika z regulatorjem ADEX v istem bazenu v podobnih razmerah. Čas vzorčenja regulatorja je bil 4 sekund. Vrednosti časovne konstante procesa smo ocenili na 10 minut, zato smo izbrali za vrednost regulacijske periode 150 sekund. S *slike 5* vidimo, da regulator ADEX bistveno zmanjša oscilacije signala kisika, hkrati pa ne odpira in zapira ventila tako agresivno kot regulator PID.

Oscilacije signala kisika lahko ocenimo tako, da izračunamo standardno deviacijo signala. Oscilacijsko razmerje dobimo, če delimo standardno deviacijo signala kisika, reguliranega z regulatorjem PID, s standardno deviacijo istega signala, reguliranega z regulatorjem ADEX. Oscilacijsko raz-



Slika 4. Regulacija kisika z regulatorjem PID

merje je mera za sposobnost dušenja oscilacij z regulatorjem ADEX v primerjavi z regulatorje PID. Večje ko je razmerje, boljša je regulacija ADEX. Rezultati za vse aktivne aeracijske baze so prikazani v tabeli 1:

Sliki 4 in 5 prikazujeta primerjavo med regulacijo PID in ADEX v podobnih, čeprav ne identičnih razmerah, meritve so bile namreč narejene v dveh različnih dneh. Slika 6 prikazuje prekop iz vodenja z regulatorjem ADEX v vodenje z regulatorjem PID

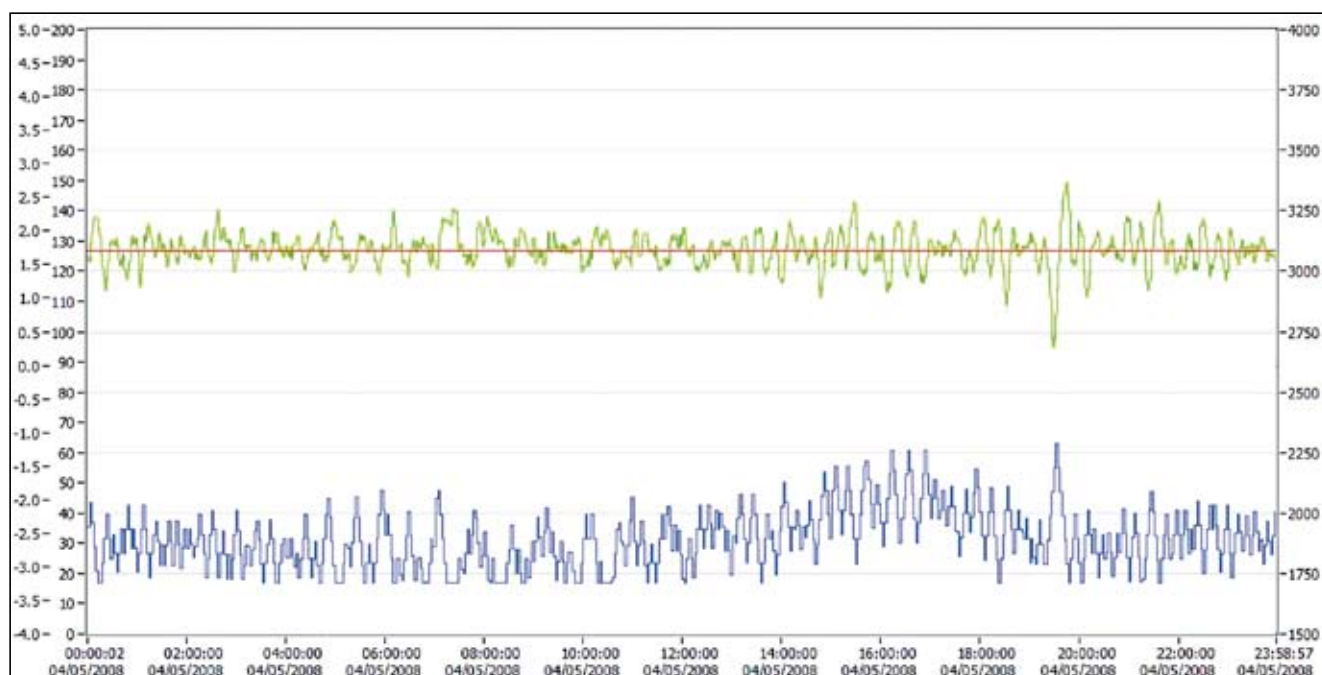
v istem dnevu. Razlika v kakovosti regulacije procesa je očitna.

Tabela 1. Vrednotenje oscilacijskih razmerij

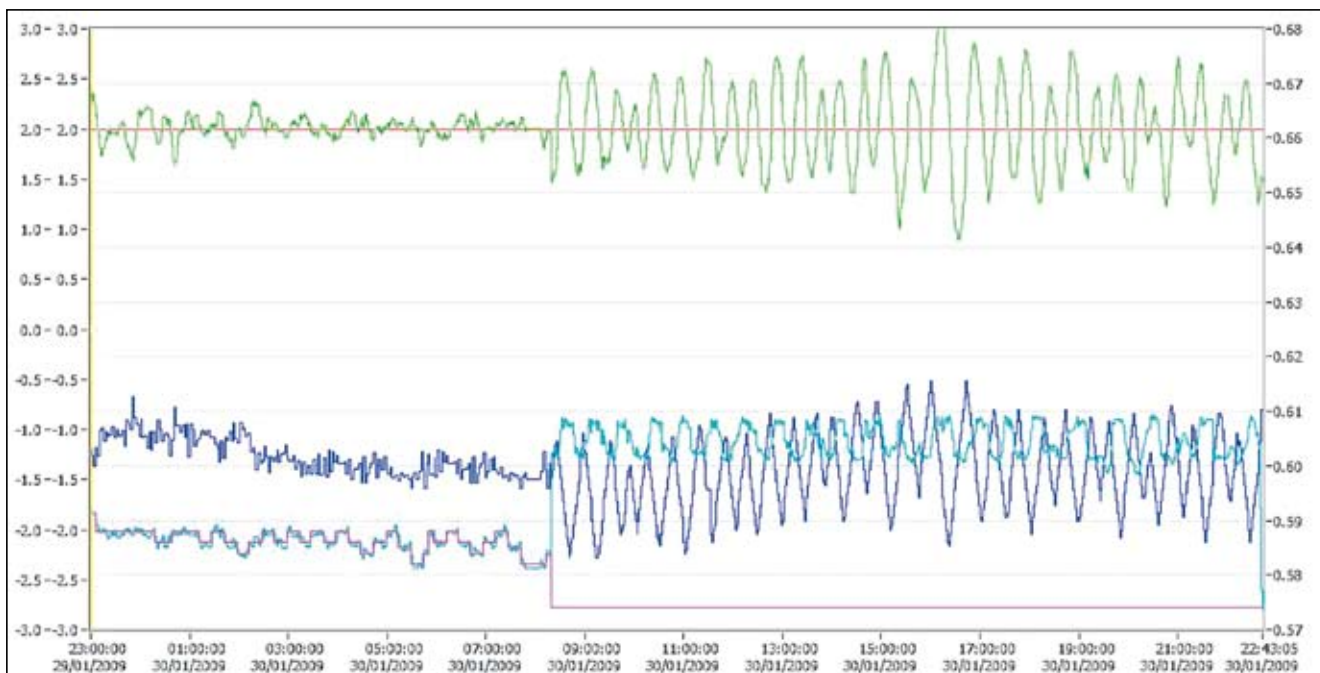
Bazen	PID DO sdev	A D E X DO sdev	Osc. razmerje
1	0,397	0,186	2,13
2	0,663	0,253	2,62
3	0,522	0,143	3,65
4	0,914	0,151	6,05

5.2 Optimizacija referenčne vrednosti tlaka

Slika 7 prikazuje 24-urni graf, na katerem so prikazani poteki koncentracije raztopljenega kisika (zeleno), referenca kisika (rdeča), odprtost ventila (modra), referenca tlaka (vijoličasta) in izmerjena vrednost tlaka (svetlo modra) v bazenu 2. Ta bazen ima visoko potrebo po kisiku, zato je njegov ventil za dovod zraka navadno zelo odprt, da lahko bazen dobi zadostno količino stisnjene zraka. Na sliki 7



Slika 5. Regulacija kisika z regulatorjem ADEX



Slika 6. Preklop iz regulacije ADEX v regulacijo PID

vidimo, da optimizacijska logika v prvih urah dneva postopoma zmanjšuje referenčno vrednost tlaka. To se zgodi zato, ker je ventil v bazenu 1 v tem času precej zaprt zaradi nizke potrebe po kisiku. Na prvi pogled se take akcije zdijo nelogične, saj je ventil bazena 2 (slika 7) zelo odprt. Vendar si to lahko privoščimo, saj do 13. ure kisik v bazenu 2 ne pade bistveno pod referenčno vrednost. Šele ko se to zgodi, ob popolnem odprtju

ventila 2, optimizacijski logiki ne preostane drugega, kot da začne postopoma povečevati referenco tlaka, da zagotovi zadosten pretok zraka v bazen 2.

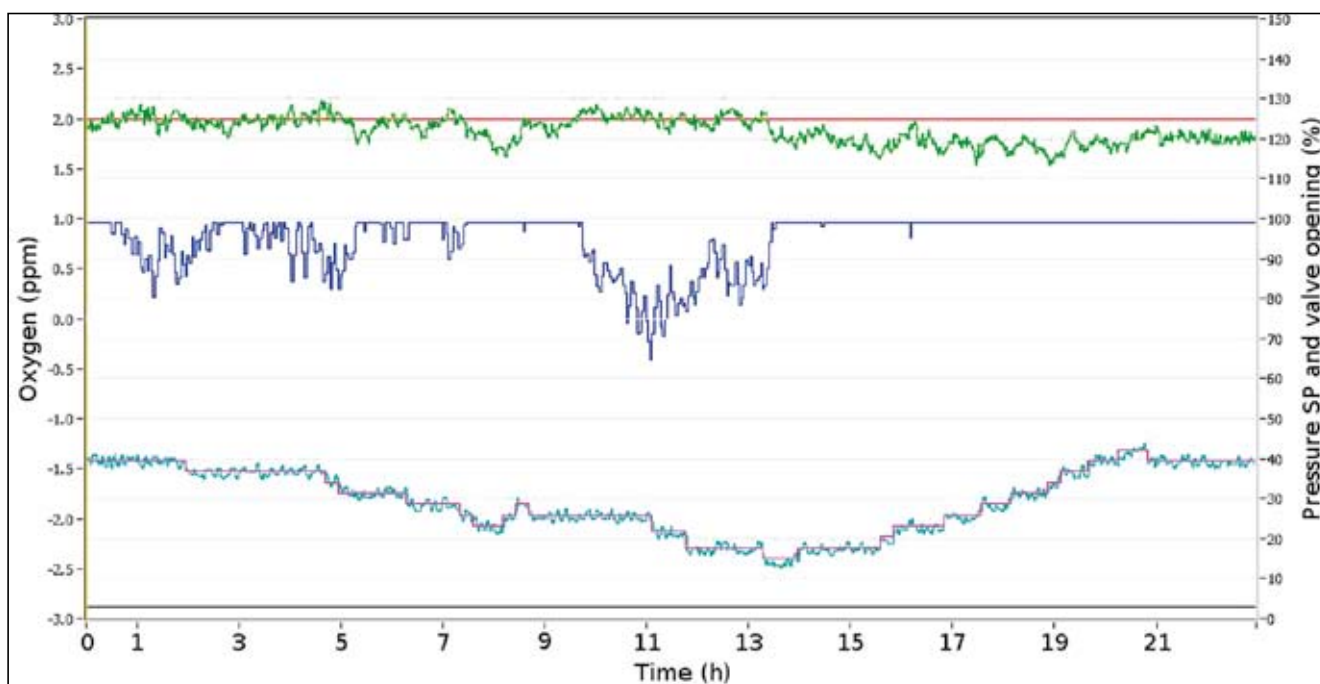
Z metodo za ocenjevanje porabe energije smo ocenili potrebno povprečno dnevno moč v vsakem aeracijskem bazenu posebej za sistem z regulatorji PID kot tudi za sistem z regulatorji ADEX ter logiko za opti-

mizacijo tlaka. Rezultati so prikazani v tabeli 2.

Rezultati kažejo, da je sistem ADEX znatno zmanjšal porabo energije.

6 Zaključek

Članek predstavlja aplikacijo adaptivno-prediktivnih ekspertnih regulatorjev za regulacijo koncentracije raztopljenega kisika v aerobnih ba-



Slika 7. Optimizacija referenčne vrednosti tlaka

Tabela 2. Primerjava porabe energije med sistemoma PID in ADEX 2 st

Bazen	PID (kW)	ADEX (kW)	Razlika [%]
1	51,36	42,25	17,74
2	61,55	34,97	43,18
5	67,63	52,28	22,70
6	54,47	41,98	22,93
Skupno	235,01	171,49	27,03

zenih čistilne naprave odpadnih vod. Biološki procesi, ki potekajo v bazenih, so nelinearni in časovno spremenljivi ter kot taki zelo zahtevni za regulacijo s klasičnimi regulatorji, kot je PID. Pokazalo se je, da so adaptivno-prediktivni regulatorji veliko bolj uspešni pri vodenju takih procesov, saj generirajo take izhode, ki vodijo proces po želeni referenčni trajektoriji, za razliko od regulatorjev PID, ki se zgolj odzivajo na pretekle in trenutne pogoje med regulirano veličino in referenco. Adaptivni del regulatorja stalno prilagaja vrednosti parametrov prediktivnega modela in tako ohranja model aktualen v spreminjajočih se procesnih razmerah. Če se regulirana veličina zelo oddalji od normalnega delovnega področja, ekspertni modul regulatorja poskrbi, da se vrne nazaj v delovno območje, kjer vaje spet prevzame adaptivno-prediktivni del. Izkazalo se je, da regulator ADEX učinkoviteje regulira raztopljeni kisik v vseh obratovnih razmerah.

Boljša regulacija raztopljenega kisika ima več prednosti. Poveča se učinkovitost faze denitrifikacije,

hkrati se izboljša stabilnost celotnega biološkega procesa. Zaradi manjših oscilacij koncentracije raztopljenega kisika se lahko operater z nastavitvijo reference kisika bolj približa mejnim vrednostim ter tako zmanjša porabo energije.

Literatura

[1] Andrews, J. F. (ed.), (1992) *Dynamics and Control of the Activated Sludge Process*, Technomic Publishing Company, Lancaster, Pennsylvania, USA.

[2] Traoré, A., Grieu, S., Puig, S., Corominas, L., Thiery, F., Polit, M. and Colprim, J. (2005). Fuzzy control of dissolved oxygen in a sequencing batch reactor pilot plant. *Chemical Engineering Journal*, 111(1), 13–19.

[3] Martín Sánchez, J. M. and Rodellar, J. (1996). *Adaptive Predictive Control From the Concepts to Plant Optimization*. Prentice Hall International, UK.

[4] Martín Sánchez, J. M., Adaptive Predictive Expert Control System. International Patent

Application. Application No: PCT/US00/17836, Priority Date: June 28, 2001. U.S.A. Patent No. 6,662,058 B1, Dec. 9, 2003.

[5] Schütze, M., Campisano, A., Colas, H., Schilling, W. and Vanrolleghem, P.A. (2004), Real time control of urban wastewater systems – where do we stand today?, *Journal of Hydrology* 299(3–4), 335–348.

[6] Olsson, G. and Newell, B. (1999). *Wastewater Treatment Systems, Modelling, Diagnosis and Control*, IWA Publishing, London, UK.

[7] Åkesson, M. and Hagander, P. (1999) A Gain-scheduling Approach for Control of Dissolved Oxygen in Stirred Bioreactors. *Preprints 14th World Congress of IFAC*, volume O, Beijing, China, 505–510.


[8] Vrečko, D., Hvala, N., Stare, A., Burica, O., Stražar, M., Levstek, M., Cerar, P. and Podbevšek, S. (2006). Improvement of Ammonia Removal in Activated Sludge Process with Feedforward-feedback Aeration Controllers. *Water Science and Technology*, 53(4–5), 125–132.

[9] Olsson, G., Nielsen, M. K., Yuan, Z., Lynggaard-Jensen, A. and Steyer, J.-P. (2005). *Instrumentation, Control and Automation in Wastewater Systems*, IWA Publishing, London, UK.

Adaptive predictive control of dissolved oxygen in biological reactors of wastewater treatment plants

Abstract: In this paper we present the adaptive predictive expert controllers and their application in dissolved oxygen (DO) control in the aerobic reactors of a wastewater treatment plant. The control system described in the paper consists of adaptive predictive expert control loops complemented by optimisation logic. The employed controllers successfully cope with the nonlinearity and the changing operating conditions of the process by predicting the evolution of the controlled variable and adapting to the changes of the process dynamics. This results in a more precise and stable DO control, which has many advantages. The complementary optimisation logic maintains the air pressure in the common collector at the lowest possible level, which permits adequate DO control and thus considerably reduces the energy consumption.

Keywords: Adaptive predictive control, wastewater treatment plants, dissolved oxygen control, energy consumption reduction.

The logo for IFAM (International Trade Fair of Automation & Mechatronics) features the letters 'IFAM' in a stylized font. The 'I' and 'A' are black, the 'F' is white with a red shadow, and the 'M' is black. The background of the entire image is a blue-toned digital circuit board pattern with a 3D robot figure on the right side.

IFAM

international trade fair of
automation & mechatronic

Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...
International Trade Fair for Automation, robotics, mechatronic,...

26.-28.01.2011

www.ifam.si

Merjenje in vrednotenje viskoznosti hidravličnega olja z on-line senzorji

Vito TIČ, Darko LOVREC

Izveček: Viskoznost hidravličnega olja je ena od pomembnejših veličin, ki jo je potrebno stalno spremljati, saj nam s spremembami svojih vrednosti daje pomembne podatke o stanju hidravlične naprave. Vrednost viskoznosti se ne spreminja samo s temperaturo, temveč tudi zaradi številnih drugih vplivov. Tako je npr. sprememba viskoznosti eden zgodnjih znanilcev povečanega staranja olja ali prisotnosti drugih kontaminantov.

V prispevku je v začetnem delu podano fizikalno ozadje viskoznosti, v nadaljevanju pa so predstavljeni najpogostejši načini merjenja viskoznosti, pri čemer je poudarek na principih, ki so primerni za uporabo v napravah za stalno, on-line spremljanje vrednosti viskoznosti. V zadnjem delu prispevka je predstavljen pomen interpretacije in ovrednotenja izmerjenih signalov in prikazana praktična vrednost on-line spremljanja viskoznosti.

Ključne besede: hidravlične tekočine, viskoznost, merjenje, obdelava signala

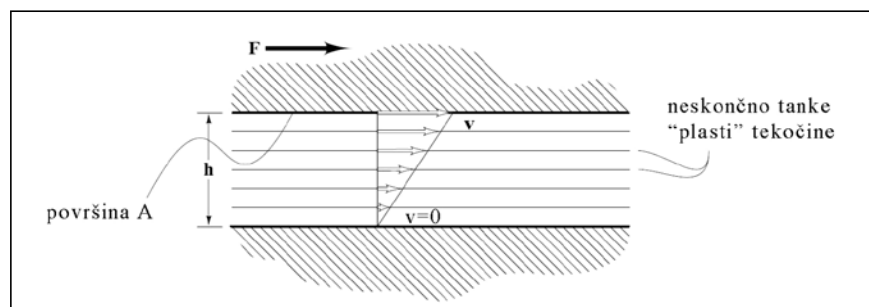
■ 1 Uvod

Mineralna olja so še vedno najpogostejše uporabljane tekočine v hidravličnih sistemih. Med obratovanjem so hidravlični sistemi podvrženi številnim negativnim pojavom, kot so povišana temperatura, trenje, obraba, vdor vode, ... Posledici teh pojavov sta običajno pospešena oksidacija oz. termična razgradnja olja ter povišana stopnja kontaminacije (tekoče ali trdne), ... kar se negativno odraža v delovanju hidravlične naprave. Za učinkovito zaznavanje teh pojavov oz. njihovih posledic je smiselno uvesti stalni, on-line nadzor stanja olja [1].

Vito Tič, univ. dipl. inž., Olma, d. d., Ljubljana
doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Viskoznost hidravličnega olja je ena od pomembnejših veličin, ki jo je potrebno stalno spremljati, saj nam s spremembami svojih vrednosti daje pomembne podatke o stanju hidravlične naprave. Pri običajnih mineralnih hidravličnih oljih viskoznost zaradi delovanja mehanizmov staranja (polimerizacija, oksidacija, formacija netopnih snovi, ...) običajno narašča, zato je eden zgodnjih znanilcev staranja olja, seveda le v primerih, če pravočasno zaznamo spremembo viskoznosti. Zaradi tega je smiselno vre-

dnost viskoznosti hidravlične tekočine ne samo stalno nadzorovati, temveč tudi spremljati trende sprememb, kar v industrijskih postopkih in obratih ponuja možnost, da se ohrani kakovost procesa, npr. s pomočjo odkrivanja lažnih sprememb v procesu in z implementiranjem povratnih zank pri nadzoru procesa. Napredne tehnologije miniaturizacije splošno odpirajo nove možnosti pri razvoju senzorjev, ne le v smislu njihove geometrijske velikosti, ampak tudi z vidika principa delovanja.



Slika 1. Tekočina med dvema premikajočima se površinama

■ 2 Fizikalno ozadje viskoznosti

Zelo pomembna lastnost, ki opisuje pretok tekočin, je viskoznost (natančneje »strižna viskoznost«) tekočine, ki jo lahko opredelimo na podlagi preprostega eksperimenta, pri katerem je testna tekočina med dvema bočno premikajočima se ploščama podvržena strižnim obremenitvam (slika 1, [2]).

Dinamična viskoznost η je fizikalno opredeljena kot razmerje med strižno napetostjo τ (ohranjanje gibanja) in gradientom hitrosti toka (strižna hitrost $\dot{\gamma}$) tekočine med dvema ploščama:

$$\eta = \frac{\tau}{\partial v_x / \partial y} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (1)$$

Viskoznost dejansko predstavlja merilo za upor tekočine proti tečenju. Njena vrednost je podana z razmerjem med delujočo strižno napetostjo in gradientom strižne hitrosti. Viskoznost je pomembna lastnost olja tudi zaradi tega, ker vpliva na mazalni film ter s tem na trenje in obrabo.

2.1 Odvisnost viskoznosti od temperature

Znano je, da se viskoznost mineralnih olj močno spreminja s temperaturo. Z naraščajočo temperaturo vrednost viskoznosti olja precej hitro upade. V nekaterih primerih se lahko ob povišanju temperature za 25 °C zmanjša tudi za približno 80 %. Z inženirskega vidika je pomembno poznati vrednost viskoznosti pri delovni temperaturi, saj ta določa debelino mazalnega filma, ki ločuje dve kontaktni površini. Viskoznost olja pri določeni temperaturi lahko izračunamo iz enačb viskoznost-temperatura ali jo določimo s pomočjo grafa ASTM viskoznost-temperatura.

V literaturi je moč zaslediti več enačb, ki opisujejo obnašanje viskoznost-temperatura. Nekatere izmed njih so povsem empirične, medtem ko druge izhajajo iz teoretičnih modelov. Najpogosteje se uporabljajo enačbe, ki so povzete v tabeli 1. Med njimi je najbolj natančna Voglova enačba. Za določitev konstant iz te enačbe so

Tabela 1. Enačbe, ki opisujejo odvisnost viskoznosti od temperature [3]

Ime	Enačba	Opis
Reynolds	$\eta = b \cdot e^{-aT}$ (2)	ena izmed prvih enačb; natančna le za omejeno temperaturno območje
Slotte	$\eta = \frac{a}{(b + T)^c}$ (3)	razumna; uporabna pri numeričnih analizah
Walther	$(\nu + a) = b \cdot d^{1/T^c}$ (4)	osnova za graf ASTM viskoznost-temperatura
Vogel	$\eta = a \cdot e^{b/(T-c)}$ (5)	najbolj natančna; zelo koristna v tehniki

kjer črke v enačbah predstavljajo: a, b, c, d – konstante, ν – kinematična viskoznost [m^2/s], T – absolutna temperatura [K].

potrebne tri meritve viskoznosti pri različnih temperaturah.

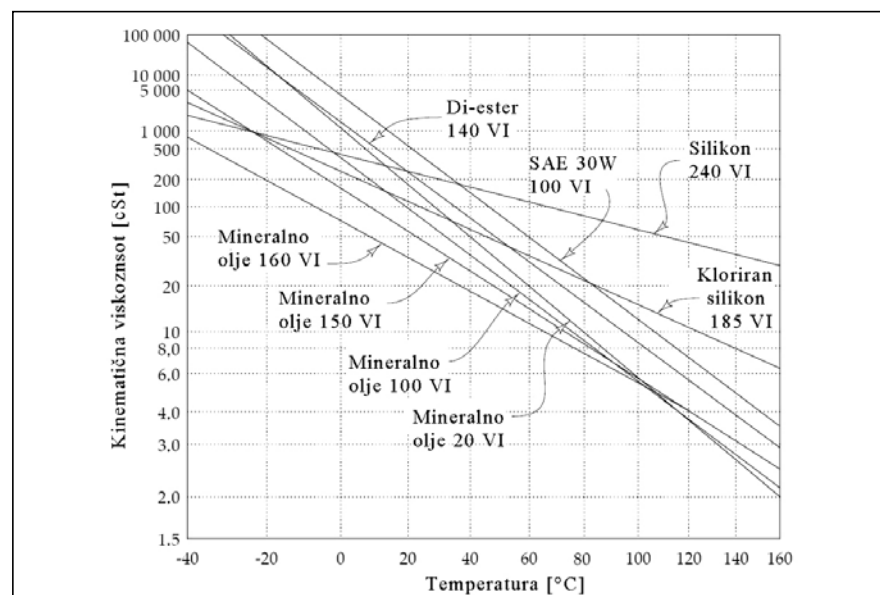
Pogosto se za določanje viskoznosti pri določeni oziroma delovni temperaturi uporablja diagram ASTM (American Society for Testing Materials – ASTM D341), ki je v celoti empiričen in temelji na Waltherjevi enačbi iz tabele 1 – enačba 4:

$$(\nu + a) = b \cdot d^{1/T^c}$$

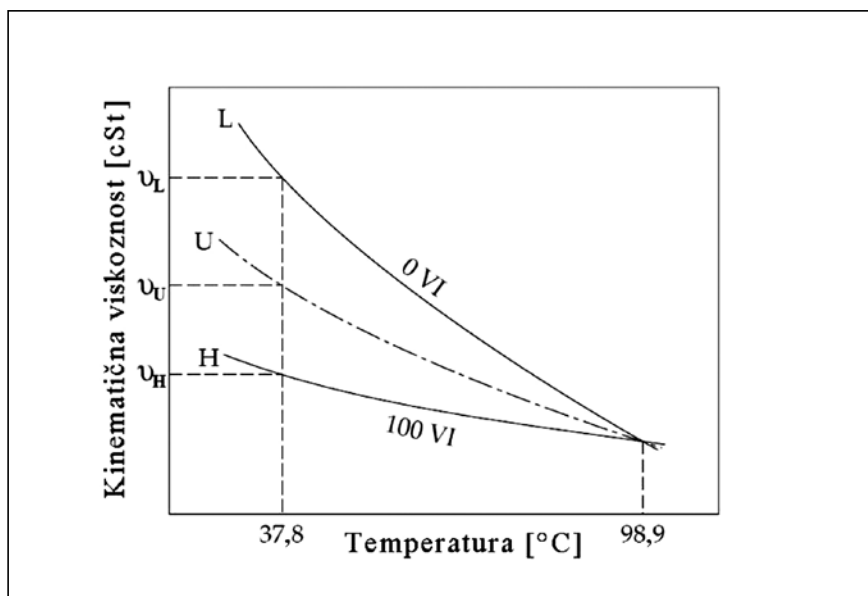
Čprav diagram temelji na tej enačbi, določene parametre v njej predpostavlja oziroma poenostavlja. Kljub temu

je diagram ASTM dokaj natančen in zelo dobro opisuje viskoznost mineralnih in sintetičnih olj v normalnih obratovalnih pogojih. Primer diagrama ASTM je prikazan na sliki 2.

S slike 2 je razvidno, da imajo različna olja tudi različni naklon premice v diagramu ASTM. Že leta 1920 je bilo znano, da so bila t. i. pensilvanska bazna olja boljše od teksaških. Pensilvanska bazna olja so imela najboljše viskozno-temperaturne karakteristike, medtem ko so imela teksaška najslabše, saj se je njihova viskoznost močno spreminjala s temperaturo. Z vidika tehnike se je pojavila potreba po parametru, ki bi za določeno olje natančno opisoval odvisnost vi-



Slika 2. Diagram ASTM – odvisnost viskoznosti od temperature za različna olja



Slika 3. Ocenjevanje indeksa viskoznosti

skočnosti od temperature. Leta 1929 je bil vpeljan indeks viskoznosti. Ta parameter je povsem empiričen in primerja določeno vrsto olja z dvema referenčnima oljema, katerih viskoznost je zelo različno občutljiva glede na temperaturo. Referenčni olji sta bili izbrani tako, da ima eden od njiju indeks viskoznosti enak 0, drugi pa 100 pri temperaturi 100 °F (37,8 °C), pri temperaturi 210 °F (98,89 °C) pa imata enako viskoznost kot olje, ki mu določamo indeks viskoznosti. To prikazuje *slika 3*.

Ker sta imeli pensilvansko in teksaško olje enako viskoznost pri 210 °F (98,9 °C), sta bili sprva izbrani kot referenčni olji. Baznemu olju iz Pensilvanije je bil dodeljen indeks viskoznosti 100, teksaškemu pa 0. Indeks viskoznosti lahko izračunamo z naslednjo enačbo:

$$VI = \frac{(L-U)}{(L-H)} \cdot 100 \quad (6)$$

Tako se kinematična viskoznost opazovanega olja najprej izmeri pri temperaturi 40 °C in nato pri 100 °C. Nato se iz tabele ASTM D2270 (glej npr. [3]) določita parametra L in H glede na viskoznost opazovanega olja pri 100 °C. Ko se podatki vstavijo v enačbo (6), nam ta poda indeks viskoznosti opazovanega olja.

Indeks viskoznosti je inverzni parameter za zmanjšanje viskoznosti

s temperaturo olja. Visok indeks viskoznosti pomeni, da ima olje boljše viskozno stabilnost pri temperaturnih spremembah. Indeks viskoznosti večine rafiniranih mineralnih olj na tržišču je približno 100, medtem ko imajo multigradna in sintetična olja višji indeks viskoznosti, približno 150.

2.2 Odvisnost viskoznosti od tlaka

Znano je, da se viskoznost maziv povečuje s tlakom. Pri tlakih, precej višjih od atmosferskega, je ta učinek za večino maziv znatno večji kot učinek temperature ali striga. To je zlasti pomembno v triboloških sistemih, kjer prihaja do močno koncentriranih obremenitev površin, npr. v kotalnem ležaju ali v stiku zobniških dvojic. V takšnih primerih je lahko tlak tako velik oz. se lahko stopnja tlaka tako hitro poveča, da se mazivo obnaša kot trdno telo in ne kot tekočina [3].

V literaturi lahko zasledimo več različnih enačb, ki opisujejo odnos med tlakom in viskoznostjo maziva. Nekatere so zelo natančne, še posebej pri nizkih tlakih, medtem ko so druge precej zapletene in za prakso neuporabne. Najbolj znana (in uporabna) enačba za izračun viskoznosti maziva pri zmernem tlaku je Barusova enačba. Uporaba te enačbe je omejena, in sicer pri tlakih nad 5000 bar lahko privede do velikih napak.

Enačba je še toliko bolj nezanesljiva pri višjih temperaturah. Barusovo enačbo zapišemo:

$$\eta_p = \eta_0 e^{\alpha p} \quad (7)$$

kjer je:

η_p – viskoznost pri tlaku p [Pas],

η_0 – viskoznost pri atmosferskem tlaku [Pas],

α – koeficient tlak-viskoznost [m^2/N],

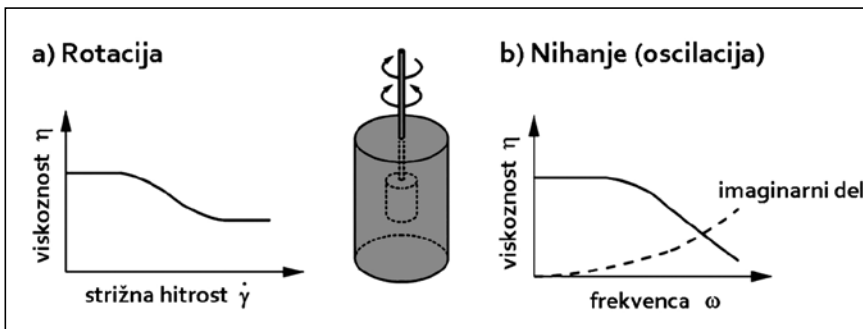
p – tlak [Pa].

3 Principi merjenja viskoznosti

Tako definirano viskoznost (kot je že predlagal Newton) je mogoče meriti neposredno z laboratorijskimi instrumenti, ki na nek način povzročajo strižno deformacijo na tekočino in pri tem merijo potreben navor (ali obratno: povzročajo navor in pri tem merijo rezultirajočo strižno deformacijo). Takšni merilni instrumenti navadno uporabljajo bodisi kontinuirano/stalno rotacijsko gibanje (izognitev dolгим vzdolžnim premikom, ki bi jih zahtevala preprosta meritev z bočno drsečima ploščama) ali nihajoče rotacijsko gibanje. Kot je opredeljeno v enačbi (1), je (izmerjena) viskoznost v večini primerov odvisna od obratovalnih parametrov, npr. delujoče strižne hitrosti. Preprost merilni instrument za merjenje viskoznosti, ki ga sestavlja vrtljiv valj, potopljen v viskozno tekočino, je shematsko prikazan na *sliki 4*. S pomočjo elektromotorja poganjamo valj, da dosežemo stalno rotacijsko gibanje ali rotacijsko nihanje.

Pri stalnem vrtenju je razmerje med dovedenim navorom in vrtilno hitrostjo povezano z viskoznostjo tekočine. Za t. i. newtonske tekočine to razmerje, ki opisuje viskoznost tekočine, ni odvisno od doseženih vrtljajev oz. – v smislu opredelitve enačbe (1) – viskoznost ni odvisna od strižne hitrosti, tj. $\eta = \text{konst}$.

Pri nihajočih (vibracijskih) meritvah bi valj opravljal npr. sinusna nihanja, kjer bi se razmerje (podobno kot prej) med dovedeno amplitudo navora in amplitudo kotne hitrosti lahko uporabilo kot merilo za viskoznost tekočine. Zgoraj opisano nelinearno



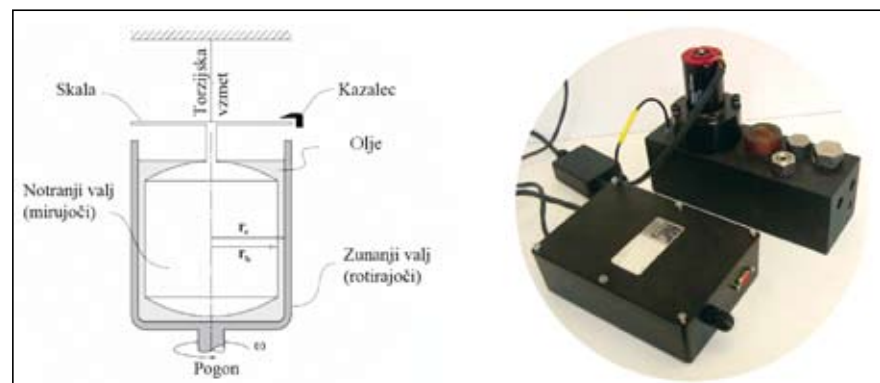
Slika 4. Osnovna principa merjenja viskoznosti: vrtilna in vibracijska (niha-joča) metoda

obnašanje bi v tem primeru pomenilo, da je izmerjena viskoznost odvisna od amplitude kotne hitrosti in navora. Poleg tega se lahko pojavi druga vrsta t. i. nenenewtonskega obnašanja tekočine: izmerjena viskoznost je lahko odvisna od frekvence, uporabljene pri sami meritvi.

Podrobnejši pogled nam razkrije, da se lahko pojavi tudi fazni zamik med signalom navora in signalom kotne hitrosti, kar dejansko predstavlja začetek elastičnega obnašanja tekočine. Ta pojav se pogosto označuje kot viskoelastično obnašanje in se lahko modelira s prilagojenim osnovnim kompleksnim zapisom, kjer imaginarni del viskoznosti predstavlja elastični del (po analogiji pride do podobnega pojava, ko ohmski upor dopolnimo z dodatnim kapacitivnim delom). Z vidika teorije sistemov tovrstno nenenewtonsko obnašanje tekočin ustreza linearnemu popačenju v odzivu sistema. Pri višjih frekvencah se lahko zgodi tudi nasproten pojav, npr. pretežno elastično obnašanje, pri katerem lahko skupna stisljivost tekočine kaže prispevke viskoznosti, pri čemer predstavlja koeficient stisljivosti imaginarni del, ki ustreza t. i. skupni viskoznosti tekočine. V nasprotju s strižno viskoznostjo je skupna viskoznost težko merljiva in nima posebne vloge pri analizi tekočin, zato je pogosto zanemarljena. V splošnem se lahko pojavijo tako linearni kot tudi nelinearni učinki, ki včasih vodijo do zapletenega nenenewtonskega obnašanja tekočin. V reologiji takšno obnašanje postavlja zanimiva vprašanja (na področju raziskav glej za dodatne informacije npr. [4]).

Na teh principih delujoči rotacijski viskozimetri so sicer robustni, a manj

pogosti v uporabi. Kot je bilo omenjeno, temeljijo na načelu, da viskoznost merjene tekočine povzroča upor med dvema premikajočima se površinama. Na trdno rotirajoče telo, potopljeno v tekoči ali poltrdni vzorec, deluje zaviralna sila, ki je premo sorazmerna z viskoznostjo vzorca. V teh viskozimetrih ena od površin miruje, medtem ko se druga vrti, prostor med njima pa zapolnjuje merjena tekočina (slika 5, levo).



Slika 5. Princip delovanja rotacijskega viskozimetra (levo) in industrijski on-line viskozimeter [5]

Meritve se izvajajo bodisi pri konstantnem navoru, ko viskoznost vpliva na spremembo hitrosti vrtenja, bodisi pri konstantni hitrosti, ko viskoznost vpliva na spremembo navora. Primer takšnega industrijskega on-line viskozimetra prikazuje slika 5 (desno).

3.1 On-line senzorji za merjenje viskoznosti

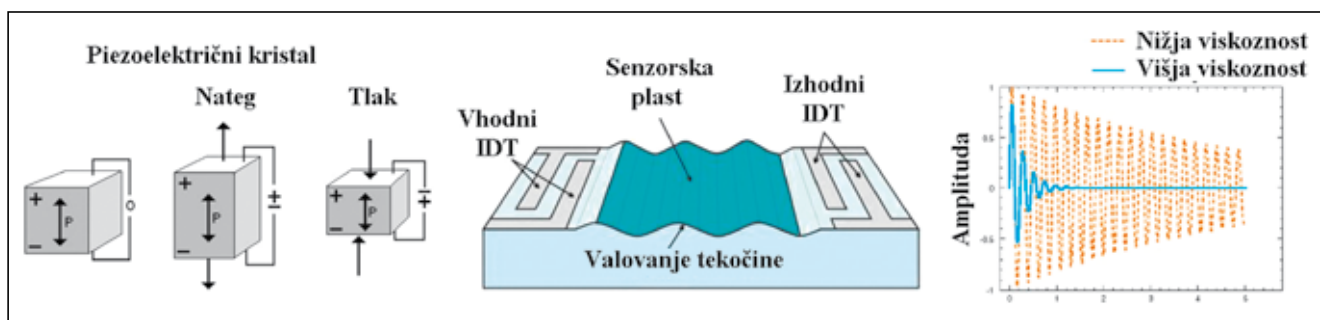
Večina današnjih on-line senzorjev viskoznosti, primernih za vgradnjo v hidravlične sisteme, temelji na principu delovanja piezoelektričnih kristalov, ki ob prisotnosti električnega toka oz. napetosti spremenijo svojo obliko. Tako se piezokristal v vlogi aktuatorja pod vplivom pozitivne-

ga električnega naboja razteza, pod vplivom negativnega električnega naboja pa krči. Vrsta takšnih kristalov je združena v t. i. interdigitalni pretvornik IDT (Interdigital Transducer), ki pretvori oscilirajočo vzbujevalno električno napetost v valovanje tekočine. Amplituda valovanja se s časom oz. potjo tekočine manjša v odvisnosti od njene viskoznosti. V primeru višje viskoznosti bo valovanje tekočine dušeno močnejše kot v primeru nižje viskoznosti. Amplitudo valovanja zaznava druga senzorska plast, ki prav tako temelji na delovanju piezoelektričnih kristalov, le da so v tem primeru kristali v vlogi generatorjev. Piezoelektrični kristal je lahko tudi generator, ki pod vplivom natezne obremenitve oddaja pozitivno električno napetost, pod vplivom tlačne obremenitve pa negativno napetost. Delovanje ponazarja slika 6. Opisani merilni princip je zelo občutljiv na kontaminacijo površine

in tvorbo oblog, kar je pogost problem večine današnjih izvedb tovrstnih senzorjev.

3.2 Umerjevalna krivulja viskoznosti

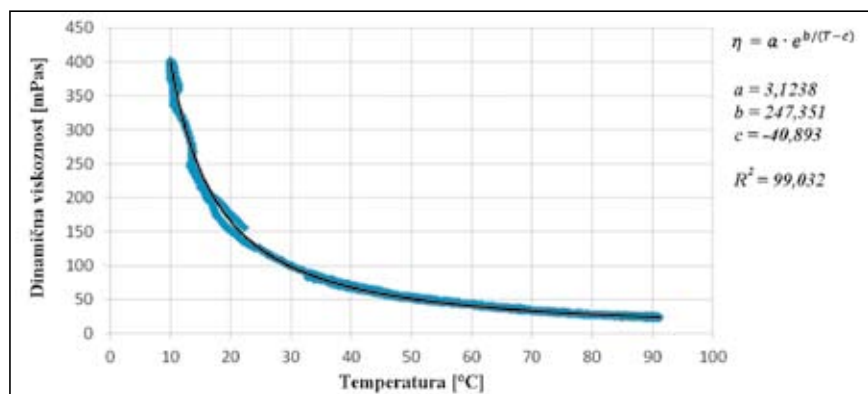
Kot je bilo že omenjeno, se viskoznost hidravličnega olja spreminja s tlakom in temperaturo. Ker potekajo meritve pri relativno nizkih in konstantnih tlakih, lahko vpliv tlaka zanemarimo. Nikakor pa ne smemo zanemariti vpliva temperature. Z naraščanjem temperature namreč viskoznost močno upada. Da bi natančneje določili spremembo viskoznosti hidravličnega olja v njegovi uporabi, je smiselno posneti



Slika 6. Merjenje viskoznosti na principu delovanja piezokristalov

izhodiščno, t. i. umerjevalno krivuljo, ki prikazuje odvisnost med temperaturo in viskoznostjo.

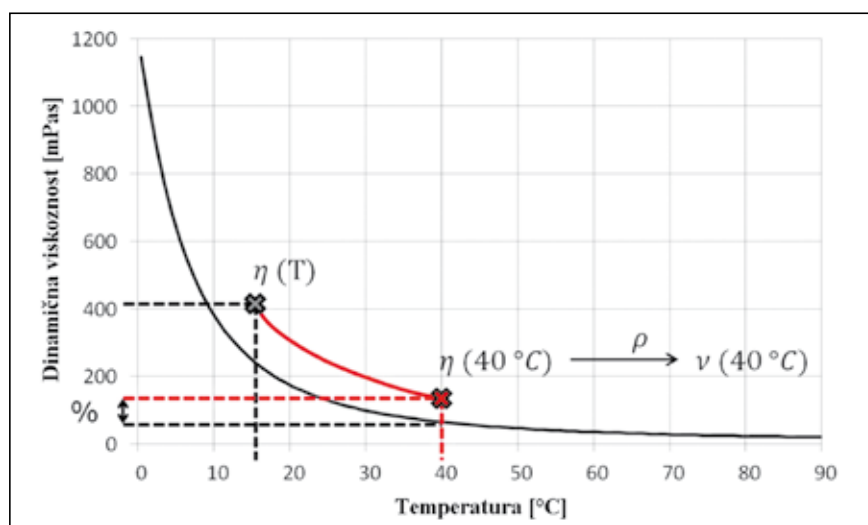
Umerjevalna krivulja viskoznost-temperatura je bila v našem primeru posneta s senzorjem, delujočim na IDT-principu, in sicer v temperaturnem območju med 10 in 90 °C za primer najpogosteje uporabljane vrste hidravličnega mineralnega olja. Množico pridobljenih merilnih točk je po izvedenih meritvah potrebno še matematično oz. statistično ovrednotiti glede na znane enačbe, ki opisujejo odvisnost viskoznosti od temperature – glej tabelo 1, enačbe 2 do 5.



Slika 7. Umerjevalna krivulja hidravličnega olja HM oz. HLP z znano kinematično viskoznostjo

Eno izmed takšnih eksperimentalno dobljenih umerjevalnih krivulj ter določitev koeficientov a , b in c (Voglova enačba – enačba 2) za mineralno hidravlično olje kvalitetnega nivoja HM oziroma HLP in z znano kinematično viskoznostjo prikazuje slika 7. Kvaliteta pridobljene umerjevalne krivulje (funkcije) je podana z determinacijskim koeficientom R^2 .

Potrebno je pripomniti, da on-line senzori ne morejo zagotoviti tako natančne meritve viskoznosti, kakršno lahko dosežemo v laboratorijskih razmerah. Bolje rečeno: senzori viskoznost zgolj le ocenjujejo ter običajno podajo informacijo v obliki dinamične viskoznosti pri merjeni temperaturi $\eta(T)$. Da bi spremembo viskoznosti ocenili kar se da natančno, je najprej smiselno preračunati izmerjeno dinamično viskoznost pri merjeni temperaturi $\eta(T)$ na dinamično viskoznost pri 40 °C $\eta(40)$. Šele nato lahko ocenimo povišanje viskoznosti, bodisi v odstotkih (kjer predpostavimo, da se gostota olja ni spremenila) bodisi s pomočjo preračuna v kinematično viskoznost – slika 8.

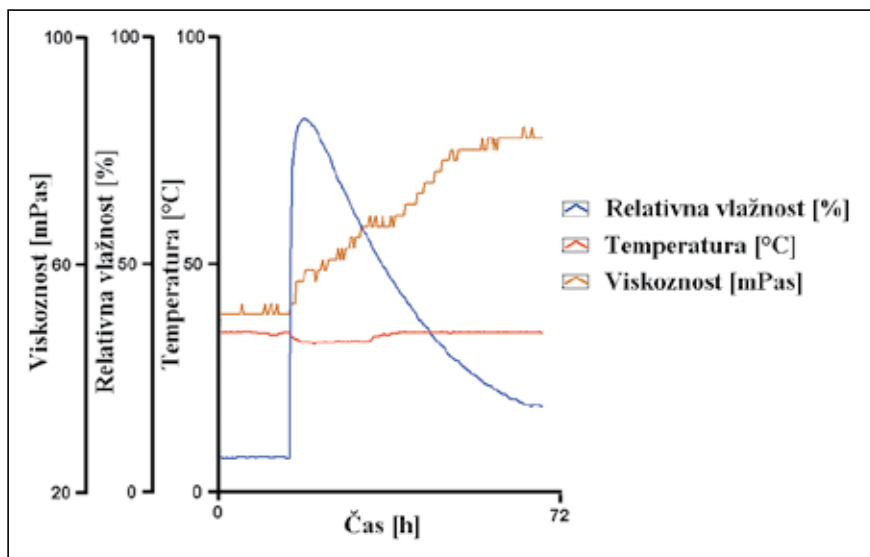


Slika 8. Umerjevalna krivulja viskoznost-temperatura za določen tip olja in meritev viskoznosti

■ 4 On-line spremljanje viskoznosti v praksi

Za on-line spremljanje viskoznosti poleg sensorja običajno potrebujemo še ustrezno opremo za zajem, ovrednotenje, prenos in prikaz podatkov [6]. Na ta način lahko detektiramo in beležimo zgodovino oz. trend sprememb ter s tem zaznamo bodisi postopno naraščanje viskoznosti zaradi mehanizmov staranja bodisi nenadno

spremembo viskoznosti olja (dolitje olja drugačne viskoznosti). Pri tem je potrebno upoštevati metodo, ki je osnova delovanja sensorja. Zaradi samega principa merjenja lahko namreč senzor v danem trenutku poda napačne, celo zavajajoče vrednosti, npr. pri kontaminaciji olja z vodo, kot to prikazuje slika 9. Tako je za natančno ovrednotenje stanja olja ključnega pomena meriti (zaznavati, poznati) čim več parametrov hkrati.



Slika 9. On-line meritev – sprememba dinamične viskoznosti pri kontaminaciji hidravličnega olja z vodo

Še bolje je imeti na voljo celotno zgodovino oz. trend sprememb od začetka polnitve stroja. Ne smemo pa pozabiti, da imata velik vpliv na meritev tudi mesto namestitve senzorja kot tudi sama pravilna namestitve [6, 7].

■ 5 Zaključek

Viskoznost predstavlja eno izmed ključnih lastnosti hidravličnega olja in jo je potrebno vso uporabno dobo ohranjati na določeni vrednosti. Periodične laboratorijske meritve viskoznosti so vsekakor natančnejše, vendar imajo svojo pomanjkljivost – informacijo o viskoznosti podajajo le za vsak časovni interval, med katerim pa se lahko viskoznost že krepko spremeni. V nasprotju pa nam on-line senzorji viskoznosti podajajo bolj ohlapno informacijo o viskoznosti, je pa njihova prednost v tem, da je ta informacija na voljo 24 ur na dan, 365 dni v letu. Poleg tega, da lahko zaznamo trenutno poslabšanje

viskoznosti, tudi npr. dolitje neustrezne tekočine, ... nam sodobni SCADA-sistemi beležijo tudi zgodovino in trend sprememb, kar lahko postane močno diagnostično orodje za ocenjevanje stanja izrabljenosti olja [7].

Literatura

[1] V. Tič, M. Kambič, D. Lovrec: Uporabnost sistemov za on-line spremljanje stanja hidravličnih

olja, SLOTRIB '10, zbornik predavanj Posvetovanja o tehnični diagnostiki, mazivih in alternativnih gorivih; Ljubljana, 2010; str. 227–240.

- [2] J. Kuntner, G. Stangl, B. Jakoby: Characterizing the rheological behavior of oilbased liquids: Microacoustic Sensors Versus Rotational Viscometers, 2005. IEEE Sens. J., 5 (5): 850–856.
- [3] G. W. Stachowiak, A. W. Batchelor: Engineering Tribology, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, 2001; ISBN 0-7506-7304-4.
- [4] C. Macosko (1994): Rheology: Principles, measurements and applications. Poughkeepsie, 1994, NY: Wiley-VCH. ISBN: 0-471-18575-2.
- [5] Caledonia Instrumentation Systems Ltd.: Rotational Viscometer, prospekt 2009.
- [6] M. Kambič, V. Tič, D. Lovrec: Mehanizmi spreminjanja in on-line nadzor stanja hidravlične tekočine, Fluidna tehnika 2009, zbornik prispevkov; Maribor, 2009; str. 103–116.
- [7] V. Tič, D. Lovrec: Avtonomni inteligentni sistem za oddaljeno spremljanje stanja hidravličnih olj, InfoKomTeh 2010, zbornik prispevkov; Ljubljana, 2010.



Operacijo delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 1. razvojne prioritete: Spodbujanje podjetništva in prilagodljivosti, prednostne usmeritve 1.1.: Strokovnjaki in raziskovalci za konkurenčnost podjetij.

Measurement and evaluation of hydraulic oil viscosity using on-line sensors

Abstract: Viscosity of a hydraulic oil is one of the most important parameters, which should be monitored continuously, since changes in its value can reveal relevant information about the condition of the hydraulic device. Viscosity does not only change with temperature, but also with many other factors. Thus, this is i.e. one of the early indicators of increased oil aging or presence of other contaminants. Physical background of viscosity is presented in the introductory part of the article, followed by the presentation of the most common principles to measure viscosity, with emphasis on those that are suitable for use in devices for continuous, on-line monitoring of viscosity. The last part of the article presents the significance of interpretation and evaluation of measured signals and shows the practical value of on-line monitoring of viscosity.

Keywords: hydraulic fluid, viscosity, acquisition, signal processing

Robotska strega varilnega robota

Tomaž LASIČ

Razlogov za uporabo robotov v industriji je lahko več. Najpogosteje se omenja produktivnost, znižanje stroškov in kvaliteto. Zelo pomemben razlog pa je lahko tudi izboljšanje delovnega okolja in zdravje pri delu, ki posredno pripomoreta k dvigu produktivnosti, znižanju stroškov in dvigu kvalitete. Robot, ki lahko nosi težka bremena in hkrati opravlja še različne operacije, je lahko idealna razširitev robotskih sistemov za varjenje in tudi druge procese. V opisani aplikaciji smo dodali obstoječi robotski varilni celici strežnega robota. Strežni robot je prevzel funkcijo pobiranja elementov s vhodne palete, brušenje in zlaganje zvarjenih stebrov na izhodno paleto.

1 Uvod

Mednarodna organizacija IFR (International Federation of Robotics) je izvedla raziskavo, s katero je ugotovila 10 najpogostejših vzrokov za uvedbo robotov v proizvodnjo. Na osnovi te raziskave je ABB pripravil predstavitev konkretnih projektov [1]. Ti vzoki so:

1. znižanje stroškov,
2. izboljšanje kvalitete in ponovljivosti izdelkov,
3. izboljšanje delovnega okolja,
4. dvig produktivnosti,
5. izboljšanje prilagodljivosti proizvodnje,
6. zmanjšanje izmeta,
7. skladno z varnostnimi standardi, večja varnost in zaščita zdravja,
8. zmanjšanje menjave zaposlenih in lažje zaposlovanje,
9. zmanjšanje vezanega kapitala (oprema, polizdelki),
10. prihranek dragih proizvodnih prostorov.

V primeru opisanega projekta je bilo izboljšanje delovnega okolja in zaščita zdravja med važnejšimi razlogi za investicijo.

Tomaž LASIČ, ABB, d. o. o., Ljubljana



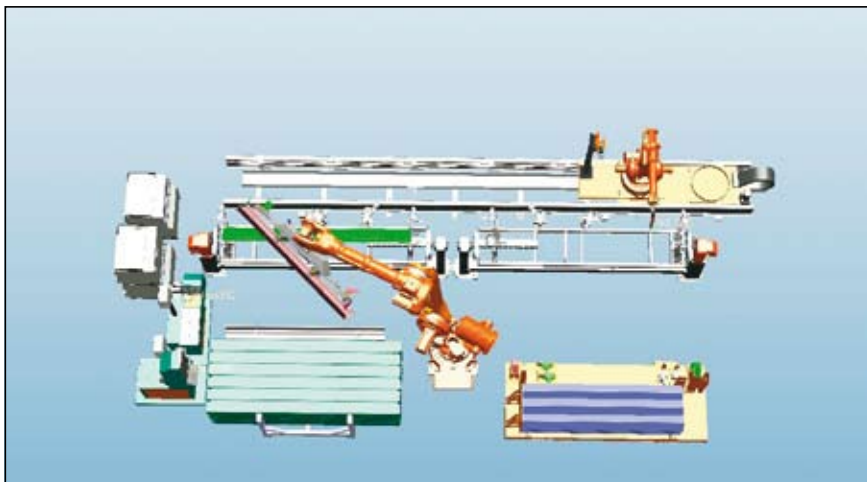
Slika 1. Robotska celica za proizvodnjo stebrov

2 Izdelava kotnega stebra

V podjetju Arcont, d. d., proizvajajo bivalne kontejnerje. Izdelek, ki se proizvaja na tej robotski celici (*slika 1*), je kotni steber. Teža stebra je 30–40 kg, za višje dimenzije, ki se ne proizvajajo na tej celici, lahko tudi več. Stebri so dolgi 2300–2700 mm in so zvarjeni iz petih polizdelkov. Po varjenju je potrebno vare še obrusiti.

Že pred leti je bilo vpeljano robotsko

varjenje stebrov. Varilni robot je postavljen na tračno progo. Ob progi sta montirani dve pozicionirni mizi, na katerih robot izmenoma vari stebre. Brušenje se je izvajalo ročno. Največjo težavo je zaradi teže povzročala manipulacija stebrov – tako vlaganje elementov stebra v vpenjalno napravo kot tudi dvigovanje stebrov po končanem varjenju. Nato je bilo potrebno steber premakniti na nosilec za brušenje, ga obrusiti in zopet preložiti na transportni



Slika 2. Tloris celice

voziček. Poizkusili so uporabljati ročni manipulator, vendar rešitev ni bila zadovoljiva. Pri delu je prihajalo do poškodb in potrebno je bilo najti primernejšo in zdravju manj škodljivo rešitev.

■ 3 Nova aplikacija

Rešitev smo našli v dograditvi obstoječe varilne celice. Obstoječi varilni robot s tračno progo in pozicionirnim mizama je ostal nespremenjen. Izdelani sta bili novi pnevmatski varilni orodji, ki omogočata vlaganje z robotom in avtomatsko vpenjanje. Pred tem je bilo vpenjanje ročno.

Dodan je bil robot IRB 6640 za strego s sledečimi funkcijami:

- pobiranje elementov z vhodne palete,
- vlaganje elementov v varilno orodje,
- pobiranje zvarjenega stebra,
- brušenje stebra,
- odlaganje končanih stebrov na paleto,
- krmiljenje celotnega sistema, vključno z varilnim orodjem.

Načrtovanje in programiranje aplikacije je bilo izvedeno z ABB-simulacijskim orodjem RobotStudio. Na ta način smo lahko našli rešitve za izvedbo prijemala, ki je moralo pokriti celoten cikel, od prijemanja izdelka na vhodni paleti, vlaganja polizdelkov in brušenja do odlaganja končnega izdelka na paleto za odvoz. Določena je bila pozicija vseh elementov na vhodni paleti. Preverjeno je bilo delovanje varilne

naprave z odpiranjem in zapiranjem cilindrov.

Proizvodni cikel

Operater preko robotskega panela na strežnem robotu izbere željeni izdelek. Strežni robot nato varilnemu robotu posreduje izbrani izdelek. Z vhodne palete prime profil stebra. Prijem je vakuumski ali mehanski, odvisno od lege trenutnega profila na vhodni paleti. Profil stebra vloži v varilno napravo. Nato prime zavarjeni vogalni element, ki se nahaja na varilnem orodju, in ga vloži v profil stebra. Na vhodni paleti so pripravljene še L-profilu in ploščice za izdelavo vogalnega elementa. Prijemalo lahko hkrati prime ploščice in L za obe strani stebra in jih vloži v gnezdo za varjenje kotnega elementa na varilnem orodju. Po končanem vlaganju krmilnik robota krmili vpenjanje varilne naprave.

Varilni robot začne z varjenjem stebra med tem, ko se strežni premakne na drugo pozicionirno mizo in nese zavarjeni steber na



Slika 3. Robot ABB IRB 6640

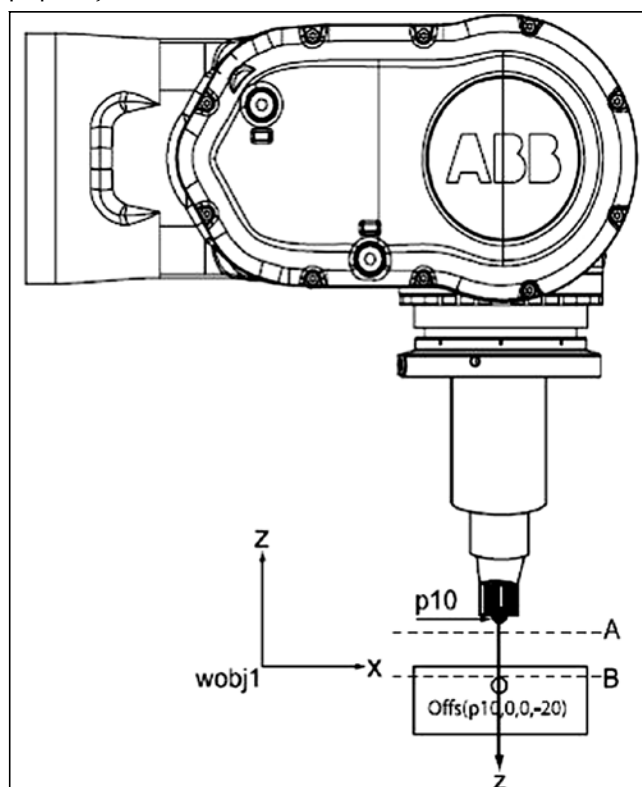
brušenje. Po brušenju stebre odloži na paleto.

■ 4 ABB-robot IRB 6640

Za strego je bil izbran robot IRB 6640 z nosilnostjo 130 kg in dosegom 3,2 m.

Robotu so bile dodane dodatne funkcije, ki so omogočale lažjo izdelavo aplikacije. Med njimi so:

- SoftMove – omogoča kontrolirano podajnost robota,
- Remote Service – daljinski nadzor robota preko GSM,



Slika 4. Podajnost robota s SoftMove



Slika 5. Varovanje področja gibanja z EPS

- EPS-nadzor varnostnega območja robota.

SoftMove

ABB-jevi roboti imajo že vrsto let možnost podajnosti robota po oseh, tako imenovan SoftServo. SoftMove omogoča bistveno več. Podajnosti lahko natančno določimo v zeleno smer. S pomočjo parametrov nastavimo trdoto in dušenje podajnosti. Ta funkcija je bila izkoriščena pri brušenju stebra.

Varovanje EPS

EPS (Electronic Position Switch) je elektronska varianta določanja signalov v odvisnosti od pozicije osi robotov. Princip je podoben kot pri klasičnih elektromehanskih stikalih, le da tu varnostni krmilnik kontrolira vseh šest osi. EPS ne zaustavi robota direktno, temveč je potrebno varnostne signale iz EPS-kartice povezati na varnostni rele.

Remote Service

Robot spremlja in zapisuje stanje robota. Občasno se izvede tudi testni program, ki ugotavlja mehansko delovanje vsake posamezne osi robota. Sistem analizira delovanje in morebitne nepravilnosti preko vgrajenega oddajnika GSM pošlje v centralni server. Odvisno od nastavitve se alarmi-

ra zadolženi serviser, ki se odzove še pred pojavom okvare. Na ta način se zelo zmanjša izpad proizvodnje.

■ 5 Univerzalno prijemalo

Pri načrtovanju prijemal je bilo potrebno upoštevati več dejavnikov: od nosilnosti, načina prijema, različnih tipov elementov do čim krajšega cikla. Kot način prijema sta bila izbrana vakuum in mehanski prijem. Mehanski prijem je uporabljen tam, kjer je možna površina za prijem majhna, in še posebej za brušenje, kjer je treba zagotoviti natančen in trden prijem. Vakuum je uporabljen tam, kjer mehanski prijem ni bil dostopen.

Prijemalo je sestavljeno iz mehanske-

ga prijemala stebra. Zaradi nedostopnosti pri prijemu z vhodne palete in za vlaganje določenih stebrov na izhodno paleto je bilo dodano vakuumsko prijemalo za steber. Na straneh sta dodani dve mehanski prijemali L-profila in dve vakuumski prijemali za ploščice. Tako lahko robot hkrati nese vse elemente za izdelavo dveh kotnih elementov stebra in tako prihrani na času.

■ 6 Brušenje

Brušenje stebrov je potrebno zaradi odvečne debeline vara na koncu stebra in ob straneh, kjer pride do deformacije zunanje vidne površine. Deformacija nastane zaradi prevara z notranje strani stebra. Za brušenje se uporabljata dva tračna brusna stroja. Grobo brušenje se izvaja na koncu stebra, fino, ki ima le estetsko funkcijo, pa s strani. Robot zagotavlja enakomeren pritisk stebra na brusni trak s funkcijo SoftMove.

■ 7 Od varjenja do lakiranja

Izdelava vogalnega stebra je sedaj precej robotizirana. Na vstopni točki v tovarno pridejo polizdelki, ki jih v robotski celici, opisani v tem prispevku, najprej zavarijo.

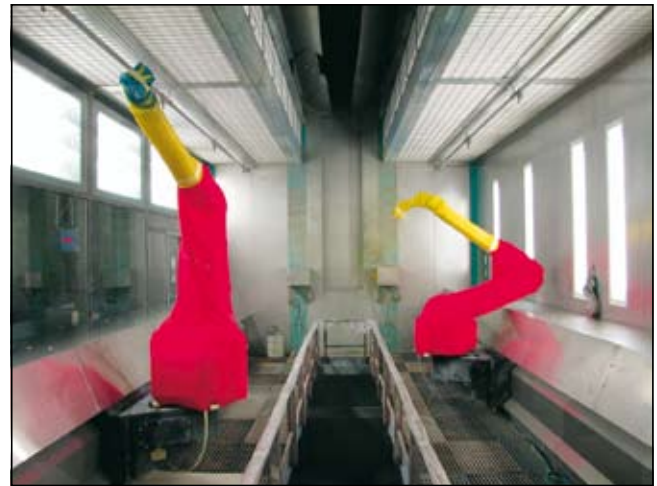
V isti celici se stebri obrusijo in zložijo na paleto. Paleto zavarjenih stebrov prepeljejo do transportnega sistema lakirnice. Tu stebre najprej očistijo in v potopnih kadeh nanesejo prvi zaščitni sloj. Na koncu pa jih robota pobarvata v zeleni barvi.



Slika 6. Univerzalno prijemalo



Slika 7. Varjenje stebra



Slika 8. Lakirna robota v podjetju Arcont

V proizvodni cikel so sedaj vključeni štirje roboti, prvi za varjenje, drugi za strego in brušenje in dva za lakiranje.

■ 8 Zaključek

Roboti niso le primerni tam kjer je potrebna večja produktivnost.

Človeku lahko pomagajo tudi pri težkih, zdravju škodljivih opravilih in tako izboljšajo delovno okolje. Strežni robot je razbremenil operaterja težkega dela. Robotizirano brušenje na tračnem brusilnem stroju je omogočilo bolj natančno brušenje in s tem dvig kvalitete izdelka.

Literatura

- [1] 10 good reasons to invest in robots; www.abb.com/robotics.
- [2] Compliant and floating at the same time; www.abb.com/robotics.
- [3] www.abb.com/robotics.

The Sharp Generation
Industrijski robot IRB 2600

www.abb.com/robotics

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

Power and productivity
for a better world™

Trendi tehnološkega razvoja

Janez ŠKRLEC

Čeprav je težko napovedati prihodnost, vseeno že danes obstajajo zelo zanimive smernice tehnološkega razvoja. Za izhodišče lahko upoštevamo poročilo svetovnega gospodarskega foruma, ki pravi, da bodo glavna področja za razvoj tehnologij prihodnosti: zdravje, učinkovita proizvodnja in raba energije, novi viri energije ter izjemen razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologij.

Zdravje kot področje so na forumu razdelili na diagnostiko bolezni v zgodnji fazi (IT, mapiranje genoma), osredotočeno doziranje zdravil v raskaste oziroma obolele celice (nanotehnologije), učinkovito zdravljenje bolezni (regeneracija celic, biomehatronika z inteligentno protetiko in vsadki) ter sodobno proizvodnjo in pridelavo zdrave hrane ter različnih živil. Na področju *energije* je poudarek na učinkoviti rabi sončne energije, učinkovitem čiščenju vod, nuklearni fuziji, zmanjšanju porabe fosilnih gradiv, razgradnji in zmanjšanju ogljikovega dioksida v zraku. Na področju *informacijskih tehnologij* (IKT) je poudarek na socialnih mrežah, izmenjavi znanja in izkušenj med podjetji v realnem času, varnosti sistemov IKT in večpredstavnosti. Kot panoge prihodnosti so posebej izpostavljene: interdisciplinarne tehnologije, čezmejno sodelovanje, biotehnologija, novi materiali, nanotehnologije, IKT ter veliko prepletanje tehničnih in družboslovnih znanosti. Seveda pa našo tehnološko prihodnost napovedujejo tudi multinacionalke, ki imajo za to posebej usposobljene ekipe, ki skušajo identificirati tehnologije z velikimi možnostmi rasti, prepoznati pomembne tehnološke preboje in predvideti prihodnje potrebe svojih strank še zlasti po novih izdelkih. Multinacionalke se namreč zavedajo

Janez Škrlec, inženir mehatronike, predsednik Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS

pomembnosti odkrivanja obetavnih zamisli, novih pristopov že na zgodnji stopnji načrtovanja postopkov, gradnje in inovativnih usmeritev. Velik izziv pomeni naraščanje prebivalstva. Če se zazremo nekoliko v prihodnost, pridemo do skrb vzbujajočega podatka, da bo leta 2030 na zemlji živelo že skoraj 8 milijard ljudi, od tega čez 90 odstotkov v mestih. To bo človeštvo postavilo v težko preizkušnjo, kako pokriti energetske potrebe, ogrevanje in preskrbo z drugimi viri energije ter kako vzpostaviti učinkovito komunikacijo in nadzor nad vsemi sistemi. Nekaj smeri razvoja lahko napovemo že danes: soočenimi bomo z večpredstavnostnimi tehnologijami, vsepovsodnimi komunikacijami in mrežnim povezovanjem podatkov, informacij in znanja, ki bodo trajno vplivali na naše življenje v službi, doma, v industriji, zdravstvu in izobraževanju. Gonilna sila sprememb se odraža tudi v nenehnem povečevanju moči mikročipov, komunikacijskih sistemov, programske opreme, ki jo spremlja nenehna miniaturizacija s prehajanjem iz mikro- v nanodimenzije. Ni zanemarljiv podatek, da sta se v zadnjih 15 letih moč mikroprocesorjev in zmogljivost pomnilnikov povečali za več kot tisočkrat. Z razvojem nanotehnologije in optične obdelave podatkov bo ta razvoj še veliko intenzivnejši. K bistvenemu napredku bo pripomogla izjemno se razvijajoča fotonika in še zlasti bionika, to je veda, ki proučuje funkcije živih bitij in v njih išče rešitve za tehnične probleme. Pri bioniki seveda upoštevamo vse tri smeri: biološko, teoretično in tehniško bio-

niko. Biološka se ukvarja s procesi v bioloških sistemih, teoretična bionika razčlenjuje matematične modele teh procesov, tehniška bionika pa uporablja modele teoretične bionike za reševanje zahtevnih inženirskih nalog. Vsekakor je bionika tesno povezana z biologijo, fiziko, kemijo, kibernetiko in tehničnimi znanostmi, elektroniko, mehatroniko, biomehatroniko in drugimi znanostmi. V prihodnosti pa bo povezana s poklici, ki šele nastajajo.

■ Kakšne bodo v prihodnosti tovarne?

Velike spremembe se v prihodnosti pričakujejo tudi pri individualizaciji proizvodnje, ki bo prilagojena uporabnikom. Za tovrstno proizvodnjo bo potrebna višja raven kakovosti, zanesljivosti, nov koncept informacijsko-komunikacijskih rešitev za sodobne digitalne inženirske sisteme, vključene v dobavne verige. Potrebne bodo obsežne računalniške simulacije izdelkov in celotne proizvodnje, vrhunska kontrola tovarn in proizvodnje v realnem času ter razširjeno izobraževanje vseh uporabnikov. Postopoma se bodo uvedli samoorganizacijski in samopopravljivi sistemi ter tehnološko inteligentne organizacije. Trend razvoja pa bo brez dvoma šel tudi v smeri miniaturizacije tovarn, prilagajanja farmakologiji, biotehnologiji in kemični industriji. Mikrostrukturne tehnologije, mikrofluidika, miniaturna tipala in aktuatorji bodo omogočali izdelavo kompleksnih laboratorijev na ravni enega samega čipa in še več, majhne količine kemi-

kalij in zdravil se bodo proizvajale v minitovarnah, velikih le nekaj centimetrov. Takšna proizvodnja bo izjemno učinkovita z najmanj stranskimi proizvodi. Digitalizacijo postopkov poleg proizvodnje uporabniku prilagojenih izdelkov narekuje potreba po resničnem globalnem sodelovanju v razvoju, proizvodnji in oskrbi. Strokovnjaki so že danes prepričani, da bodo v prihodnosti konkurenčne samo tovarne, ki bodo popolno koordinirale procese s svojimi dobavitelji, partnerji in potrošniki. Izjemno pomembno vlogo bo odigrala tudi znanost o materialih, ki bo postala eden od pomembnih stebrov industrijske družbe. Mnogi so že danes prepričani, da 70 odstotkov bruto domačega proizvoda temelji na materialih industrijske družbe. Mnogi so že danes prepričani, da 70 odstotkov bruto domačega proizvoda temelji na materialih in novih usmeritvah, nanotehnologiji, bioinženirstvu, adaptroniki, računalniških znanostih in v novih trendih razvoja informacijsko-komunikacijskih tehnologij.

■ Nanotehnologija nam bo v prihodnosti izjemno spremenila življenje

Osupljiv bo razvoj na številnih področjih, ki bodo povezana z nanotehnologijo, še zlasti na področju sintezne biologije in bionanotehnologije. Sintezna biologija bo na primer omogočala pripravo struktur z zelenimi lastnostmi, vključno s takšnimi, ki v naravi ne obstajajo. Tovrsten pristop bo imel prednost, ker bo njihova priprava zelo cenena. Na osnovi tehnologije DNA-origami se bodo lahko pripravile zelo kom-



Znanstveno raziskovalni inštitut

pleksne strukture. Tehnološko še bolj uporabne pa bodo polipeptidne nanostrukture, ki so danes šele v začetnih fazah razvoja. S polipeptidi bomo lahko pripravili nanomaterialne, ki se sami sestavijo v mreže geometrijskih oblik, izdelovali bomo molekulske filtre z nastavljivimi lastnostmi in druge sisteme. V inštitutih in laboratorijih, tudi pri nas v Sloveniji, že danes sestavljajo prve DNA-nanostrukture in razvijajo pripravo nanostruktur na osnovi polipeptidov. Te tehnologije je na našem izjemno uspešnem 6. Nanotehnološkem dnevu že predstavil *prof. dr. Roman Jerala* s Kemijskega inštituta v Ljubljani. Priča bomo izjemnim potencialom te tehnologije za številne načine industrijske uporabe od dostave zdravil v telesu, katalize, elektronike in drugo. Danes se moramo zavedati, da so biološki sistemi zgrajeni iz nanometrskih struktur, so

izjemno raznoliki ter opravljajo strukturno vlogo in številne druge funkcije. Celice namreč lahko uporabimo kot tovarne za izdelavo nanostruktur, kjer lahko preprosto zapišemo navodilo za izdelavo določenih nanostruktur, prav tako pa se bodo celice uporabljale tudi za procesiranje informacij, DNK pa za pripravo nanometrskih tranzistorjev in pozneje tudi vezij. Kakšna bo dejanska uporaba bionanomaterialov, pa bo seveda pokazal čas. Če sledimo zgoraj navedenim smernicam, se ne moremo izogniti dejstvu, da se bomo srečevali tudi s številnimi novimi poklici in posli, kot so svetovalci na področju genetike, izdelovalci in vzdrževalci robotov, nanotehnologi, inženirji zahtevnih inteligentnih procesnih naprav in sistemov, možganski analitiki, inženirji bionike, izdelovalci delov telesa, organizatorji virtualnega življenja in drugi. ■



Fluidna tehnika 2011

mednarodna konferenca

15. in 16. september 2011

Maribor, Kongresni center Habakuk



Osrednji bienalni strokovni dogodek s področja hidravlične in pnevmatične pogonsko krmilne tehnike v Sloveniji.

Konferenca **Fluidna tehnika 2011** je z več kot 15 letno tradicijo brez dvoma pravi barometer dogajanja na področju uporabe hidravlike in pnevmatike pri nas.

Protiudarno in protivibracijsko ocenjevanje helikopterske opreme

Članek povzema vire vibracijskih obremenitev na helikopterju in opisuje standardne kvalifikacijske preskuse za zagotavljanje varnega delovanja opreme na letalih. Prikazuje, kako se vibracijsko okolje meri z ugotavljanjem spektra porušitvenih obremenitev (*Fatigue Damage Spectrum – FDS*) in spektra odzivov na udarne obremenitve (*Shock Response Spectrum – SRS*). Spektra določamo z izračuni, ob upoštevanju podatkov o obremenitvah pri letu in pri vibracijskih preskusih. S primerjavo spektrov pri letu in pri preskušanju, prispevek pokaže kako uspešno je mogoče optimizirati vibracijsko preskušanje. Čeprav se prispevek nanaša neposredno na helikopterje, so takšne tehnike sedaj že v uporabi tudi v drugih vejah industrije, še posebno pri vozilih, plovilih, energetskih postrojih in elektronski opremi.

1 Uvod

Vsa letala vibrirajo in vsi njihovi sestavni deli so konstruirani, preskušani in certificirani tako, da zdržijo nastopajoče ravni vibracij v njihovem celotnem obdobju trajanja. Helikopterji so posebej izpostavljeni vibracijam in v tem prispevku so opisani najnoviji postopki vrednotenja porušitvenih poškodb njihovih sestavin in struktur zaradi vibracij.

Ena od pomembnih tehnik izhaja iz prirejenega vibracijskega preskušanja, neposredno z merjenjem obremenitev pri letu. Merilniki pospeškov zapisujejo raven vibracij na določenih mestih na letalu, medtem ko to leti po vnaprej predpisanih sekvencah posameznih manevrov. Porušitvene doze poškodb za posamezni manever se računajo z uporabo ustreznega FDS, ki zapiše diagram poškodb v odvisnosti od frekvence. Poškodbe pri posameznih manevrih se seštevajo po celotnem profilu uporabe letala. Tako se ugotavlja doza poškodb za njegovo celotno življenjsko dobo. Iz tega profila se ugotovi statistično reprezentativen vibracijski test, ki obsega podobno vsebino poškodb za celotno življenjsko obdobje, toda

v mnogo krajšem času preskušanja. Priprava testov v takšni obliki temelji na upoštevanju nekaj standardov, med njimi: ameriškega obrambnega standarda MIL-STD-810F, RTCA DO-160E in francoskega obrambnega standarda GAM-EG-13.

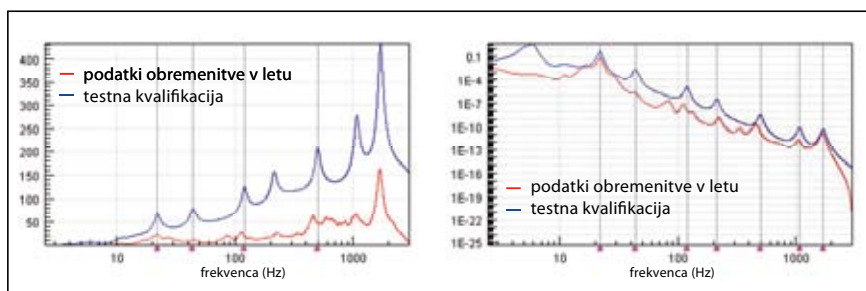
Opisana tehnika omogoča tudi primerjavo resnosti poškodb pri različnih vibracijskih preskusih, na različnih letalskih platformah. To omogoča uporabo evidence testiranja in delovanja, pridobljeno za eno letalsko platformo, pri kvalifikaciji opreme za drugo – novo – platformo. Takšni postopki se uspešno uporabljajo za kvalifikacijo nove opreme brez potrebnega dodatnega vibracijskega preskušanja. Tako se pomembno zmanjšajo stroški in pospeši razvoj nove kritične opreme.

2 Osnove FDS in SRS

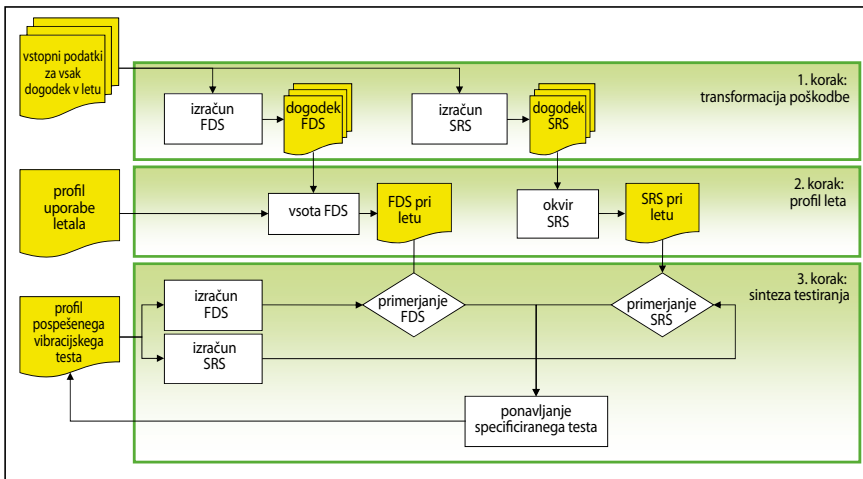
Članek najprej obravnava teoretične osnove.

SRS se uporablja za ugotavljanje največjih amplitud obremenitev, ki značilno nastopajo pri ekstremnih obremenitvah, kot so: grobo pristajanje, trčenje, reakcije pri izstreljevanju lastnih izstrelkov, reakcije na bližnje eksplozije sovražnih izstrelkov ipd. Takšni ekstremni dogodki lahko povzročajo usodne poškodbe na opremi in konstrukciji, ker presegajo načrtovano konstrukcijsko trdnost. SRS izriše diagram vibracijske amplitude v odvisnosti od frekvence.

FDS se uporablja pri obravnavi seštevanja poškodb zaradi dolgotrajnega izpostavljanja porušitvenim



Slika 1. Primerjava udarcev in poškodb pri letu in vibracijskem testu



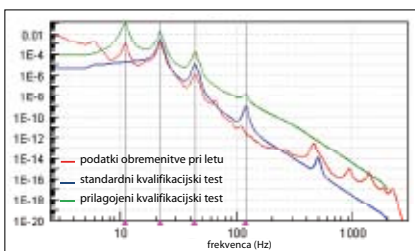
Slika 2. Priprava optimalnega testa za kvalifikacijo helikopterja

obremenitvam, ki tudi ob zmernih amplitudah povzročajo mikroskopske notranje napetosti, zaradi katerih lahko pride do dinamične porušitve. Tudi FDS izriše diagram v odvisnosti od frekvence.

Na *sliki 1* se primerjata spektra obremenitve pri letu in pri vibracijskem testu. V tem primeru vibracijski test presega vse seštete poškodbe pri letu s sprejemljivo rezervo varnosti.

■ 3 Priprava optimiziranega vibracijskega testa

Namen oblikovanja optimalnega testa je priprava kvalifikacijskega testa, ki predvideva enako porušitveno nevarnost kot pri realnem letalskem



Slika 3. Primerjava poškodb pri letu (FDS), standardnem testu in prilagojenem testu krmilne palice helikopterja

okolju, toda v mnogo krajšem času. Krajši test zahteva večje amplitude vibracij za dosego enake stopnje poškodb v krajšem času. SRS primerja najusodnejšo amplitudo testa z najusodnejšo amplitudo pri letu.

V letu je usodna udarna obremenitev redka, porušitvene poškodbe

(poškodbe zaradi utrujenosti materiala) pa so zmerne in se pojavljajo v daljših obdobjih. Priprava testa mora to upoštevati z optimiranjem trajanja.

Optimalno trajanje testa se doseže s testi SRS v koincidenzi z SRS pri najslabših pogojih leta. Postopek se obravnava v članku in je prikazan na *sliki 2*.

■ 4 Zgled – Prilagoditev testa za varnost kritične krmilne palice

Zahtevana je nova krmilna palica za helikopter. Krmilni deli helikopterja so bistvenega pomena za varnost poletov. Zato je opravljena prilagoditev testa, ki bo upošteval ustrezno varnostno rezervo. Na *sliki 3* je vidna neustreznost standardnega kvalifikacijskega testa pri višjih frekvencah. Prilagojeni test zagotavlja mnogo boljšo varnostno rezervo v celotnem frekvenčnem območju. Je tudi bolj učinkovit in gospodaren. Podrobnejša analiza je podana v okviru članka.

Vir: Halfpenny, A., Walton, T. C. : *Helicopter Vibration – Shock and Vibration Qualification of Equipment – 2009 HBM, 2010 Aircraft Airworthiness & Sustainment, 2010 Conference, US Austin, Texas*
HBM: www.hbm.com, TRC: www.trc-hbm.com

Merilna tehnika za profesionalce...

... od senzorja do programske opreme



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

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

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

www.hbm.com



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

LE-TEHNIKA
VSE ZA HIDRAVLIKO
IN PNEVMATIKO

ODGONI ZA
KAMIONE

LE-TEHNIKA d.o.o.
Šuceva 27, KRANJ
tel.: 04 20 20 200, 041 660 454
faks: 04 204 21 22

NOVO MESTO tel.: 041 785 798
MARIBOR tel.: 02 300 64 70
041 774 688

<http://www.le-tehnika.si>
e-mail: hydraulic@le-tehnika.si

Enote za pripravo zraka serije MS



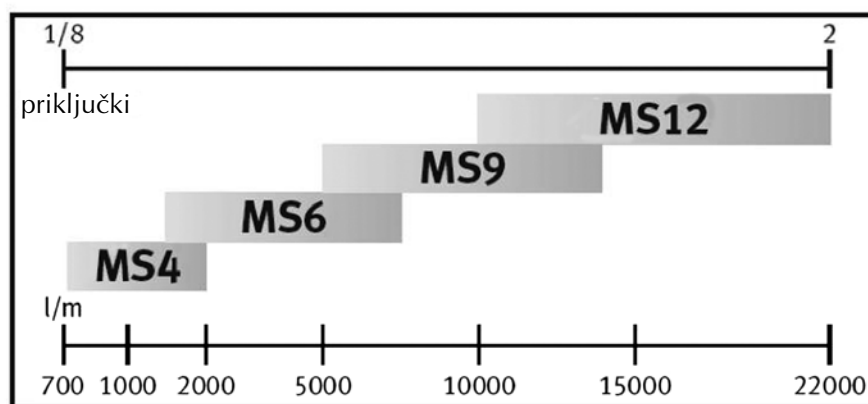
Serijska MS 9

600 % večji pretok? Z novo serijo MS9 in priključkom 1" je to mogoče!

Serijska MS je grajena modularno. Vsak velikostni razred vključuje tako reducirni ventil, filter, naoljevalnik, sušilnik zraka, senzorje, vklopni in tlačni ventil in s temi moduli je mogoče zagotoviti osnovno funkcijo enote za pripravo zra-

kovni posameznih komponent enote so iz aluminija – tlačno liti. Temperaturno območje je med -10 °C do + 60 °C, višina tlaka na primarni strani je med 14 in 21 bari. Dimenzije okrovov so v posebnem rastru (40, 62, 90 in 124 mm).

Prednosti serije MS so nizki stroški, majhen prostor za vgradnjo, kom-



Pretoki z uporabo reducirnega ventila LR pri posameznih velikostnih razredih

ka. S povezovanjem modulov različnih velikostnih razredov je mogoče doseči še optimalnejše delovanje.

Enota za pripravo zraka tako omogoča osnovne funkcije, kot so zapiranje toka zraka, odzračevanje ter vzdrževanje tlaka. Mogoči so ročna nastavitve tlaka, čiščenje zraka in odstranjevanje vode. Sistem vključuje še filtre za delce od 5 do 10 µm, fine filtre za delce do 0,1 µm ter najfinejše filtre za delce do 0,01 µm. Vključen je tudi aktivni ogljeni filter. Z vgrajenimi senzorji je mogoče še nadzorovanje poteka tlaka, onesnaženja filtrov ter merjenje toka skozi enoto.

ponente so robustne in primerne za najtežje pogoje delovanja in jih je mogoče enostavno vzdrževati.

Posebnost in noviteta velikostnega razreda MS 12 pa so še novi moduli z integrirano senzoriko, ki omogočajo nastavitve in nadzor tlaka na daljavo in s tem najvišjo stopnjo zanesljivosti delovanja. Vodilo nove serije je: hitreje in enostavneje!

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**

Enerpacova baterijsko gnana hidravlična črpalka

Enerpac je predstavil svojo novo baterijsko gnano hidravlično črpalko serije BP. Ta hidravlična pogonska enota je primerna za male in srednje velike valje ali hidravlična orodja oziroma povsod tam, kjer je potrebno imeti na razpolago prenosno hidravlično moč.

Črpalka je pri vsakdanji uporabi zelo učinkovita, je lahka (9,6 oz. 10,6 kg) in ergonomske oblike ter idealna za uporabo na oddaljenih lokacijah ali odročnih mestih ter povsod tam, kjer bi bil električni kabel v napoto. Na razpolago sta dva modela črpalke: z rezervoarjema 1,9 oz. 3,8 litra. Na črpalki pa je možna izbira dveh moči (14 bar in 1,9 l/min ali 750 bar in 0,25 l/min), kar zagotavlja potreben pretok in natančno gibanje.

28-V-na litij-ionska baterija Heavy-duty zagotavlja konstantno moč. V



Vzemite s seboj baterijsko črpalko. Električni kabel ni potreben.

ekstremnih razmerah deluje z maksimalno učinkovitostjo in zagotavlja, da bo delo, ki ga opravljate, dokončano. Baterija zagotavlja več kot šest minut pogona črpalke ob maksimalnem tlaku. Baterije pa bodo po potrebi ponovno napolnjene v manj kot eni uri. V kompletu

s črpalko sta dve bateriji s po 3 Ah in hitrim polnilnikom.

Črpalko, gnano z litij-ionskimi baterijami, je mogoče enostavno in varno uporabiti v številnih primerih, npr. za:

- 130 rezov betonske armature debeline 9,5 mm z uporabo rezalnika WHC750,
- 75 dvigov s spreaderjem (trosilnikom?) WR5,
- varno lomljenje in odstranjevanje 40 vijakov M24 z uporabo lomilnika glav vijakov NC3241,
- večkratno dviganje bremen z uporabo 5–100-tonskih dvigalk, ...

Baterijsko gnano hidravlična črpalka je skladna s certifikatoma CSA in CE.

Vir: Enerpac BV P.O. Box 8097, 6710 AB Ede, Nizozemska, tel: +31 318 535 803, Enerpac Marketing Communications (irene.kremer@enerpac.com)

Nadaljevanje s strani 509

Hybridtagung 2011 – Kongres o hibridnih pogonih mobilnih strojev

17. 02. 2011
Karlsruhe, ZRN

Organizator:
– TU Karlsruhe

Tematika:
– praktične izkušnje s hibridnimi pogoni strojev
– električna pogonska tehnika
– obratovalno-gospodarsko vrednotenje hibridnih rešitev
– napredki pri hibridnih komponentah
– tehnologije akumuliranja
– strategije in vodenje hibridnih pogonov

Informacije:
– Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen, Gotthard-Franz-Straße 8, 76131 Karlsruhe, BRD, tel.: + 072-608-8601,
– e-pošta: hybridtagung@mobima.info,
– internet: www.fast.kit.edu/mobima

The 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP 2011) – Dvanajsta skandinavska mednarodna konferenca o fluidni tehniki

18.–20. 05. 2011
Tampere, Finska

Informacije:
– profesor Kari T. Koskinen – predsednik SICFP '11
– profesor Matti Vilenius – častni predsednik
– Tampere University of Technology, Department of Intelligent Hydraulics and Automation, P. O. Box 589 FIN-33101 Tampere, Finland
– tel.: + 358-3-3115-2264
– faks: + 358-3-3115-2240
– e-pošta: scifp11@tut.fi
– internet: www.tut.fi/scifp11

Nadaljevanje na strani 569

DUO – novi valji serije RC

Novi Enerpacovi valji DUO so opremljeni z ekskluzivnim ležajnim sistemom GR2, naslednje generacije uspešnega modela »Golden Ring«.

Ta edinstveni ležajni sistem obdaja tesnilo valja in tako zagotavlja njegovo maksimalno zaščito. Razen tega omogoča tudi učinkovito porazdelitev prečnih bremen, s čimer poveča življenjsko dobo valja in omogoča daljši čas delovanja.

Nova tehnologija GR2 je odporna proti delovanju prečnih sil in dinamični obremenitvi in na ta način preprečuje obrabo in predčasne poškodbe ležajev. Vgrajene nove učinkovite povratne vzmeti z izboljšanim vračanjem batnice zagotavljajo, da se delo izvede hitreje. Nadaljnja prednost izvedbe je zasnova valja, ki omogoča uporabo običajnega orodja in na ta način skrajšuje zastojne čase zaradi vzdrževanja.



Valji DUO serije RC kot naslednja generacija vsenamenskih valjev so na voljo v običajnih velikostih za obremenitve od 5 do 95 t. Spoznajte občutno povečanje zmogljivosti, kakršno lahko ponuja le nova serija valjev RC.

Vir: Enerpac BV P.O. Box 8097,
6710 AB Ede, Nizozemska, tel: +31
318 535 803,
Enerpac Marketing Communications
(irene.kremer@enerpac.com)

KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Dvigovalje težkih bremen na mostni konstrukciji železniške proge za visoke hitrosti v Španiji z ENERPAC-ovim dviznim sistemom.

Enerpac je specialist na področju visokotlačne hidravlike in konstrukcije hidravličnih sistemov za krmiljeno in nadzorovano premikanje posebnih velikih in težkih objektov. V sodelovanju z našimi inženirji razvijamo napredne koncepte in tehnike za krmiljenje gibanja težkih bremen.

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

ENERPAC GmbH
Postfach 300113
D-40401 Düsseldorf, Deutschland
Tel.: +49 211 471 490
Fax: +49 211 471 49 28

HIDRAVLIKA d.o.o.
Medlog 16, 3000 Celje, Slovenija
Tel. +386 (0)3 5453610 Fax. +386 (0)3 5453560
www.hidravlika.si
hidravlika@t-2.net

ENERPAC 

www.enerpac.com
info@enerpac.com

Zmanjšajte število napak in odpravite zamude pri zbiranju naročil

Število napak in zamud nam v kombinaciji z ustrežno programsko opremo pomaga zmanjšati oz. preprečiti sodobna prenosna računalniška oprema. Tokrat predstavljamo mobilni terminal H21, najnovejši dosežek japonskega proizvajalca *Opticon*, ki je namenjen poslovni rabi v terenskih aplikacijah, kot so: servis opreme na terenu, paketna distribucija s potrdilom o uspešni dostavi v realnem času in prostoru in mobilna prodaja z vsemi funkcionalnostmi, ki jih vključuje.

Te so: inventura, anketiranje, naročanje, pospeševanje prodaje, zajem digitalnega podpisa, sledljivost itd. Terminal priporočamo v kombinaciji s prilagodljivim sistemom za usklajeno delovanje nabave, proizvodnje in prodaje – MOBOS, ki ga sestavlja skupina aplikacij za mobil-

ne uporabnike. Gre za več med seboj povezanih modulov, ki omogočajo učinkovito organizacijo terenskih aktivnosti in avtomatizirajo dokumente, kot so: blagajniški prejemek, dobavnica, izdajnica, medskladiščni prenos, pregled zalog, prevzemnica. Kadar so terenska opravila dobro načrtovana, je njihova realizacija bistveno enostavnejša in prijaznejša tako za terenske delavce kot stranke, ki jih obiskujemo. S pomočjo mobilnega računalnika, kot je Opticon H21, postane MOBOS učinkovito komunikacijsko orodje med centralo in terenom.

Vir: LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: www.leoss.si, e-mail: leoss@leoss.si, g. Gašper Lukšič



Opticon H21

Evolucija je pogled v prihodnost z zaledjem tradicije.



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

ISKRA *ame*.si
Naboj za razvoj

Nadaljevanje s strani 563

International Exposition for Power Transmission (IFPE 2011) – Mednarodna razstava prenosa moči

22.–26. 03. 2011
Las Vegas, ZDA

Informacije:

- IFPE Exhibit Sales Department
- brezplačni tel.: + (800)867-6060
- tel.: + 1 414-298-4160
- e-pošta: sales@ifpe.com/index.asp

International Conference on Fluid Power and Mechatronics (FPM 2001) – Mednarodna konferenca o fluidni tehniki in mehatroniki

17.–20. 04. 2011
Beijing, Kitajska

Informacije:

- <http://www.FPM2011.org>

Pomembni datumi:

- oddaja prispevkov: 30. 01. 2011
- sporočilo o sprejemu prispevkov: 01. 05. 2011
- oddaja dokončane vsebine prispevkov: 30. 05. 2011
- predhodna prijava udeležbe: 30. 05. 2011

Merimo
za prihodnost
We Measure the Future

LABORATORIJ ZA LOTRIČ®
MERO SLOVJE

www.lotric.si

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

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

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

DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA



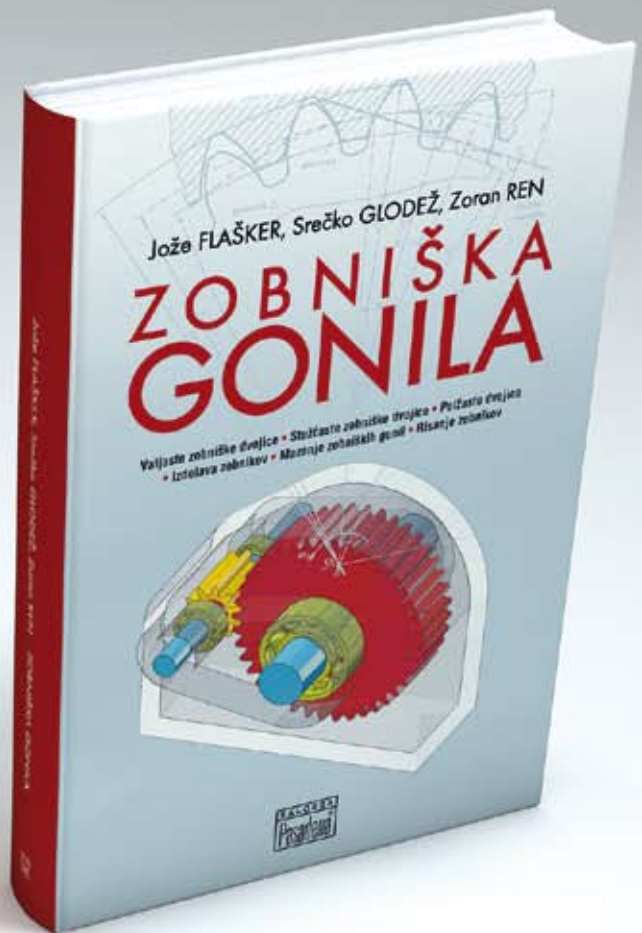
INTRONIKA

Mednarodni strokovni sejem
za industrijsko in profesionalno
elektroniko

International Trade Fair
for industrial and professional
electronic

26. - 28. 01. 2011

Slovenija, www.intronika.si



Strokovna in didaktična priročnika

Učbenik v programih Mehatronik operater in Tehnik mehatronike

Mehatronika

S prevodom učbenika **Fachkunde Mechatronik** nemške založbe **Europa Lehrmittel**, smo dobili v Sloveniji prvi učbenik, ki predstavlja vsebinsko celovit, strokovno aktualen in didaktično sodoben učni pripomoček za učitelje in dijake srednjih šol s programom mehatronike.

Mehatronske sistemi danes množično domujejo v industrijah vseh vrst (strojni, elektro, računalniški, živilski, farmacevtski, kemijski, zabavni ...), prometu, okoljski tehniki ... v poslovnih prostorih in naših domovih, v široki paleti storitvenih dejavnosti.

Takoj na začetku je pomembno opaziti, da se učbenik nenehno, od začetka do konca, ne glede na vsebino poglavja, ukvarja s celotnim mehatronskim sistemom, ki mu s spoznavanjem njegovih struktur, postopoma dviga zahtevnost, od najenostavnejšega na začetku, do robotiziranih linij ob koncu šolanja. Tako zastavljen koncept učbenika omogoča projektni pristop k usposabljanju in sistemskemu zagotavljanju kakovosti pridobivanja strokovnih in ključnih kompetenc mehatronika.

Iz spremne besede Zdravko Žalar, univ. dipl. inž.

Mehatronika

Prevod izvirnika
Fachkunde Mechatronik
Trda vezava
ISBN: 9789616361873
Cena: 40,00 EUR

Jože Flašker, Srečko Glodež, Zoran Ren

Zobniška gonila

Pričujoče delo je sodobno gradivo s področja zobniških gonil. Namenjeno je tako raziskovalcem kakor tudi inženirjem in tehnikom, ki se z obravnavano tematiko srečujejo pri vsakdanjem delu v praksi. Gradivo se lahko uporablja tudi kot učbenik pri predmetih z obravnavano tematiko na univerzitetnih in visokošolskih študijskih programih. Priporočamo ga tudi učiteljem na višjih in srednjih šolah tehniških usmeritev, ki lahko določene vsebine ustrezno predelajo ter prilagodijo nivoju študentov oziroma dijakov, ki jih poučujejo.

V uvodnem poglavju so razloženi nekateri osnovni pojmi s področja zobniških gonil. Posamezna glavna poglavja o valjastih, stožčastih in polžastih dvojicah so zasnovana tako, da so najprej razložene njihove teoretične osnove. Nato so pojasnjene geometrijske in merilne veličine zobnikov in zobniških dvojic, potrebne za izdelavo tehniške in tehnološke dokumentacije. V nadaljevanju so obravnavane sile na zobniški dvojici ter postopki za izračun njene nosilnosti po najnovejših standardih ISO ali DIN, ki jih je v glavnem privzel tudi slovenski standard SIST.

V drugem delu so obravnavane nekatere vsebine (izdelava zobnikov, mazanje zobniških gonil, risanje zobnikov), potrebne za projektiranje zobniških gonil ter izdelavo tehniške in tehnološke dokumentacije.

Zobniška gonila

Trda vezava
ISBN: 9789616661126
Cena: 40,00 EUR

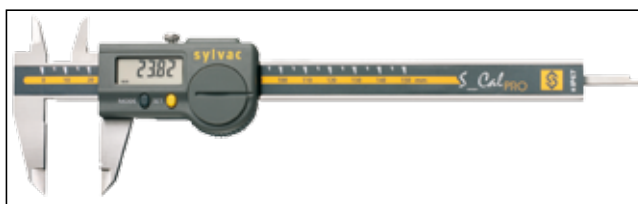
Novosti prodajnega programa podjetja LOTRIČ na področju dolžinskih meril in merilnikov trdote

LOTRIČ laboratorij za meroslovje, d. o. o., je največji akreditirani meroslovni laboratorij v Sloveniji, ki svojim odjemalcem ponuja celovito rešitev na področju meroslovja.

V našem podjetju se ukvarjamo s pregledi in servisiranjem industrijske merilne tehnike, laboratorijske in farmacevtske opreme. Področja akreditiranja so se v 19-letni zgodovini hitro širila in danes obsegajo področje tehnic, uteži, pipet, volumskih in pretočnih meril, gostote, dolžinskih meril, temperature, vlage, tlaka, zvočnega tlaka ali hrupa, vibracij, sile, ph-metrov, trdote, momenta sile, meril tehničnih pregledov in avtoservisnih delavnic. Poleg naštetega podjetje LOTRIČ izvaja periodične preglede opreme pod tlakom, v sklopu lastne M & Q Akademije ponuja različna strokovna izobraževanja na temo Vse, kar morate vedeti o tehtanju, pipetiranju, tlaku, temperaturi in vlagi, dolžini ter o sistemu vodenja kakovosti. V podjetju LOTRIČ smo se odločili, da našim strankam ponudimo tudi prodajni program najkakovostnejše merilne in farmacevtske opreme. Prodajni program si lahko ogledate na naši spletni strani www.lotric.si.

SYLVAC je proizvajalec ročnega merilnega orodja in elektronskih delov za merila. Tako svojo elektroniko in merilne dele vgrajujejo v merila drugih proizvajalcev.

Profesionalno pomično merilo



Slika 1. Pomično merilo S_Cal PRO

S_Cal PRO (slika 1), vodoodporno (zaščita IP 67), možnost priklopa na računalnik



Slika 2. Mikrometer S_Mike PRO

Profesionalni mikrometer S_Mike PRO (slika 2), vodoodporen (zaščita



Slika 3. Digitalne merilne ure S_Dial ONE

IP 67), možnost priklopa na računalnik, tako hiter pomik vretena, da se pri obratu »ragle« za 360° vreteno pomakne 12 mm, pri tem pa se ne vrti okoli svoje osi. To omogoča hitrejše delo, pri katerem se ne obrabljajo

merilne ploskve.

Digitalne merilne ure S_Dial ONE (slika 3), vodoodporne (zaščita IP 67), možnost priklopa na računalnik. Zaradi merilnega sistema z merilno letvijo so ure veliko manj občutljive na padce in udarce.

Robusten višinomer Hi_CAL 150/300 (slika 4), primeren za delo v proizvodnih procesih. Zelo enostaven za upra-



Slika 4. Višinomer Hi_CAL 150/300



Slika 5. Horizontalni merilni stroji

vljanje in hiter. Omogoča merjenje osnovnih dimenzij do 150 mm oziroma 300 mm. Možen je prenos izmerjenih podatkov v osnovna programska orodja (excel) brez dodatnega nameščanja programov oziroma programiranja.

TRIMOS je proizvajalec merilnih dolžinskih strojev za merilnice, laboratorije in delavnice (slika 5). V preteklosti je to podjetje prvo izdelalo merilni višinomer.

Horizontalni merilni stroji spadajo v visokokakovostni razred. Različne aplikacije in merilna območja omogočajo merjenje najrazličnejših meril in vzorcev z najvišjo točnostjo. Za izvajanje kalibracij meril je programski vmesnik lahko opremljen z vsemi potrebnimi postopki.

Vertikalne merilne stroje (slika 6) oziroma višinomere odlikujejo enostavna uporaba, majhna masa in velik



Slika 6. Vertikalni merilni stroj

osvetljen zaslon. Različne izvedbe merilnih strojev omogočajo merjenje osnovnih in tudi najzapletenejših dimenzijskih oblik z visoko točnostjo.

Brezkontaktni merilnik hrapavosti in oblike (slika 7) je revolucionaren izdelek. Odlikuje ga tudi neobčutljivost na tresljaje. Razvit je bil v sodelovanju s tehnično univerzo v Lousanni. Snemanje površine poteka v pasovih z visoko ločljivostjo, pri tem pa sta največji prednosti hitrost in velikost meritev profila površine.



Slika 7. Merilnik hrapavosti in oblike

Naprava za kontrolo in prednastavitve rezalnega orodja omogoča hitro in enostavno merjenje in prednastavljanje rezilnega orodja. Integriran optični vid izvajalcu omogoča jasno sliko orodja in hitrejše odločanje o ustreznosti.



Slika 8. Naprava za kontrolo in prednastavitve rezalnega orodja



Slika 9. Merilniki trdote

AFFRI je podjetje, ki se ukvarja z izdelavo merilnikov trdote (slika 9). To je eno redkih podjetij, ki že zagotavlja točnost svojih instrumentov glede na najnovejše standarde, ki zmanjšujejo dovoljene tolerance za pogoške meril trdote. Velika prednost instrumentov je generiranje merilne sile s pomočjo merilne celice, kar omogoča manjšo maso in nepotrebno postavitve instrumenta v vertikalni položaj. Možne so ročne, univerzalne in specialne izvedbe instrumentov kot tudi izposoja tovrstnih merilnikov.

Poslanstvo podjetja LOTRIČ, d. o. o., je nuditi močno meroslovno podporo in širiti dobro meroslovno prakso ter tako uresničiti vizijo Biti vodilni meroslovni laboratorij v Sloveniji in postati zanimiv za evropsko tržišče.

Podrobnejše informacije najdete na naši spletni strani www.lotric.si.

Vir: LOTRIČ, d. o. o., Selca 163, 4227 Selca, tel.: 04 517 0700, faks: 04 517 0707, internet: www.lotric.si, e-mail: info@lotric.si

Izkoriščanje naravnih virov Lune in drugih nebesnih teles

Delo (izvirni naslov: THE EXPLOITATION OF NATURAL RESOURCES OF THE MOON AND OTHER CELESTIAL BODIES) je v knjižni obliki objavljen razširjen in dopolnjen doktorat dr. Fabia Tranchettija, izrednega profesorja na Harbinskem inštitutu za tehnologije Ljudske republike Kitajske, ki v sedmih poglavjih predstavi predlog pravnega režima za izkoriščanje naravnih virov Lune in drugih nebesnih teles. V prilogah so objavljeni osnutek Mednarodnega sporazuma o izkoriščanju naravnih virov Lune in drugih nebesnih teles, Pogodba o načelih, ki urejajo dejavnosti držav pri raziskovanju in rabi vesolja, vključno z Luno in drugimi nebesnimi telesi, Konvencija o mednarodni odgovornosti za škodo, ki jo povzročijo vesoljski predmeti, Konvencija o registriranju objektov, izstreljenih v vesolje, Sporazum, ki ureja dejavnosti držav na Luni in drugih nebesnih telesih, in Deklaracija o pravnih načelih, ki vodijo dejavnosti držav pri raziskovanju in rabi vesolja.

Avtor na začetku poudari, da Luna in druga nebesna telesa našega sončnega sistema vsebujejo ogromne količine naravnih virov: aluminij, železo, kisik, dušik, krom, magnezij in še vrsto drugih. Najdragocenejši je helij-3, izotop, ki je na Zemlji zelo redek. V kombinaciji z deuterijem ga je mogoče uporabiti kot gorivo pri fuziji v jedrskih reaktorjih.

V drugem poglavju se avtor podrobno ukvarja s Pogodbo o vesolju in Sporazumom o Luni. S pomočjo njenih določb želi opozoriti na pomembnost in uporabljivost teh določb tudi za

Zal.: Martinus Nijhoff Publisher, Leiden, Boston 2009, 381 strani

izkoriščanje naravnih virov na Luni in drugih nebesnih telesih, ki so *res omnium communis*.

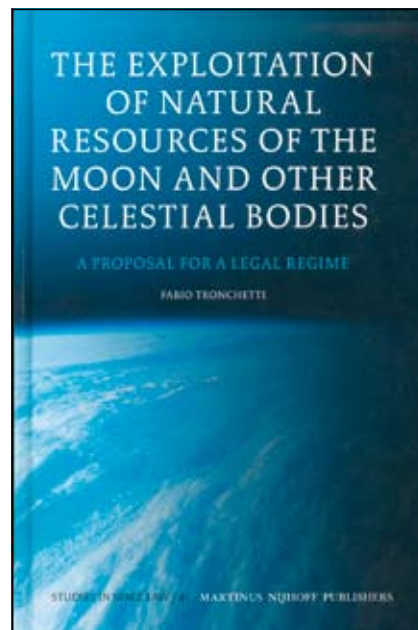
V tretjem poglavju nas avtor opozori na razvoj načela 'skupne dediščine človeštva' v povezavi z UNCLOS-om in Sporazumom o XI. poglavju k tej konvenciji. Ta je še posebej vplival na avtorja pri pripravi teze o pravnem režimu za izkoriščanje Lune in drugih nebesnih teles. Realizem, pravi avtor, nam nalaga, da zmehčamo koncept 'skupne dediščine človeštva', in to tudi razvije v tem poglavju. Ta koncept se je razvil v letih 1950–1960, ko so države v razvoju postale faktor mednarodnih odnosov. Svoj vpliv so udeležile v letih 1970–1980, ko so ideje o skupni dediščini človeštva uspeli vnesti v besedilo Konvencije Združenih narodov o pomorskem mednarodnem pravu (UNCLOS – 134. člen: »Cona in njena bogastva so skupna dediščina človeštva.«) in v Sporazum o Luni, alokacijo slotov v ITU-sistemu (Mednarodna telekomunikacijska zveza) in v okolje Antarktike. Čeprav je Pogodba o Antarktiki starejšega datuma, je koncept skupne dediščine človeštva posvojila. Avtor ugotavlja, da je koncept dobil pravno veljavo v številnih mednarodnih dokumentih, žal pa njen koncept še vedno ni dovolj jasen.

Četrto poglavje je namenjeno analizi pravnih režimov, ki se uporabljajo za Antarktiko, in geostacionarne orbite z možnostjo uporabe določenih pravil tudi za izkoriščanje nebesnih teles.

Lastninska pravica/ce je/so predmet proučevanja v petem poglavju. Avtor opozori na pomanjkanje ureditve sedanjega pravnega režima.

Šesto poglavje prinaša predlog pravnega režima, ki naj bi urejal izkoriščanje naravnih virov Lune in drugih nebesnih teles. Osnutek mednarodnega sporazuma je priložen kot priloga 1.

V sedmem poglavju avtor opozori in vabi k vzpostavitvi novega pravnega



režima za izkoriščanje naravnih virov na Luni in drugih nebesnih telesih.

Avtor pravi, da je sedaj pravi trenutek, da se človeštvo začne ukvarjati z vprašanjem izkoriščanja naravnih virov nebesnih teles. Nekaterih surovin na Zemlji že primanjkuje, druge bodo izčrpane v nekaj desetletjih. Veljavni pravni režim ne vsebuje določb o izkoriščanju vesoljskih virov. Sporazuma o Luni niso ratificirale države, ki imajo sredstva in tehnologijo za to. Tu si avtor tega prispevka dovoljuje potegniti vzporednico z UNCLOS. Tudi te pogodbe, 'ustave oceanov', ni ratificirala med drugim Amerika, ob tem pa pospešeno raziskuje morsko dno in podzemlje zunaj nacionalne jurisdikcije držav pogodbenic UNCLOS, ki je skupna dediščina človeštva. Avtor tega prispevka sicer meni, da gre za previdno oklevanje (glede vesolja), ker ni pravnega režima. F. Tranchetti zato predlaga, da se temeljna načela o vesolju ohranijo, pospeši in podpre pa naj se sodelovanje v vesolje usmerjenih držav. Nov pravni režim vidi kot sporazum, ki bo naletel na čim širši sprejem. Po analogiji z UNCLOS, ki je vzpostavil poseben pravni režim za izkoriščanje naravnih virov morskega dna in podzemlja odprtega morja, avtor predlaga ustanovitev virtualne Mednarodne vesoljske oblasti

brez sedeža in obsežne birokracije, ki bo delovala po potrebi, sestanki bodo potekali preko elektronskih medijev, kar bo bistveno zmanjšalo stroške delovanja take organizacije.¹

Knjiga bo pritegnila bralca. Tudi rešitve, ki jih predlaga avtor, so razumljive in sprejemljive. Vprašanje pa je, ali bo predlog, ki se tako

močno naslanja na koncept »skupne dediščine človeštva«, preživel tudi v vesolju. Prav gotovo gre za pogumen predlog bodoče ureditve po tem, ko bo zmanjkalo surovin na Zemlji.

mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl.
pravnik
Višji predavatelj letalskega prava in
predpisov

¹ Za boljše razumevanje avtorjevega predloga novega pravnega režima priporočam delo I. H. Ph. Diederich – Verscoor, V. Kopal: *An Introduction to Space Law*, Third rev. Ed. Walter Kluwer International, 2008.

Priporočila ASME za kotle in tlačne posode – nove izdaje 2010

ASME je izdala posodobljena priporočila za kotle in tlačne posode, ki upoštevajo spremembe in novosti v industrijski praksi. Priporočila se nanašajo na varnost pri projektiranju, konstruiranju, gradnji, preskušanju, uporabi in vzdrževanju kotlov, transportnih posod, sestavin jedrskih postrojev in drugih tlačnih sistemov.

Priporočila iz leta 2007 so predelana in dopolnjena (spremembe v enajstih

od dvanajstih poglavij) zlasti z novostmi na področju projektiranja, materialov in metod konstruiranja ter varne in racionalne uporabe. Posebej pomembne so spremembe pri oblikovanju specifikacij in pravilih za neporušna preskušanja, pri jedrskih sestavinah, postopkih varjenja in lotanja ter jeklih in neželeznih materialih.

Priporočila ASME potrebujejo kupci, ustrezni državni organi, inšpektorji, zavarovalničarji in komercialne službe. Pripravlja jih skupina več kot 800 inženirjev – prostovoljcev

iz različnih vej industrije. V svetu je že v uporabi več kot 92 000 izvodov priporočil in standardov ASME. Priporočila lahko naročite pri ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) po telefonu (800) 843-2763, informacije pa lahko dobite tudi na elektronskem naslovu: craner@asme.org.

Vir: Crane, R.: *AMSE issues 2010 edition of the Boiler and Pressure Vessel Code – ASME IMEA info – Issue 15-October 2010, str. 3*

Nov odbor ASME za verifikacijo in overovitev medicinske opreme

ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) v okviru sekcije za standarde in certifikacije (Standard & Certification sector) oblikuje poseben odbor za verifikacijo in validacijo (Verification & Validation – V & V) računalniških metod za medicinsko opremo.

ASME V & V portfolio obsega dva standarda: *ASME V&V 10-2006 – Verification and Validation in Computational Solid Mechanics* (Verifikacija in overovitev v računalniški mehaniki trdnih teles) in *ASME V &*

V 20-2009 – Verification and Validation in Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer (Verifikacija in overovitev v računalniški mehaniki fluidov in prenosu toplote). Za potrebe industrije ASME želi oblikovati mednarodno priznane standarde, ki bodo obravnavali obstoječe standarde ASME za procese razvoja in uporabe računalniških simulacij razširjene tudi za področje medicinske opreme. Kot tak bo nov standard uporabnikom medicinske opreme zagotovil enotno izrazoslovje, okvirni koncept, metodologijo in navodila za implementacijo modela V&V za medicinsko opremo. Standard bo napisan v soglasju z ANSI-akrediti-

rano proceduro za razvojne komiteje, ki zagotavlja soglasno delovanje. In ASME že išče strokovnjake, ki bi sodelovali v procesu. Bodoči sodelavci v komiteju seveda morajo imeti ustrezne tehnične izkušnje, zanimanje za takšno delo in sposobnosti za tvorno sodelovanje.

Dodatne informacije lahko dobite na elektronskem naslovu: craner@asme.org

Vir: Crane, R.: *ASME New Verification and Validation Committee on Medical Devices – ASME IMEA info – Issue 15th October 2010, str. 3*








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

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

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Mojster tokovne tehnike** – www.meister.flow – Nov spletni portal uveljavljenega podjetja predstavlja barvne vizualizacije pojavov in sestavin dinamike fluidov. Uporabnikom zagotavlja potrebne informacije in ustrezne vsebine v nemškem in angleškem jeziku. Obsežen pregled izdelkov med drugim predstavlja merilnike, indikatorje in omejevalnike toka ter obsežno dodatno opremo. Predstavljene so z informativnimi slikami, tehničnimi podatki in ustreznimi navodili za uporabo. Dodani so tudi strokovni slovar, podatki o dobavitelju ter navodila za uporabo in dostopnost na spletu.
- [2] **Spletna trgovina fluidne tehnike** – www.landefeld.de – Aktualni katalog fluidne tehnike firme Landefeld obsega preko 100 000 hidravličnih in pnevmatičnih izdelkov. Do 18.00 ure naročeni izdelki bodo odpremljeni še isti dan. Na voljo so originalni sestavni deli in sestavine uveljavljenih dobaviteljev, kot so: Festo, Bosch Rexroth, SMC ali Norgren. Če trenutno niso na voljo, ponudijo mogoče alternative.

[3] **Spletna knjigarna fluidne tehnike** – www.hydraulicspneumatics.com – Spletne strani revije *Hydraulics & Pneumatics* ponujajo obilo informacij o osnovah fluidne tehnike pa tudi zanimive prispevke, objavljene v reviji zadnjih dvajset let. Na voljo so vsi naslovi uveljavljenih hišnih avtorjev Jacka Johnsona, Ruslla W. Henkerja in G. R. Kellerja. Dodatno pa je na voljo še okoli 50 v zadnjih dvajsetih letih objavljenih prispevkov, ki lahko dopolnijo vašo osebno biblioteko fluidne tehnike.

[4] **Vzdrževanje fluidne tehnike** – www.hydraulicspneumatics.com – Revija *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh pripravlja že tretji e-učbenik za področje fluidne tehnike. Prva e-učbenika avtorja Buda Trinkla z naslovoma: *Osnove fluidne tehnike (Fluid Power Basics)* in *Kako delujejo vezja v fluidni tehniki (Fluid Power Circuits Explained)* sta že na zgornjih spletnih straneh. Tretji e-učbenik o vzdrževanju tovrstnih naprav pa bo imel naslov *Iskanje napak v fluidni tehniki (Troubleshooting Fluid Power Systems)*. Bodite pozorni na vsebine e-učbenikov na zgornjem spletnem naslovu.

Seznam oglaševalcev

ABB, d. o. o., Ljubljana	557	LOTRIČ, d. o. o., Selca	475, 566
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	539	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	475
DOMEL, d. d., Železniki	511	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	489
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	564	OLMA, d. d., Ljubljana	475
FESTO, d. o. o., Trzin	475, 576	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	475, 572
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	478	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	475
HIDEX, d. o. o., Novo Mesto	507	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	510
HYDAC, d. o. o., Maribor	475, 575	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	501, 512, 533
HYPEX, d. o. o., Lesce	503	SICK, d. o. o., Ljubljana	475
ICM, d. o. o., Celje	547, 566	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	507
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)		TINEX, d. o. o., Šenčur	519
NORGREN, Lesce	475	TRC, d. o. o., Kranj	573
INEA, d. d., Ljubljana	475	UM, Fakulteta za strojništvo	518
ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj	565	UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	483, 495
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	498	Založba PASADENA d. o. o.	567
KLADIVAR, d. d., Žiri	476		
LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	562		



Komponente

Sistemi

**Fluidni
inženiring
in servis**



NOVO !

Program Industrijski ventili
Program Industrijske črpalke
Program Hladilniki

HYDAC d.o.o.

Zagrebska c. 20

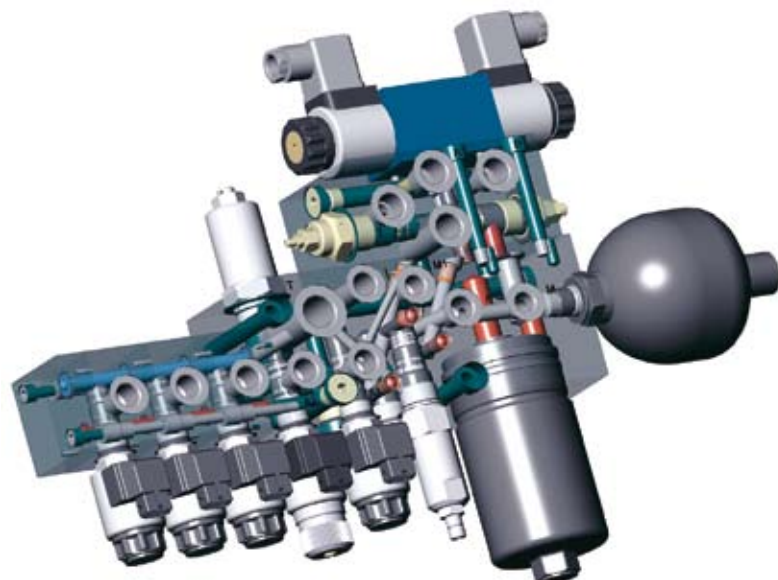
2000 Maribor

Tel.: +386 2 460 15 20

Fax: +386 2 460 15 22

Email: info@hydac.si

www.hydac.com





FESTO

V žarišču je kakovost!

Stalno povečujte kakovost in produktivnost!

Z inteligentnimi sistemi kompaktnih kamer SBOx. Na primer: za 2D nadzor kakovosti, kontrolo položaja, razpoznavanje OCR in čitanje 1 in 2 D kode.

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