



OPL

FESTO

OLMA
LUBRICANTS

SMC

NORGREN

Parker

LAMA
Automation

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

LEOSS
moč podatkov

albaros
tehnično svetovanje, projektiranje in izdelava strojev



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

- Intervju
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Upravljanje porazdeljene proizvodnje
- Vpliv cilindričnega vodnika na zmogljivost turbin
- Oblikovanje satorja za avtomatizirano montažo
- Težko gorljive hidravlične tekočine
- Mehatronska učila

DAX
www.dax.si

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

EPSON
EXCEED YOUR VISION



Impresum	301	■ EUREKA – INTERVJU	
Beseda uredništva	301	EUREKA – Podpora usmerjenim raziskavam Dr. Aleš Mihelič – slovensko predsedovanje EUREKI	324 326
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	302	■ PREDSTAVITEV	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	316	Student roadster: ustvarjamo, ker znamo ...	330
■ ALI STE VEDELI	384	■ VENTIL NA OBISKU	
Seznam oglaševalcev	406	Danfoss Compressors, Črnomelj – tehnična učinkovitost izdelkov	334
Znanstvene in strokovne prireditve	303	■ DISKRETNNA SIMULACIJA	

Naslovna stran:

DAX, d. o. o. Uradni distributer Epson Factory Automation Vreskovo 68 1420 Trbovlje Tel.: 03 5630 500 Fax.: 03 5630 501 http://www.dax.si	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 SI-8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
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	Titus+Lama+Huwil LAMA, d. d., Dekani Dekani 5, 6271 Dekani Tel: + (0)5 66 90 241 Fax: + (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje T: +386 3 898 57 50 F: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
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	LEOSS, d. o. o. Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, Tel.: + (0)1 530 90 20, Fax: + (0)1 530 90 40, www.leoss.si, leoss@leoss.si
SMC Industrijska avtomatika, d. o. o. Mirnska cesta 7 8210 TREBNJE Tel.: + (0)7 3885 412 Fax: + (0)7 3885 435 office@smc.si www.smc.si	ALBATROS-PRO d.o.o. Cankarjeva 9 1370 Logatec tel: + (0)1 756 41 30 fax: + (0)1 756 41 32 albatros@siol.net
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55	Društvo vzdrževalcev Slovenije (DVS), Stegne 21 c, 1000 Ljubljana, Tel.: 01 5113 006 Fax: 01 5113 007 www.drustvo-dvs.si

Marjan JENKO, Peter MITROUCHEV, Daniel BRUN-PICARD: Upravljanje porazdeljene proizvodnje z upoštevanjem ključnih dogodkov – produkti model 338

■ HIDRODINAMIKA – TURBINE

Edvard HÖFLER: Vpliv cilindričnega vodilnika na skrajne zmogljivosti Francisove ali Kaplanove turbine 346

■ MONTAŽA – OBLIKOVANJE IZDELKOV

Dušan GREGORIČ, Marko LEMUT, Robert VODOPIVEC: Oblikovanje statorja za avtomatizirano montažo 354

■ PROIZVODNJA – SLEDLJIVOST

Jani KLEINDIENST: Nadzor proizvodnje v kosovni industriji 360

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO – HIDRAVLIČNE TEKOČINE

Wolfgang BOCK: Težko gorljive hidravlične tekočine – Uporaba v industriji in rudarstvu 366

■ IZOBRAŽEVANJE

Ivan VENGUST: Mehatronska učila za prikaz delovanja elektromotornih pogonov 376

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Kontaktni merilnik pomika TEX z nagibno glavo (ADEPT PLUS) 386

Hibridni filter – TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS (HYDAC) 387

Polnjenje hidravličnih akumulatorjev z dušikom (KLADIVAR) 388

Merjenje toka stisnjenega zraka in energetska učinkovitost (HPE) 390

■ NOVOSTI NA TRGU

Majhni, enostavni za uporabo in izjemno robustni magnetni senzorji (SICK) 391

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Robotska celica za testiranje mehanskih in električnih parametrov stikal (DAX) 392

Hidravlika za plovila (LE-TEHNIKA) 396

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Novo knjige 398

BGIA – Report 2/2008 za EN ISO 13849 400

Priporočila in standardi ASME 400

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Jure MIKELN: Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev – 3. del 402

Zanimivosti na spletnih straneh 405

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
BON 1318-7279 | AVGOST - SEPT 2008/4

- Intervju
- Predstavitve
- Ventil na obisku
- Upravljanje porazdeljene proizvodnje
- Vpliv cilindričnega vodilnika na zmogljivost turbin
- Oblikovanje statorja za avtomatizirano montažo
- Težko gorljive hidravlične tekočine
- Mehatronska učila

DAX
www.dax.si
DAX Electronic Systems (S.A.)
Epson koncesionar
EPSON Factory Automation

EPSON
EXCEED YOUR VISION

OLMA
Automation

MIEL **OMRON**
Industrial Automation

LEOSS

ALBATROS

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

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



Tako majhna, a že čisto prava črpalka

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 14(2008)4. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 14(2008)4. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	14	Volume
Letnica	2008	Year
Številka	4	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:
doc. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJŠIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule
Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT
doc. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR 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. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1 500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno
dejavnost Republike Slovenije

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Ocenjevanje in vrednotenje znanstvenega dela in znanstvenikov

Ali slovenska trditev, da delo, ki ga ni mogoče meriti, ni delo, drži tudi na znanstvenem področju? Prav gotovo ne, bi v prvi vrsti rekli znanstveniki. Kaj pa drugi? Če bi ta trditev v celoti dobesedno držala, bi bilo pri nas in drugje v svetu veliko znanstvenikov na beraški palici. Kako potem meriti znanstveno delo, kako ga ocenjevati in kako ovrednotiti.

Prejšnji mesec so morale programske skupine slovenskih znanstvenih ustanov na Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo oddati vloge za nadaljnje financiranje svojih programov. Ovrednotenje teh programov in s tem višina financiranja bo v največji meri odvisna od referenc, ki jih imajo člani posameznih raziskovalnih skupin. Najpomembnejše reference pri ocenjevanju programskih skupin pa so predvsem članki v priznanih in citiranih svetovnih revijah.

Ali je to prava referenca, ali je to pravično ocenjevanje, ali je koristno za slovensko znanost in ali to koristi naši industriji? Prav gotovo vsi odgovori niso pritrdilni.

Poznano je, da v razvitem svetu obstajajo različni sistemi za vrednotenje znanstvenega dela. Vsi sistemi imajo skupno to, da je treba na tak ali drugačen način dokazati, da je znanstvenik sposoben znanstveno reševati probleme, da zna dobljene rezultate interpretirati in prikazati in tudi, a ne povsod, da znanstveni rezultati zaživijo v praksi. Prikazovanje in ocenjevanje rezultatov znanstvenega dela pa je od države do države različno.

Verjetno pa smo unikatni na svetu, da prav objave v priznanih tujih revijah pomenijo za pridobitev državnega denarja daleč največ.

Če vrhunske znanstvenike na tehničnem področju razvrstimo po nivojih, lahko naredimo tri skupine. Na najnižjem nivoju so tisti, ki delajo, raziskujejo za družbeni denar in objavljajo svoje rezultate v javnih, vsem dostopnih revijah.

Znanstveniki na drugem, višjem nivoju so tisti, ki svoje rezultate patentno zaščitijo, izdelajo produkt in ga ponudijo trgu preko specializiranih sejmov in drugih promocijskih poti. O svojih rezultatih poročajo le informativno v revijah, v katerih se ne zahteva preveč podrobnih informacij.

V prvo skupino, v najvišji nivo pa spadajo znanstveniki, ki svoje ugotovitve in rezultate prav tako patentno zaščitijo, izdelajo produkt in ga ponudijo potencialnim kupcem. O svojem odkritju ne poročajo v pisni obliki, svojih produktov ne razstavljajo na sejmih, ampak sami iščejo kupce preko svojih poslovnih poti. Na ta način so v največji meri zaščiteni pred konkurenco. S takim načinom delovanja so v prednosti tako z znanstvenega kot tržnega vidika pred svojo konkurenco kjer koli na svetu.

Na številnih raziskovalnih inštitutih in univerzah po svetu obstaja skoraj pravilo, da si pred začetkom vsake raziskave in reševanja problema zastavijo dva cilja. Prvi je, koliko dobljenih rezultatov in ugotovitev bodo lahko patentno zaščitili, drugi pa, ali bodo na podlagi dobljenih rezultatov lahko ustanovili »spin off« podjetje?

Kaj pa pri nas? Zakaj se na naših univerzah in na Ministrstvu za znanost, tehnologijo in visoko šolstvo ne stimulira ustanavljanje »spin off« podjetij, zakaj je treba preko toliko ovir in konkurenčnih klavzul. Na naših univerzah sta pedagoško in znanstveno raziskovalno delo preveč prepletena in oba preveč odvisna od državnega denarja. Verjetno bi bilo koristno, da bi bili pedagoški delavci zaposleni le za določen čas in da bi bilo njihovo pedagoško delo zelo jasno definirano in ovrednoteno. Zakaj med profesorji na univerzi ni fluktuacije? Če bi bilo pedagoško delo bolj natančno urejeno, bi znanstveniki zunaj tega časa svobodno in tržno delali na znanstvenem področju, ustanavljali svoja podjetja in v njih raziskovali in sodelovali s podjetji iz industrije na tržni osnovi in zasebni iniciativi.

Janez Tušek

Ministrica za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo Mojca Kucler Dolinar je obiskala Fakulteto za strojništvo v Ljubljani

Na povabilo vodstva Fakultete za strojništvo je ministrica za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo Mojca Kucler Dolinar 20. junija obiskala našo visokošolsko ustanovo. Sprejeli so jo dekan prof. dr. Jože Duhovnik in trije prodekani. Najprej je tekel razgovor o visokoškolskem programu strojništva, poteku financiranja, bolonjski prenovi programov, prostorski stiski in novogradnji ter o prehodnosti študentov v prvem in drugih letnikih študija. Zaradi prezasedenosti ministrice z drugimi domačimi in evropskimi zadevami smo si po razgovoru v sejni sobi ogledali le štiri laboratorije.



Prihod ministrice Dolinarjeve na Fakulteto za strojništvo

Po pozdravnem nagovoru je dekan ministrici na kratko predstavil našo fakulteto, smeri študija, trajanje študija in napore pedagoškega kadra, da se pretočnost naših študentov poveča. Posebej je izpostavil naše raziskovalno delo in delo naših raziskovalcev ter drugih zaposlenih za industrijo in trg. Nadalje je pojasnil, da je vrednotenje pedagoškega dela na naši fakulteti s strani univerze oziroma države krivično v primerjavi s pedagoškim delom na drugih fakultetah. Ministrica je pojasnila, da problem pozna in da se ji zdi nepravilno, ni pa dala nobenega zagotovila, da ga bo še v svojem mandatu tudi rešila.

Prof. dr. Štok, prodekan za bolonjsko prenavo, je ministrici predstavil potek prenove študijskih programov, število smeri, ki jih bomo po prenovi izvajali, in pa težave, s katerimi se ob prenovi srečujemo.

Prof. dr. Golobič je predstavil delo prodekana za pedagoško delo, svoje napore za povečano število diplomantov in za večjo prehodnost študentov med študijem. Predstavil je tudi sistem, ki ga je vpeljalo trenutno

vodstvo, da se »stari« študentje, ki so že v službah, v industriji in drugje, vabijo na razgovore na Fakulteto in se jim nudi pomoč pri dokončanju študija.

Kot prodekan za novogradnjo pa sem ministrico seznanil s prostorskimi težavami, z izjemno slabo funkcionalnostjo obstoječih prostorov in s težavami samega dostopa uslužbencev, študentov in strank do fakultete, s parkiranjem avtomobilov in z logistiko nasploh. Predstavljeno ji je bilo, da pedagoško in raziskovalno delo izvajamo na več lokacijah v Ljubljani, da razkropljenost otežuje predvsem pedagoško delo s študenti in da zaradi naštetih dejstev potrebujemo več primernih prostorov na eni sami lokaciji. Sama lokacija pa za nas zaposlene niti ni tako bistvena, kar pomeni, da dodatne potrebne prostore lahko dobimo na obstoječi lokaciji ali pa da se selimo izven centra Ljubljane. Trenutno imamo okoli 13.000 m² vseh uporabnih površin. Glede na število redno vpisanih študentov, študentov, ki študirajo ob delu, in podiplomskih študentov ter na obseg znanstvenoraziskovalnega in razvojnoraziskovalnega dela ter

glede na mednarodno primerljive normative pa potrebujemo vsaj 25.000 m² uporabnih neto površin. To površino pa je na obstoječem prostoru zelo težko dobiti. Zavzemamo se, da se Fakulteta za strojništvo seli z obstoječe lokacije na Brdo, v okolico tehnološkega parka in vse te prostore prepustimo drugim fakultetam na področju okoli Aškerčeve ulice. Za zaposlene na Fakulteti za strojništvo pa je sprejemljiva tudi druga lokacija v okolici Ljubljane, ki bi izpolnjevala vse predpisane in zaželeno zahteve.

Ministrica nas je pozorno poslušala, razumela naše probleme in obljubila vso svojo pomoč pri reševanju težav.

Po razgovoru v sejni sobi smo si skupaj ogledali štiri laboratorije na treh katedrah. Najprej smo obiskali Laboratorij za optodinamiko in lasersko tehniko. Prof. dr. Janez Možina ji je predstavil dejavnost laboratorija, povezanost raziskovalnega dela z industrijo in rezultate dela. Nato smo si na katedri za konstruiranje in transportne naprave ogledali njihov laboratorij, kjer je prof. dr. Jože Duhovnik predstavil svojo dejavnost, rezultate v zadnjem obdobju in na praktičnih



Utrinek ob pogovoru v sejni sobi fakultete

primerih pokazal povezanost dela na fakulteti z industrijo.

Na tretji katedri pa smo si ogledali Laboratorij za odrezovanje in Laboratorij za alternativne tehnologije. Delovanje obeh laboratorijev je predstavil prof. dr. Mirko Sokovič.

Ministrica je za aktivnosti laboratorijev in praktična dela v laboratorijih pokazala veliko zanimanje. Videlo se je, kar je tudi sama povedala, da ji je strojništvo »blizu«, ker se je že kot otrok srečevala s tem delom doma v očetovi delavnici.

*Prof. dr. Janez Tušek
Fakulteta za strojništvo Ljubljana
Foto: arhiv FS Ljubljana*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Laboratorij LASIM
najavlja

posvet

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2008 – ASM '08

v četrtek, 20. 11. 2008, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Hannover Messe 2009 (Hannovrski sejem 2009)

20–24. 04. 2009

Hannover, ZRN

Organizator:

– Hannover Messe

Vsebina:

- 14 vodilnih mednarodnih industrijskih sejmov
- posebno zanimive razstave:

- Motion, Drive & Automation (Gibanje, pogoni in avtomatizacija)
- Surface Technology (Površinske tehnologije)
- ComVac im Programm (ComVac v programu)
- premierni vodilni sejem:
- Wind in Rahmen der Energie (Veter kot vir energije)

Informacije:

- www.hannovermesse.de

nadaljevanje na strani 358

Analiza in ocena izvajanja Podjetniškega foruma na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani v šolskem letu 2007/08

■ Uvod

Pogosto slišimo, da sta v Sloveniji akademska oziroma znanstvena sfera in industrija oziroma podjetja, ki delajo na trgu, vsak na svojem bregu in da ni pravega znanstvenega in razvojnoraziskovalnega sodelovanja. Glede na podatke, ki obstajajo, je ta ugotovitev popolnoma resnična in tudi kritika obstoječega stanja je prav gotovo upravičena. Razlogov za nastalo situacijo pa je več in tudi niso samo na eni strani.

V splošnem pa ocenjujemo in lahko zapišemo, da niti v znanstveni sferi niti v industriji ni prav veliko resničnih interesov in prave volje, da bi se situacija popravila. Znanstveniki v splošnem pričakujejo, da bodo predstavniki podjetij pri njih iskali znanje in da bodo za vsako delo imeli na voljo dovolj časa in podpore s strani podjetja in da bodo za celotno opravljeno delo, ne glede na rezultat, tudi primerno plačani.

V podjetjih pa je situacija dokaj podobna. Ko v podjetju naletijo na problem, ga skušajo rešiti na vse mogoče načine. Iščejo rešitve v drugih podjetjih, v literaturi, v tujini in le redko na domačih fakultetah. Ko po dolgem času ugotovijo, da zadevi ne bodo kos, se obrnejo na znanstveno ustanovo. Toda prav ti, ki so iskali rešitev za problem več mesecev ali celo let, od znanstvenika na fakulteti ali drugi ustanovi pričakujejo, da bo rešitev stresel iz rokava. Če tega ne storijo, so že razočarani, nejevoljni in so zelo kritični do domačih znanstvenikov.

Kako je v tujini? Prav gotovo je sodelovanja mnogo več, zlasti na partnerskem odnosu. To pomeni, da obe sferi sodelujeta že pri nastajanju ideje o novem proizvodu ali storitvi in da je to sodelovanje zelo intenzivno vse do realizacije in trženja dobljenih rezultatov.

Prav gotovo bi moralo na tem področju odigrati odločilno vlogo Ministrstvo za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo, ki bi lahko finančno, preko projektov, v katere bi morali biti vključeni predstavniki podjetij in predstavniki znanstvene sfere, izboljšalo situacijo. Tudi pri ocenjevanju in napredovanju znanstvenikov bi morali industrijski projekti več pomeniti in prinesiti več točk, kot jih v trenutnem sistemu.

■ Podjetniški forum

V želji, da bi na Fakulteti za strojništvo izboljšali opisano situacijo, smo se v vodstvu fakultete v začetku šolskega leta 2007/08 dogovorili, da kot neke vrste poskus izboljšanja sodelovanja industrije in naše fakultete organiziramo podjetniški forum. Celo več, želeli smo, da se sodelovanje med

predstavlja svojo proizvodnjo, produkte, trge, razvojnoraziskovalno delo, pogoje za delo za mlade diplomante, možnosti napredovanja in vse druge ugodnosti, če se odločijo za delo v njihovi organizaciji. Opisali so tudi zahteve in znanja, ki jih pričakujejo od inženirjev strojništva.

Pri tem je zanimivo, da so praktično vsi predstavniki podjetij izrazili skoraj enako željo, da želijo dobiti inovativne, ustvarjalne, samostojne, delovne in strokovno podkovanе diplomante.

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani smo glede na ta dejstva v šolskem letu 2007/08 organizirali in izvajali podjetniški forum. To so bile prireditve, organizirane vsako drugo sredo v mesecu, na katerih so se podjetja z različnih področij predstavila našim študentom.



Študentje so z zanimanjem poslušali predstavitev

pedagoškim in znanstvenim kadrom ter raziskovalci v podjetjih poveča in da se v to vključijo tudi študentje že med časom študija, pri izdelavi seminarskih in diplomskih nalog in pri opravljanju preddiplomske prakse.

Pri tem pa smo podjetjem ponudili tudi možnost za promocijo svoje dejavnosti našim študentom. V dogovoru s predstavniki podjetij smo organizirali neke vrste karierno borzo, na kateri so podjetja študentom

V veliko pomoč pri tej organizaciji nam je bila trenutna situacija v gospodarstvu oziroma v industriji, v kateri drastično primanjkuje inženirjev strojniške stroke. Prav zaradi tega dejstva so podjetja, ki potrebujejo ta kader, želela, da se udeležijo takega dogodka.

Celo več, željo po udeležbi na podjetniškem forumu so izrazila številna tipično nestrojniška podjetja. V to skupino lahko štejemo podjetja: Telekom, d. o. o., Slovenija, PricewaterhouseCoopers, Ljubljana, Goodyear Company in še nekatera druga. Ta podjetja že zaposlujejo diplomante naše fakultete in so z njimi izjemno zadovoljna. Prav to jih je spodbudilo, da ponovno skušajo pridobiti kader, ki zaključijo šolanje na naši fakulteti.

Pri analizi podjetij, ki so se v minulem šolskem letu udeležila podjetniškega foruma, lahko pridemo do zanimivih ugotovitev. Prva je ta, da je bilo na tej prireditvi udeleženi le okoli 35 % tipično strojniških podjetij. Več kot 35 % je bilo podjetij, ki se ukvarjajo z elektrostrojniško dejavnostjo, nadalje je bilo okoli 18 % podjetij, katerih dejavnost je procesno strojništvo, ostalo so bila podjetja, katerih dejavnost praktično ni povezana s tipičnim strojništvom.

Med klasična strojniška podjetja spadajo tista, ki izdelujejo jeklene konstrukcije, vodne turbine, dvigala, žerjave in podobno. Podjetja s takšno dejavnostjo, ki so se udeležila podjetniškega foruma v tem šolskem letu, so bila: Metalna, d. d., Senovo, ki proizvaja dvigala in žerjave za celoten svetovni trg, Strojne tovarne Trbovlje, d. o. o., ki so poznane po izdelavi tlačnih posod in drugih jeklenih konstrukcij, Litostroj E. I. iz Ljubljane, svetovno priznana podjetje za izdelavo vodnih turbin in druge opreme za energetska postrojenja, Gostol, d. o. o. iz Nove Gorice, ki izdeluje opremo za peko kruha in za številne druge procese, in Indenna, d. o. o., iz Ljubljane, ki izdeluje dvigala po želji naročnikov za celoten evropski prostor.

Podjetja z grobim opisom elektrostrojna dejavnost so tista, ki izdelujejo razne stroje, opremo in aparate, ki so gnani z elektromotorji in pogosto krmiljeni z računalniki ali pa so opremljeni s posebno procesno enoto. Med te lahko uvrstimo BSH, hišni aparati, d. o. o., Nazarje, Domel, d. o. o., Železniki, Indramat, d. o. o., Škofja Loka, Danfoss Trata, d. o. o., Ljubljana, Kolektor Group, d. o. o., Idrija, in Hilti Slovenija, d. o. o.

Nadalje so se predstavila podjetja, ki proizvajajo avtomobile, posamezne dele ali sklope za prevozna sredstva. Tu naj omenim Revoz, d. d., Novo mesto, ki je naša največja tovarna za proizvodnjo avtomobilov, Cimos, d. d., Koper, ki izdeluje številne

komponente za prevozna sredstva, Hidrio Rotomatiko iz Idrije, ki ima svojo enoto tudi v Kopru in je močno povezana z avtomobilsko industrijo, Hella-lux, d. o. o., iz Ljubljane, ki proizvaja avtomobilске žaromete za najprestižnejše avtomobile na svetu, in Kolektor Group iz Idrije, ki je največji proizvajalec komutatorjev za svetovni avtomobilski trg.



Predstavitve podjetij v avli Fakultete za strojništvo

Od storitvenih podjetij, ki so se predstavila na podjetniškem forumu, naj omenim le podjetje Numip, d. o. o., iz Krškega, ki je specializirano za dela v nuklearnih elektrarnah pri nas in drugje v Evropi, celo v ZDA. Drugo takšno podjetje pa je bilo QTechna, d. o. o., ki se ukvarja z zagotavljanjem kakovosti del, s preizkušanjem materialov in proizvodov na celotnem strojniškem področju in z izobraževanjem na tem področju.

V slovenski industriji je močno zastopano livarstvo. V okviru tega pa najbolj tlačno litje aluminija in magnezija ter njihovih zlitin. Na podjetniškem forumu sta se iz te branže predstavili podjetji TCG Unitech Lth ol, d. o. o., iz Škofje Loke in Hidria Rotomatika, d. o. o., iz Idrije. V ta sklop pa lahko uvrstimo zelo uspešno podjetje Talum iz Kidričevega, ki proizvaja aluminij in ima na področju tlačnega liva velike ambicije.

Udeležila so se tudi podjetja, ki se ukvarjajo predvsem z informacijsko tehnologijo in avtomatizacijo. Tu naj omenim podjetje Inea, d. o. o., iz Ljubljane in podjetje Atech elektronika, d. o. o., iz Bače pri Materiji.

Posebej moram omeniti Goodyear Company, ki ima svoje podjetje tudi v Kranju. Goodyear Company je v globalnem smislu predstavila predstavnica **Katrin Klonek**, ki je prav za to prireditev prišla iz Nemčije, iz kraja Hanau, in je zadolžena za interno izobraževanje v celotnem podjetju in za iskanje kadrov povsod po svetu. V njihovem podjetju potrebujejo več deset inženirjev strojništva.

Prav posebno pozornost pa zasluži podjetje Telekom iz Ljubljane, ki je med prvimi izrazil interes za udeležbo na podjetniškem forumu in bi rad zaposlil več naših inženirjev.

Najbolj pa so nas s svojo željo o udeležbi na podjetniškem forumu presenetili predstavniki podjetja Pricewaterhouse Coopers z Ljubljane. Tudi oni že imajo zaposlenega našega diplomanta. Želijo pa jih še več.

■ Zaključna razmišljanja

Ob zaključku enoletnega izvajanja podjetniškega foruma lahko zapišemo, da je projekt v celoti uspel. Prav gotovo so še možne izboljšave, toda osnovno poslanstvo je bilo izpolnjeno. Presenečeni smo nad pozitivnim odzivom podjetij, ki so bila pripravljena priti na Fakulteto za strojništvo v Ljubljani in se predstaviti. To velja tudi za tista, ki v tem trenutku nimajo težav s kadri. Takšna je Kovinoplastika Lož, ki dobi večino inženirskega kadra iz svojega okolja. Vsa druga podjetja, ki so se predstavila na podjetniškem forumu, pa bi rada v svoje vrste pridobila več inženirjev strojništva ne glede na smer ali stopnjo študija.

Edina kritika, ki jo lahko izrečemo in je bila tudi močno opažena s strani podjetij, je izjemno nizka udeležba profesorjev naše fakultete in tudi asistentov in tehničnih sodelavcev.

Te napake bomo skušali odpraviti v naslednjem šolskem letu.

*Prof. dr. Janez Tušek
Fakulteta za strojništvo Ljubljana
Foto: arhiv FS*

Evropska razstava raziskovanja in inovacij v Parizu

SERI – *Salon Européen de la recherche & de l'innovation* (Evropska razstava raziskovanja in inovacij) je potekala v Parizu od 5. do 7. junija 2008 v Paris Expo, Porte de Versailles. V okviru EMIRAcla so se je inovacije LASMIL – lasersko skeniranje kompleksnih 3D-oblik in CNC-obdelava replik – udeležili sodelavci LAKOS-a in LASIM-a Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, o čemer smo obširneje poročali v prejšnji številki Ventila. Tu pa bomo predstavili samo razstavo.

Rusija, ne smemo pa pozabiti tudi zelo močne udeležbe Francije, ustanov EU in posamične udeležbe firm in ustanov iz npr. Slovenije in Avstrije.

- V teh treh dneh si je razstavo ogledalo več kot 25.000 obiskovalcev, kar pomeni 4-odstotno povečanje glede na prejšnje leto, ki so se seznanili s trendi tržišča in inovacijami, ki jih je predstavilo 360 razstavljalcev na 130 razstavnih prostorih (javne ustanove, industrijske organizacije, regije, državni paviljoni, visokošolsko izobraževanje, konzulentske firme, ...) in se udeležili mnogih organiziranih konferenc.

kako se lahko institucije in mala podjetja prijavijo s projektom. Poseben poudarek je bil na mobilnosti raziskovalcev znotraj EU. EU je imela tudi poseben razstveni prostor, ki je prikazoval prognozo katastrofalnih učinkov globalnega segrevanja okolja na Arktiko. Tovrstne raziskave EU izdatno podpira. Na številnih znanstvenih (mini)konferencah so nekateri vidni strokovnjaki predstavili raziskovalne smernice EU v naslednjih letih, upravljanje s tveganji v naravi (poplave, neurja, ...), evropske raziskave o klimatskih spremembah, raziskave o specifičnih boleznih, elektromagnetna sevanja in njihov vpliv na zdravje in največji razisko-

■ Nekateri poudarki

- SERI je vsekakor dal pomembne odgovore na glavne izzive, ki jih danes doživlja naš planet. Ti so bili ključne točke razstave in tudi konferenčnega programa. Obsegajo zlasti probleme in rešitve onesnaževanja okolja in toplogrednih plinov, varčevanja z energijo v industrijskem okolju in gospodinjstvih, obnovljive vire energije, recikliranje, uporabo biološko razgradljivih materialov, medicine, vplive in posledice informatizacije družbe, razvoj inovacijsko učinkovitega okolja. V teh treh dneh so se zvrstile kar 103 konference s teh in drugih raziskovalnih področij.
- V 4 letih je postal SERI enkratno evropsko stičišče, ki združuje raziskovalne, razvojne in inovacijske sile, saj omogoča medsebojno komunikacijo, mreženje in razvoj javno-zasebnih projektov.
- Skupna razstavna površina je bila 14.850 m².
- SERI privlači vsako leto več profesionalcev in postaja mednarodni dogodek, ki ga ne smemo spregledati. Letos se je v večjem obsegu predstavilo kar 15 držav: Nemčija, Belgija, Egipt, Finska, Grčija, Madžarska, Izrael, Italija, Luksemburg, Malta, Romunija, Združene države, Švica, Velika Britanija in



Razstveni prostor francoskega Ministrstva za visoko šolstvo in raziskave

- Glavni televizijski in radijski mediji so poročali o mnogih različnih inovacijah in inovativnih tehnologijah, ki vplivajo na vsakodnevno življenje in so bile predstavljene na razstavi.

Največja razstavna prostora v osrednjem delu razstavišča sta pripadala Evropski skupnosti in francoski državi. Na razstavnem prostoru EU (Generalni direktorat za raziskave) je bilo moč dobiti številne informacije o okvirnem programu FP7,

valni projekt – ITER, razvoj fuzijske energije.

Francosko ministrstvo za višje izobraževanje in znanost je predstavilo zlasti možnosti šolanja v visokošolskem izobraževalnem sistemu Francije (tudi za tujce) in možnosti zaposlovanja v raziskovalnih ustanovah. Francoska država je organizirala tudi poseben, zelo obiskan prostor, namenjen individualnim razgovorom v zvezi z zaposlitvijo v raziskovalnem sektorju.

Finska kot ena od raziskovalno in inovativno najmočnejših manjših držav je bila na razstavi častni gost. Predstavili so glavne raziskovalne inštitute, univerze in podjetja, katerih bistvena naloga je utiranje poti od raziskav do komercialnih aplikacij in promocija mrež med javnim in privatnim sektorjem s poudarkom na trajnem razvoju, energiji in okolju.

Bogate razstavne prostore so imele tudi velike francoske raziskovalne institucije (tudi združenja in mreže) in podjetja, kot so Instituts Carnot, CNSR, Saint Gobain, Veolia in druge.

Association Instituts Carnot zajemajo mrežo 33 posamičnih inštitutov, razporejenih po vsej Franciji s kompetencami na mnogih področjih – od mikro- in nanotehnologij, materialov, energije in okolja, pogonskih goriv in kemije, geoznanosti, biotehnologije in tehnologij zdravja do upravljanja s habitati, bivalnimi prostori in teritoriji. Zaposlujejo 12 % javnega raziskovalnega osebja. Upravljajo z več kot 45 % raziskav v kooperaciji s podjetji, ki jih vodijo javni laboratoriji. Imajo 12.800 stalnih raziskovalcev in 6.500 doktorandov. Letni proračun je 1.300 M€, od tega 470 M€ v partnerstvu z industrijo.

CNSR (Centre national de la recherche scientifique – Nacionalni center za znanstvene raziskave) je še večja ustanova od Carnota. Je največja evropska organizacija, ki se ukvarja z bazičnimi raziskavami. Ima 26.000 stalno zaposlenih, od tega 11.600 raziskovalcev, ostali so inženirji in podporno osebje, imajo 3.277 M€ proračuna in od tega 588 M€ s pogodbami. Glavna področja dela so: matematika, fizika, geologija in astronomija; kemija; biologija; humanistične znanosti in sociologija; okoljevarstvene znanosti in trajni razvoj; informacijske in inženirske znanosti in tehnologije.

Saint Gobain je multinacionalka, ki z 207.000 zaposlenimi deluje v 57 državah sveta in proizvaja, procesira in distribuira napredne materiale, ki se uporabljajo v vsakodnevem življenju. 50 % avtomobilskih stekel v Evropi proizvaja prav Saint Gobain.



Razstavni prostor EU s prikazom prognoze segrevanja ozračja v območju Arktike

Vodilni so v izdelavi stavbnega stekla, steklene embalaže, izolacijskih materialov v gradbeništvu, vodovodnih cevi, plastike, kristalov, keramike itd. Okrog 3.500 ljudi dela v raziskavah in razvoju z letnim proračunom 370 M€.

Veolia je še eno mednarodno podjetje, ki ima 270.000 zaposlenih skoraj po vsem svetu in glavnino od 28.600 M€ prihodkov (2006) ustvari z (okoljskim) upravljanjem z vodo, odpadki, energijo in potniškim transportom, ki ga opravljajo tudi v Sloveniji. Okoljsko tematico, vključno z urbanističnim urejanjem bivalnega okolja, so predstavili na razstavi v Parizu.

Tudi francoska kozmetična industrija ima svojo raziskovalno mrežo, imenovano Cosmetic Valley.

Svojo razvojnoraziskovalno ponudbo so bolj ali manj celovito predstavili Švicarji, Madžari, Romuni, Rusi in nekatere večje francoske regije: Champagne-Ardenne, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Picardie in druge. Regija Midi-Pyrénées z glavnim mestom Toulouse je center francoskih vesoljskih raziskav in ima močno letalsko industrijo. Region

Picardie je med drugim predstavila ekološke (biološko razgradljive) materiale na osnovi kmetijskih odpadnih materialov, npr. slame. Sodelovale so tudi številne francoske pa tudi tuje univerze in mnoge firme (npr. Siemens z obnovljivimi viri energije) in raziskovalne ustanove, ki jih zaradi omejenosti prostora enostavno ne moremo omeniti.

SERI omogoča vpogled v trende evropske raziskovalne politike, v načine sofinanciranja, najnovejše razvojnoraziskovalne smernice in stanje inovacij v Evropi. Na razstavi je bilo izpostavljeno delo s človeškimi viri – od možnosti šolanja, zaposlovanja v raziskovalnem sektorju pa do mobilnosti raziskovalcev. Drug pomemben poudarek je bil na javno-privatnem sodelovanju, skupnih projektih, prenosu znanja in sofinanciranju zlasti inovativnih projektov malih podjetij. Ker je SERI v celoti koncentriran v raziskovalno inovacijsko dejavnost, ki je ključ uspešnega razvoja neke družbe, bi bila v prihodnje dobrodošla tudi slovenska udeležba v organizaciji ustreznega ministrstva.

*Dr. Gorazd Hlebanja,
Fakulteta za strojništvo Ljubljana*

AUTOMATICA – mednarodni sejem za avtomatizacijo – montaža, robotika in vid

Sejem AUTOMATICA, ki je bil med 10. in 13. junijem na novem sejmišču v Münchnu, je po končnih podatkih obiskalo več kot 30 tisoč obiskovalcev iz 90 držav. Pomemben je 22-odstotni delež obiskovalcev iz tujine, saj tako postaja sejem vedno bolj internacionalen. Na njem je bilo 870 razstavljalcev, med njimi 41 nenemških, tudi iz Slovenije. Po poročilih in pogovorih so bili razstavljalci zelo zadovoljni s pogovori in spremljajočimi dejavnostmi in se bodo udeležili tudi AUTOMATICE 2010. Podatki povedo, da je sejem strogo specializiran s poudarkom na robotiki in vidu in v manjši meri avtomatizirani montaži in da ga obiščejo predvsem strokovnjaki, ki se želijo seznaniti z najnovejšimi dosežki ter postaviti temelje za nadaljnje komercialne dogovore.

Tako kot že prejšnja dva sejma je bil tudi ta osredotočen na področja komponent, sistemov in inovacij v:

- montaži in stregi,
- robotiki,
- strojnem vidu,
- pozicionirnih sistemih,
- pogonski tehnologiji,
- senzoriki,
- krmilnih sistemih in krmilnih tehnologijah,
- programski opremi,
- servisu in vzdrževanju.

Poseben poudarek je bil namenjen raziskavam na področju montaže, robotike in senzorike ter povezanih tehnologij.



V času sejma je bil organiziran tudi kongres ROBOTIK 2008, tokrat je bil to peti po vrsti.

Posebne pozornosti so bila deležna tudi mala in srednje velika podjetja – SME (small and medium sized enterprises) in njihove inovacijske sposobnosti.

Ob že pregovorno brezhibni organizaciji in skrbi za zadovoljstvo obiskovalcev je bilo tisku namenjeno posebno središče ter veliko število predstavitev, ki so jih razstavljalci pripravili za novinarje. Zainteresirane pa je že v času priprave na sejem redno obveščal elektronski časopis Automatica Aktuel, kjer je mogoče najti številne prispevke in mnenja o posameznih razstavljalcih in trendih na trgu robotike, vida in montažnih sistemov.

■ Robotika

Glede na število razstavljalcev in prostor, ki so ga ti zasedali, bi lahko rekli, da je to sejem robotike, robotske periferije in aplikacij robotov. Na sejmu so bila tudi tokrat prisotna vsa velika podjetja in številna manjša, ki izdelujejo in prodajajo robote v Nemčiji in v državah, ki so močno povezane z nemškim gospodarstvom. Tako so sodelovali KUKA, Fanuc Robotics, Reis Robotics, Motoman, Cloos, Denso, Adept, Stäubli, Epson in drugi. Ustrezen prostor je zavzel tudi Schunk s prijemali.

Podjetja, kot so ABB, Fanuc, Kuka in Motoman, so prikazala sposobnost uspešnega uveljavljanja na mednarodnem trgu. Prodaja robotov v svetu je bila v preteklih letih uspešna. V letih 2006 in 2007 je porasla za 22 odstotkov in tako dosegla 2,1 bilijon evrov. Zahvala gre prav inovativnosti in vlaganju v razvoj pri številnih proizvajalcih robotov in opreme za avtomatizacijo. Po napovedih VDMA – Zveze združenja nemških

inženirjev – je mogoče tudi v letu 2008 pričakovati nadaljnji porast prodaje robotov za 12 %. Prebrati je mogoče tudi, da se bo kmalu prodal milijonti robot.

Na sejmu AUTOMATICA 2008 so bili tako prikazani mali, hitri in namenski roboti za barvanje in varjenje in številne periferne enote. Prikazanih je bilo veliko že tradicionalnih sistemov, vendar je bilo tudi veliko prvih predstavitev. Za obiskovalce strokovnjake za avtomatizacijo proizvodnje so še posebej skrbno pripravili robote, ki so izvajali številne praktične naloge v ustreznem okolju.

Pri tem je treba izpostaviti, da so novi roboti glede na potrebe uporabnikov, kar je bil trend že v preteklosti, večjih nosilnosti, manjše lastne mase in imajo ustrezno dinamiko. Novi pogonski koncepti omogočajo celo večje pospeške in hitrosti posameznih osi. Kupci pogosto zahtevajo modele robotov z votlimi povezavami in zapestjem. Razlog je enostaven: zaščita kablov in konektorjev za prenos energije in informacij. To še posebno velja za robote v prehrabeni industriji, kjer se predvsem zaradi enostavnejšega in boljšega čiščenja vedno več uporabljajo. Tudi vzdrževanje je cenejše, saj je manj poškodb kablov. Čiste rešitve so sicer nekoliko dražje, vendar prednosti upravičujejo njihovo uporabo.

Kuka je predstavila ogromen robot pravega titana, ki lahko nosi maso do 1000 kg.

Moto ABB Robotics je bil tokrat: Naši roboti lahko vidijo, čutijo in so varni ter zanesljivi. Predstavili so vrsto inovacij, vendar pa so v ospredje postavili novo generacijo robotov IRB 360 in robot IRB 6640. IRB 360 je družina paralelnih robotov za prijemanje in prelaganje bremen do mase 3 kg. So izredno hitri. Firma Bosch jih je namestila za različne namene, ne



Sodelujoči roboti ABB

samo v avtomobilski, ampak tudi v prehrabeni industriji okrog 1800. Primerni so za delo v čistem okolju v nerjavni izvedbi z dolžino gibov do 800 mm. Vsekakor so plod desetletnih izkušenj in stalnih inovacij.

ABB je svoj robot IRB 6640 predstavil v novi preobleki z večjo nosilnostjo (do mase 235 kg), izboljšano sledljivostjo poti z uporabo druge generacije TrueMove in Quick Move, z natančnostjo položaja $\pm 0,1$ mm, enostavnejšim načinom vgradnje in namestitve in s preskušeni komponentami, ki zagotavljajo enostavno vzdrževanje.

Motoman je na sejmu predstavil široko ponudbo robotov in primerov avtomatizacije kakor tudi modularno grajenih pozicionirnih in vpenjalnih sistemov.

Predstavil je celovit spekter robotov, med njimi 6-osne robote z nosilnostjo med 3 in 600 kg, robote za paletiranje z nosilnostjo 80 do 500 kg, konzolne robote, robote, namenjene za lakiranje, z dosegom 1457 do 290 mm, posebne varilne robote za točkovno varjenje, robote SCARA in do 15-osne dvoročne robote. Identični krmilniki za vse tipe robotov omogočajo uporabnikom krajše čase uvajanja v proizvodnjo in enostavnejše učenje.

Montaža

Število razstavljalcev montažnih sistemov in komponent je bilo skromnejše kot robotov, vendar je bilo med njimi nekaj reprezentativnih, kot so Bosch Rexroth s svojimi paletnimi sistemi in moduli, team technik, FlexLink, Rohwedder s preciznimi montažnimi sistemi oziroma Mini-Factory, Maschinen und Anlagen GmbH in drugi.

Tri ključne točke so bile opazne na področju montaže: pospešitev faze načrtovanja montažnih sistemov, vzdrževanje in omogočanje visoke

kakovosti v planiranih rešitvah, hibridni sistemi z modulno integracijo različnih korakov procesa montaže ter mikromontaža z novimi rešitvami pri prijemanju in pozicioniranju. Tako kot na prejšnji Avtomatiki je tudi tokrat »state of the art« integracija testiranja funkcij izdelka v proces montaže.

Z najvišjo stopnjo modularnosti in standardizacije je podjetje Mikron Assembly Technology predstavilo koncept montažnih sistemov G05. Tehnična odličnost vključuje stalen proces izboljšane učinkovitosti s statistično obdelavo napak in ustreznih korekcij. Sistem omogoča tudi do 100 delovnih ciklov na minuto. Montec rešuje zahteve po fleksibilnosti z modularnimi strežnimi komponentami in transportnim sistemom Montrac. Montažni sistem je povezan z avtomatično krmiljenimi vozilki v proces proizvodnje in logistike. Posebne izvedbe avtomatičnih vozil – mobilnih robotov lahko oskrbujejo sestavljence z električnim napajanjem tudi med prevozom.

V pogovorih s proizvajalci montažne opreme za avtomobilsko industrijo je bilo zaznati enake ugotovitve, kot jih je za glasilo AUTOMATICA Actuel povedal Joachim Rohwedder. Pri odločitvah za dobavitelja montažne opreme so še vedno pomembni koncept, tehnične karakteristike, cena in čas dobave. Vedno pogosteje pa



Roboti Motoman v akciji



Modulni montažni sistem Cora – ZBV Automation

se pojavlja pomen internacionalizacije, saj kupci opreme, ki prenašajo svojo proizvodnjo v tujino (v dežele z nižjimi stroški delovne sile), želijo servis na kraju samem. Drugi aspekti so odgovornost in preverjena jamstva. V ta okvir kupci uvrščajo zavarovanje za čas izpada opreme kakor tudi prevzemanje odgovornosti, zamenjavo komponent in vračanje neustreznih komponent. Zato se načrtovalcem montažne opreme nalaga velika odgovornost pri upravljanju z riziki.

Variantnost, ki je povezana z montažo različnih izdelkov, ali variant istega izdelka se predvsem zaradi visokih investicijskih stroškov običajno rešuje s hibridnimi in delno avtomatiziranimi sistemi. Popolna avtomatizacija pa je še vedno namenjena predvsem za montažo masovnih izdelkov.

Večje število razstavljalcev je prikazalo nekaj novih komponent za montažo in tudi standardne programe. Med njimi so različna vodila, transportni sistemi, urejevalniki in dodajalniki sestavnih delov, sodobna in ergonomsko oblikovana ročna delovna mesta kakor tudi pnevmatične komponente. Med drugim je bil predstavljen nov 150-watni totalnik, ki omogoča hitrejšo lotanje in ga je mogoče integrirati v krmilje robota. Hitre preureditve zagotavlja enostavna menjava totalnih konic.



Urejevalni sistemi na sejmju

Strojni vid

Ponovno je bilo mogoče zaključiti, da avtomatizacije z roboti in avtomatizacije montaže ni mogoče uspešno realizirati brez ustrezne sensorike in prav strojni oziroma robotski vid ter pripadajoča strojna in programska oprema so vedno bolj v ospredju. Po podatkih je samo v nemškem prostoru stopnja rasti v zadnjih dveh letih prodaje opreme in sistemov za obdelavo slik porasla za 45 %.

Razstavljalci so prikazali nove kamere, programsko opremo, integrirane sisteme (prijemala z vgrajeno kamero) ter primere uporabe vida v industrijskem okolju.

Programska oprema je pri analizi slike za sprejemanje zanesljivih odločitev ključnega pomena. Pogosto se zahteva obdelava slike v zelo kratkem času, hkrati pa je treba kompenzirati neželene učinke spreminjajoče se osvetlitve, optike in zbiranja slik. V zadnjem času je veliko komponent že standardiziranih. Tako podjetje MVTec Software GmbH nudi standardne programe, ki so bili že mnogokrat preverjeni v praksi. Z uporabo standardne programske opreme je razvoj novih projektov uporabe strojnega vida hitrejši in enostavnejši. Vsekakor so razlike med zaprtimi in odprtimi sistemi. Zaprti sistemi so običajno cenejši, vendar niso ustrezni za veliko večino novih primerov uporabe. So enostavno grajeni in ne zahtevajo usposobljenih programerjev. Sistemi »component based« so relativno prilagodljivi in splošno uporabni, toda omejeni na okolje Windows. Programske knjižnice so visoko fleksibilne in univerzalne, lahko



Integracija kamere in osvetlitve za prijemala – zaznavalo SRV

pokrivajo zahteve strojnega vida in so dražje. Primerne so za programerje, ki razvijajo kompleksne aplikacije.

Kot plod sodelovanja med podjetjem Schunk – prijemala – in podjetjem Vision & Control je nastalo zaznavalo za vgradnjo v prijemalo. S takimi prijemali, ki hkrati vidijo in prijemajo, je mogoče popolnoma nadzorovati sestavne dele med prijemanjem in vstavljanjem.

Zanesljivo prijemanje neurejenih delov in razpoznavanje sestavnih delov v 3D-prostoru je problem, na katerega se je osredotočilo podjetje VMT Bildverarbeitungssysteme GmbH. Razvili so rešitev z uporabo laserskih senzorjev. Preverili so jo na prijemanju zavornih diskov.

Kot razstavljalce je treba omeniti še podjetji STEMMER IMAGING GmbH in VITRONIC Dr.-Ing.Stein Bildverarbeitungssysteme GmbH, ki sta bili prisotni na vseh sejnih do sedaj, ter podjetji Baumeroptic in Rauscher, ki sta prikazali nove visokozmogljive kamere. Značilno, da so to predvsem visokotehnološka mala in srednje velika podjetja, ki se za uspešne aplikacije povezujejo s proizvajalci

robotov in robotske periferije.

■ Raziskovalni dosežki na sejmu

Za obiskovalce so na sejmu vedno zanimive predstavitve raziskovalnih inštitutov in univerz. Med njimi še posebej izstopata Fraunhoferjev inštitut in Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR).

Predstavili so različne primere uporabe mobilnih robotov in tudi nekatere vizionarske raziskave. Izpostaviti je mogoče humanoidne servisne robote, večnoge robote, robotske roke in nove generacije senzorjev za robote in za uporabo robotov v montaži.

■ Robotik 2008

V okviru sejma je bila organizirana peta nacionalna konferenca Robotik 2008, na njej so sodelovali tudi predavatelji iz tujine. Plenarna govornika sta bila prof. Massayuki Inaba s tokijske univerze in prof. Thomas Christaller iz Fraunhoferjevega inštituta za inteligentne sisteme IAIS v St. Augustinu.

Številna plenarna zasedanja so obravnavala raziskovalne in razvojne

dosežke na področjih, kot so:

- zaznavala in pogoni za nova področja uporabe robotov,
- novi vidiki regulacije v robotiki,
- razvoj sistemov in novih modulov v robotiki,
- komponente za avtomatizacijo z roboti,
- programiranje in načrtovanje gibanj stabilnih in mobilnih robotov,
- uporaba servisnih robotov,
- uporaba senzorsko vodenih robotov v industrijskem okolju,
- zaznavanje okolja in določanje položaja robotov,
- programiranje in simulacija v robotiki,
- komunikacije robot-človek,
- industrijski roboti v praksi,
- kinematika robotov.

Automatica 2008 je sicer zaprla vrata, vendar se že ozirajo v prihodnost in v naslednji sejem, ki bo od 8. do 11. junija leta 2010, prav tako z aktivnim sodelovanjem VDMA.

Viri

- [1] <http://www.automatica-muenchen.de/>
- [2] Automatica Actuell 01/07
- [3] Automatica Actuell 02/07

Dr. Dragica Noe

Wise Technologies, d. o. o., na sejmu Automatica 2008

Podjetje Wise Technologies, d. o. o., tesno sledi razvoju najnovejših tehnologij in rešitev v avtomatizaciji tudi z udeležbo na sejmih, kot je npr. Automatica 2008 v Münchnu, kjer smo suvereno izmenjali izkušnje s tujimi inženirji in integratorji.

Močno opazen je bil trend sinergije prilagodljive robotske manipulacije in strojnega vida. Tovrstna aplikacija lahko izvršuje naloge, kot npr.: vodenje robota pri odvzemu, določanje konture obdelave za finalizacijo srha, varjenje in kontrola kvalitete tega, poslikava za kontrolo prisotnosti sestavnih delov, orientacije, kontrolo tipa, položaja v prostoru itd.



Humanoidni robot, ki vam natoči pivo iz steklenice

Tako robot in aplikacija strojnega vida ponujata prilagodljivost na različne tipe, geometrije, parametre kontrole zgolj na nivoju programskega dela aplikacije. Slednja je hitra,

ponovljiva in zanesljiva.

Celoten spekter naštetih aplikacij strojnega vida obvladuje tudi Wise Technologies, d. o. o., ki omogoča integracijo v različne robotske oz. avtomatizacijske platforme preko industrijskih standardnih oz. uporabniško namenskih vmesnikov in protokolov komunikacije.

Wise Technologies je na sejmu vzpostavil strateške povezave z evropskimi zastopniki in integratorji opreme in storitev s področja avtomatizacije, izmenjal izkušnje, reference in zahteve, vzpostavil sodelovanje na konkretnih izzivih.

*Robert Modic,
Wise Technologies, d. o. o., Ljubljana*

Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

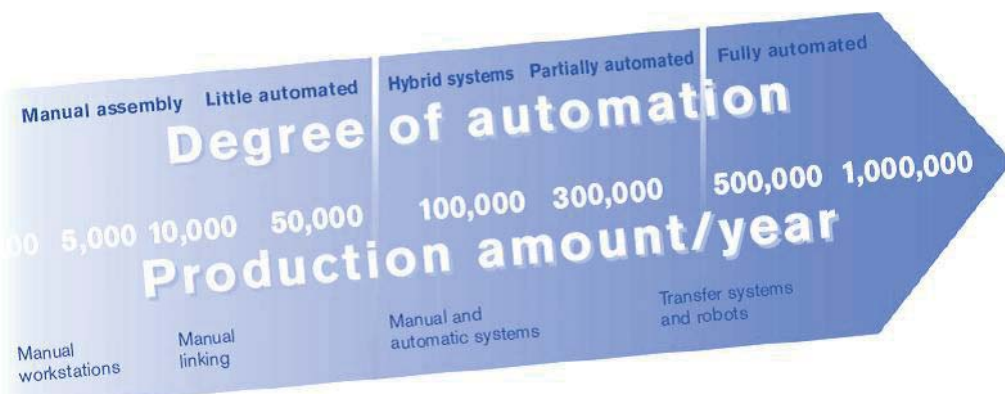
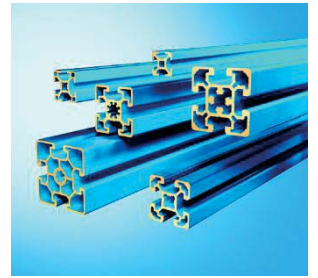
Izkušnje in kvaliteta



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

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

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



OPL

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

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

www.opl.si

14. mednarodno posvetovanje vzdrževalcev Hrvaške (14. međunarodno savjetovanje ODRŽAVANJE 2008)

14. mednarodno posvetovanje vzdrževalcev Hrvaške je tako kot lani potekalo v Šibeniku v hotelu Ivan, ki je del hotelskega kompleksa Solaris. Letos je bilo skoraj tri tedne kasneje: od 3. do 5. junija. Tudi letos sta bila pokrovitelja *Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa* in *Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva*. Vsak udeleženec je prejel **Zbornik radova ODRŽAVANJE 2008 – MAINTENANCE 2008 – INSTANDHALTUNG 2008**. Zbornik ima 278 strani in je izšel v nakladi 300 izvodov.



Pred otvoritvijo konference

Programsko-recenzijski odbor posvetovanja in zbornika je štel 15 članov; od tega 5 domačih in 10 iz tujine. Na izdanem seznamu so evidentirani 203 udeleženci, od tega 11 iz tujine, med njimi štirje iz Slovenije. Dva od štirih sva sodelovala aktivno – s prispevkoma. Podpisani sem predstavil prispevek z naslovom *The Maintenance of Hydraulic Systems in Larger Industrial Undertakings*. V zborniku je objavljenih 30 prispevkov, poleg teh pa še 2 prevedena iz angleškega v hrvaški jezik.

Prispevki so razdeljeni v 7 tematskih sklopov: **1. Strategije u upravljanju sustavima održavanja** (5 prispevkov), **2. Procesi i logistika u održavanju** (7), **3. Kvaliteta i norme u održavanju** (2), **4. Informacijski sustavi u održavanju** (2), **5. Izobrazba u održavanju** (1), **6. Tehnologije održavanja** (10), **7. Pouzdanost i održavanje** (3).

Organizacija je bila na solidnem nivoju, vendar kljub vsemu nekoliko slabša kot prejšnje leto. To gre pripisati nenadni smrti dolgoletnega vestnega in delovnega tajnika Tomislava Šarčevića v začetku letošnjega leta. Za organizacijo sta skrbeli dva odbora: **programsko-recenzentski** in **organizacijski odbor**. Tretji dan posveta so organizirali tudi izlet z manjšo ladjo v okolico Šibenika z ogledom tamkajšnjih znamenitosti.



Udeleženci med predavanjem

Če primerjam organizacijo tega srečanja z vsakoletnim posvetom (TPV) Društva vzdrževalcev Slovenije (DVS) na Rogli, je slovenski posvet predvsem strokovno, pa tudi organizacijsko žal na nižjem nivoju. Navedeni hrvaški ministrstvi sta že več let pokrovitelja njihovih posvetovanj, pa tudi fakultetna sfera je na Hrvaškem bolj vključena v delovanje društva kot pri nas, kjer to sodelovanje žal vse bolj usiha.

*Dr. Jože Pezdarnik, FS Ljubljana
Foto: Jože Pezdarnik*

Odprtje prenovljene knjižnice

V torek, 17. junija, smo v knjižnici Fakultete za strojništvo v Ljubljani slovesno odprli prenovljene čitalniške in študijske prostore.

Prenovljene prostore je s slavnostnim govorom predstavil in odprl dekan prof. dr. Jože Duhovnik ob prisotnosti vseh prodekanov, drugih vabljenih profesorjev, zaposlenih delavcev knjižnice in tehničnih sodelavcev.

Knjižnični prostori so bili nazadnje prenovljeni leta 1997, tako da je bila obnovitev notranje opreme, predvsem stolov in miz, dejansko nujno potrebna. Nova oprema zagotavlja bistveno boljšo ergonomijo študijskega okolja ter funkcionalnejšo uporabo prostorov.

Udobnejši in bolj ergonomsko zasnovani stoli in pravilneje oblikovane delovne mize omogočajo študentom in uporabnikom čitalniško-studijskih prostorov učinkovitejše in kakovostnejše delo, predvsem pa boljše počutje ter bistveno manj težav pri dolgotrajnejšem sedenju. Izbor svetlejših barv in materialov je pripomogel k večji svetlosti vseh prostorov in posledično ustvaril tudi prijaznejše okolje.



Slavnostni govor dekana FS, prof. dr. Jožeta Duhovnika ob otvoritvi

Sedaj je v čitalniških prostorih poleg izposoje zagotovljena še možnost nakupa študijskih učbenikov. To študentom omogoča hitrejše in enostavnejše pridobivanje študijske literature – »vse na enem mestu«.

Prenovljeni prostori poleg tega nudijo še 58 sedežev s sedmimi računalniškimi postajami za uporabo internetnih povezav, tiha čitalnica pa zagotavlja možnost nemotenga individualnega študija. V njej je na razpolago 30 sedežev, v obeh prostorih pa imajo študentje dostop

tudi do brezžičnega izobraževalnega omrežja Eduroam.

Prenovljeni študijski in čitalniški prostori zagotavljajo študentom naše fakultete, v katerih se vsakodnevno zadržujejo osem, deset ali več ur, udobnejše in prijaznejše študijsko okolje.

Gregor Erjavec,
vodja knjižnice FS Ljubljana



Študentje v prenovljenih čitalniških in študijskih prostorih

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



VENTIL
REVUIA 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



SERVIS HIDRAVLIKE

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

la & co

Sinergija premikanjal
Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.

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

Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo

Enkratni način uravnoteženja – sinhrona dvizna naprava omogoča največjo varnost pri vzdrževanju 5 000-tonskega rudarskega bagerja v Loy Yangu

V Avstraliji so razvili v svetu najnaprednejši sistem za dviganje velikih bremen, ki zagotavlja največjo varnost in natančnost postopkov pri vzdrževanju velikega bagerja v enem največjih površinskih premogovnikov na južni polobli.

Pomnilniško krmiljeni *Enerpac*ov sinhroni dvizni sistem je zgradila fir-

krogel s premerom 200 mm in težo 32 kg. Njegova skupna teža je 5 500 t in ima dnevno kapaciteto izkopa 60 000 t.

Uspešno dviganje in uravnoteženje tako velike nadgradnje kaže na vsestransko uporabnost sinhronega dviznega sistema v industriji kot tudi pri visokih in nizkih gradnjah, za ravnanje s težkimi konstrukcijskimi strukturami, zgradbami, mostovi, naftnimi ploščadmi, ladjami, turbina-

največjo varnostjo in najmanjšimi izgubami časa je opravila delovna skupina po vodstvom *David*a *Littla* – vodje montaže v firmi *Silcar* – za vzdrževanje tehnično zahtevnih naprav.

Naloga dviganja in spuščanja za 250 mm v dveh korakih je bila izvedena s sinhronim sistemom *Enerpac*, ki obsega šest 630-tonskih hidravličnih valjev v parih na treh podpornih točkah.



Slika 1. 5 000 t težek bager za dnevni kop premoga v Loy Yangu – Avstralija, z dolžino okoli 200 m in višino okoli 55 m

ma *Hydraulic and Pneumatic Pty Ltd* v Morwellu in ga v sodelovanju s *Plant Performance Group Pty Ltd* predala v obratovanje na bagerju *Dreger 16* na površinskem kopu v Loy Yangu. Sistem zagotavlja natančnost dviganja in največjo varnost ob sočasnem nadzorovanju težišča 2 200 ton težkega bremena.

Dreger (bager) 16 je daljši od MCG (Melbourne Cricket Ground – 200 m) in višji od 16-nadstropne hiše (55 m), njegov kotalni ležaj vrtljive nadgradnje pa ima premer 15,2 m in 177

mi, generatorji, rudarskimi napravami ipd., pa tudi s težko in občutljivo električno in računalniško opremo.

Dviganje nadgradnje Dregerja 16 pri pregledih in drugih vzdrževalnih delih, npr. kotalnega ležaja tega ogromnega stroja, zagotavlja izbrana sinhrona dvizna tehnologija z digitalnim sinhronim krmiljenjem med vodilno in naslednjimi točkami dviganja z natančnostjo 0,1 mm.

Zahtevne naloge pri izvajanju postopkov dviganja in spuščanja z

Vodja projekta *Tom Lamin* iz *Plant Performance Engineeringa* je po naročilu podjetja *Loy Yang Power* poročal, da so postopki dviganja in spuščanja potekali brezhibno. Nadgradnja je bila dvignjena 7. maja in 13. maja zopet spuščena. Težka naloga sinhronega dviganja je potekala natančno in tekoče ob hkratnem nadzoru težišča s prikazovanjem v realnem času.

Robert Lewis, vodja prodaje pri *Hydraulic and Pneumatic*, je poudaril, da je naloga zahtevala temeljito planiranje, če so hoteli zagotoviti največjo varnost in najmanjše časovne izgube zaradi zastojev. Naročnik je bil pač največji rudnik rjavega premoga z dnevnim kopom na južni polobli. Loy Yang obratuje neprekinjeno 24 ur na dan in dobavlja okoli 30 milijonov ton rjavega premoga letno, s čimer pokriva polovico potreb po električni energiji v zvezni državi.



Slika 2. Kotalni ležaj vrtljive nadgradnje bagerja s premerom 15,2 m in 177 kroglami (s premerom 200 mm in težo 32 kg)



Slika 3. Frezalno kolo Dregerja 16 z dnevno kapaciteta izkopa 60 000 t

»Vse je predimenzionirano – krmilni krog je ogromen in večji od krmilnega kroga marsikatere ladje, naloga je morala biti izvedena neskončno pazljivo in natančno, da so bili izpolnjeni ekstremni varnostni standardi naročnika.«

Hydraulic and Pneumatic je uporabil sinhroni dvizni sistem v modelski izvedbi osmih podpornih točk z več hidravličnimi valji zmogljivosti od 10 do 1 000 t. Največji modeli omogočajo do 64 nadzornih točk. Uporabljena je bila hidravlična tehnologija, ki ustreza sodobnim zahtevam natančnega dvigavanja ob največji varnosti in zanesljivosti, značilnih npr. za raketne izstrelitvene ploščadi (za rakete Ariane), naftne ploščadi v Severnem morju ali težko rudarsko in ladjedelniško opremo v Avstraliji.

»Poleg natančnega delovanja in prikazovanja podatkov o težišču stroja mora dvizni sistem zanesljivo delovati tudi v grobih okoljskih razmerah – pri onesnaženju s premogovim prahom.«

»Morali smo biti stoo odstotno prepričani, da bo skupaj z *Enerpacom* razviti tehnološki paket deloval absolutno varno in zanesljivo! In smo tudi bili!«



Slika 4. Poškodovana krogla kotalnega ležaja



Slika 5. Ena od treh podpornih točk bagerja s parom hidravličnih dviznih valjev s posamično nosilnostjo 630 t

Nadzor hidravličnega premikanja

Enerpacov inženir *Ray Paasila* meni, da je varnost v bistvu že vgrajena v sinhroni dvizni sistem, »saj v postopku avtomatskega dvigavanja programska oprema skrbno nadzoruje vsako podporno točko oz. vsak valj. Sočasno nadzoruje tudi, katera podorna točka je v najvišjem in katera v najnižjem položaju in ali sta znotraj dovoljenih odstopkov. Če je potrebna ustrezna korekcija, se 2/2-potni krmilni ventil kratkotrajno odpre, tako da dobi nižji valj hidravlični tokovni impulz za premik v novi položaj s sočasnim merilnim nadzorom. Ta proces korekcij je tako hiter, da delujejo releji za vkrmiljenje ventilov kot brezhibna stikala.«

Potek postopka dvigavanja (za vsako podporno točko) se lahko sledi na računalniškem zaslonu. Poleg tega ima računalniški program vgrajeno še dodatno nadzorno funkcijo, ki omogoča, da se sistem v vsakem trenutku tudi ročno zaustavi. Sicer pa je v sistem vgrajeno samodejno zaustavljanje in blokiranje vseh podpornih točk v danem položaju, če gre kaj navzkriž.

Dodatno ima sistem za precizno in breznapetostno sinhrono premikanje

A. Stušek – uredništvo revije Ventil

je objekta vgrajeno tudi možnost zapisovanja in dokumentiranja spreminjanja položaja posamezne podporne točke. Vse vrednosti se memorirajo za poznejšo uporabo v procesu krmiljenja. Pri zadovoljivem poteku procesa to poddobiljem in naročnikom zagotavlja enoznačno garancijo, da niso nastopale kakršnekoli preobremenitve materiala.

Enerpacovo dvižno tehnologijo so v Avstraliji že uporabili za številne integrirane tehnične rešitve visokopreciz-

nih nalog na področju gradbeništva, industrije in vzdrževanja, kot so npr.: razstavljanje velikega bagerja v premogovniku Curragh pri njegovem vzdrževanju, pri različnih fazah še nedokončane razširitvene gradnje 1,2 milijarde avstralskih dolarjev vredne nakladalne postaje za premog Dalrymple Bay Coal Terminal blizu Mackaya, za dvigovanje in tehtanje 80-tonskih sekcij pomola idr.

Preprosto in zanesljivo programsko logično krmilje z dotičnim računalniškim zaslonom in 700-barna

hidravlična naprava z ustreznimi gibi dvižnih valjev zagotavljajo kompleksna uravnoteženja včasih tudi delikatnih in potencialno nevarnih struktur.

Vir: Enerpac Marketing Communications – Einmaliger Balanceakt: Synchrone Hebevorrichtung maximiert Sicherheit für die Wartung eines 5 000 t schweren Kohlenbaggers von Loy Yang; Enerpac.

Priredil: Anton Stušek

Sinhroni dvižni sistemi



Vzdrževanje 3500 ton težkega Dragline bagerja za dnevni kop premoga s pomočjo Enerpac sinhronnega dvižnega sistema, v Avstraliji.



Za dvigovanje tega 5000 t težkega rudniškega bagerja je izbrana Enerpac sinhrona dvižna tehnologija za nadzor težišča 2200 t teže vrtljive nadgradnje pri vzdrževalnem pregledu in popravilu krogljčnega ležaja tega ogromnega stroja.

Enerpac je specialist na področju visokotlačne hidravlike in konstrukcije hidravličnih sistemov za krmiljeno in nadzorovano premikanje posebno 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
Willstätterstrasse 13 • D-40549 Düsseldorf • Deutschland
Tel: +49 211 471 490 • Fax: +49 211 471 49 28



www.enerpac.de
info@enerpac.com

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
28.-30.01.2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si



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

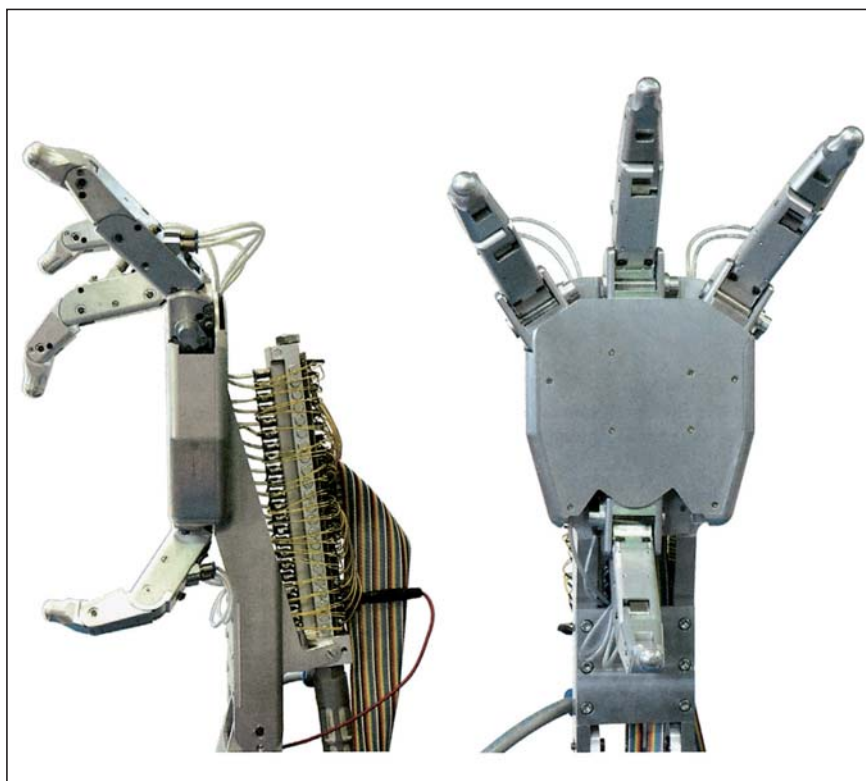
International Trade Fair
for Automation, robotics,
mechatronic, ...

icm
PASSION FOR PERFECTION
ifam@icm.si

Aachenska pnevmatična roka - primer integracije in miniaturizacije v pnevmatiki - kratek povzetek prispevka iz O + P 52(2008)6 - str. 286-290

Integracija senzorjev in ventilov s pogoni omogoča izvedbo kompaktnih modulnih enot tudi v pnevmatiki. Skupaj z miniaturizacijo pnevmatičnih sestavin to omogoča povsem nova področja uporabe v fluidni tehniki. Značilen primer takšne integracije in miniaturizacije je aachenska pnevmatična roka, ki so jo razvili na Aachenskem inštitutu za fluidno tehniko IFAS. Spoznanja in izkušnje pri tem so lahko vzpodbuda za razvoj in rešitve na drugih področjih uporabe pnevmatike.

Miniaturizacija servopnevmatičnih pogonov zahteva optimizacijo geometrijskih parametrov, upoštevanje in ocenjevanje neobičajnih načel pogona v povezavi z vsakokratnimi posebnimi zahtevami uporabe. Z opuščanjem standardiziranih sestavin in modifikacijo specifičnih izvedb senzorjev in njihovo integracijo v aktuatorje se lahko doseže precej večja stopnja miniaturizacije in sistemske integracije pnevmatičnih pogonov. Z zmanjšanjem prostornine oz. mase pa tudi dodatno izboljšanje njihove krmilnosti. Pri tem je velikokrat nujno ustrezno prilagajanje izbire ustreznih materialov. Uporaba alternativnih krmilnih struktur z uporabo cenениh diskretno delujočih ventilov brez zahtevnih



modulacij, kar večinoma omogoča tudi zmanjšanje skupne prostornine takšnih pnevmatičnih sistemov.

Rezultate in objavo teh dosežkov razvojno-raziskovalnega dela je omogočila nemška raziskovalna skupnost (*Deutsche Forschungsgemeinschaft*) s sofinanciranjem projekta: Koncepti prijema in njihovega krmiljenja za

servopnevmatično roko z več aktuatorji (*Regelungs in Greifkonzepte für eine multi-aktorielle servopneumatische Hand*).

Vir: Reinetz, O.: Integration und Miniaturisierung - Mögliche Potenziale in der Pneumatik am Beispiel der Aachen - IFAS - Hand - O + P 52(2008)6 - str. 286

Sejem vseh sejmov

Pokrovitelj: **HYPOGROUP**
ALPE ADRIA

41. MOS

MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

Celjski sejem, 10.-17. september 2008

www.ce-sejem.si

Pogoni črpalk s spremenljivo vrtilno frekvenco

Razvoj hidravličnega pogona obdelovalnih strojev in strojev za predelavo plastičnih mas je v preteklih desetletjih temeljil predvsem na povečanju moči (natančnosti) in skrajšanju delovnih ciklov. Za to so bili na voljo proporcionalni in regulacijski ventili ter izboljšanja bilance energije z uporabo elektrohidravlično krmiljenih črpalk s spremenljivo iztislino. V zadnjih letih pa gre razvoj izrazito v smeri varčevanja z energijo in zmanjšanja hrupnosti. Pri firmi *Rexroth* so na te izzive odgovorili z razvojem in uporabo črpalk s spremenljivo vrtilno frekvenco (drehzahlvariable Pumpenantriebe – DVP).

Takšne črpalke omogočajo ob nižanih nabavnih stroških tudi trajno znižanje pogonskih stroškov ob siceršnjem izpolnjevanju drugih zahtev uporabnika. Medtem ko se pri konvencionalnih pogonih črpalk s krmiljenjem iztislinske ta opravlja z asinhronim motorjem in se tok in tlak krmilita z notranjim krmilnim mehanizmom, se pri novi zamisli pogona uporablja črpalka s fiksno iztislino, krmiljenje pa opravlja s spreminjanjem vrtilne frekvence z regulacijo pretvornika. V časovnih presledkih, ko hidravlični tok ni potreben, ali v obdobjih delnih obremenitev frekvenčni pretvornik krmili vrtilno frekvenco pogonskega elektromotorja črpalke brez spreminjanja iztislinske. S tem se zmanjšata poraba električne energije in emisija hrupa naprave. V obdobjih večje potrebe po hidravlični energiji pa frekvenčni pretvornik ustrezno poveča potrebno vrtilno frekvenco.

Pri *Rexroth* so razvili dva načina uporabe tega načela krmiljenja. V



prvem primeru uporabljajo visokodinamični servomotor, ki omogoča visoke navore v zelo kratkih časih pospeševanja. Inteligentni frekvenčni pretvornik reagira na zahtevana stanja in v odvisnosti od dejanskega stanja, ki se meri s pomočjo odjemnika tlaka, regulira ustrezno vrtilno frekvenco. Ustrezna krmilna vezja so skupaj razvili strokovnjaki za hidravliko in elektromotorne pogone. Upoštevale značilnosti hidravličnega krmiljenja so realizirali avtomatično kompenzacijo njenih nelinearnosti. Ta rešitev zagotavlja pomembno znižanje stroškov energije, izgub hidravličnega pogona in emisije hrupa.

Druga inačica temelji na uporabi standardnega asinhronnega motorja za pogon črpalke. Dinamični frekvenčni pretvornik *Indra-Drive Fc* pa krmili vrtilno frekvenco elektromotorja in je

s pomočjo odjemnika tlaka v sklenjeni regulacijski zanki. Pri trajno nizkih vrtilnih frekvencah zahteva ta inačica pogona vgradnjo hladilnika električnega delovnega stroja. V primerjavi s servomotorjem je ta izvedba precej cenejša.

Obe izvedbi sta primerni tako za decentralno kot za centralno krmiljenje obdelovalnih strojev. V odvisnosti od zamisli stroja je frekvenčni pretvornik lahko vgrajen v ustrezno električno krmilno omarico ali neposredno na hidravlični agregat (glej sliko). Takšni pogoni so primerni tudi za vgradnjo pri rekonstrukciji obdelovalnih strojev oz. njihovih pogonsko-krmilnih naprav in tudi pri tem zagotavljajo pomembno znižanje pogonskih stroškov.

Po O + P 52(2008)6 – str. 322

Nov tesnilni material za prehrabeno industrijo

Tesnila za uporabo v prehrabeni industriji so glede izbire materiala posebno zahtevna in morajo ustrezati posebnim zahtevam in predpisom. Firma *Freudenberg* je za to področje razvila povsem nov material, ki naj bi imel »univerzalno uporabnost«.

Naprave in oprema v živilski industriji so stalno izpostavljeni kemično agresivnemu delovanju čistilnih sredstev in/ali sterilizacijskim tekočinam in param pri visokih temperaturah in tlakih. Zato so za to področje uporabni le redki tesnilni materiali, kot so npr: EPDM, FKM, HNBR in silikon (VMQ). Problemi nastopajo z njihovimi specifičnimi lastnostmi, slabimi, pa tudi dobrimi. To npr. velja za EPDM pri visokih koncentracijah maščob v mediju ali pri kontaktu z aromati. Perflor elastomeri (EFKM)

pa npr. nudijo številne obstojnosti, ki jih zahteva živilska industrija, vendar so tehnično »predobri« in zato predragi.

Ustreznega materiala za vso prehrabno industrijo z vsemi zahtevanimi lastnostmi do sedaj enostavno še ni bilo. Freudenberg je zato razvil nov tesnilni material pod oznako *Fluoroprene XP-40*, ki naj bi zapolnil vse dosedanje vrzeli.

Po navedbah izdelovalca naj bi imel univerzalno obstojnost proti vsem medijem v prehrabni industriji, kot so: visoke koncentracije maščob, aromati, kisline, lugji in pare. V primerjavi s perflor elastomeri je veliko cenejši. Ima ustrezno konformnost z *FDA 21 CFR 17:2600*, ki predpisuje primernost za kontakte z živili. Pre-

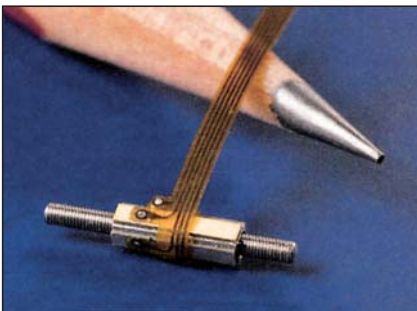
verjen je tudi po *3A Sanitary Standard Test 18-03 Klasse 1*.

Zahvaljujoč široki uporabnosti Fluoroprene XP-40 pomembno zmanjšuje potrebe po zalogah tesnilk in elastomernih sestavnih delov enakih imenskih velikosti, ki morajo sicer, ob različnih materialih, biti vedno v zalogi rezervnih delov. Da ne bi prišlo do neljubih zamenjav, so tesnilke, izdelane iz novega materiala, vedno v temno modri barvi.

Po Fluid 41(2008)6 – str. 32

Piezoelektrični motorji za raziskave in industrijo

Nova serija premočrtnih piezoelektričnih motorjev SQL sodi med najmanjše premočrtne motorje. Namenjeni so uporabi pri raziskavah in tudi za industrijo. Uporabljajo se predvsem v mehatroniki, mikroelektroniki, fluidni tehniki in optiki, za avtomatizacijo in robotiko.



Osnovna značilnost te serijske izvedbe so majhne izmere oz. kompaktnost konstrukcije ob sočasno največjih mogočih delovnih gibih. Nadaljnje njihove prednosti so skoraj

neomejena ločljivost za nanopozicioniranje z majhno porabo energije in ugodnim razmerjem sile in mase. Primerni so za obratovanje pri visokem vakuumu, nizkih temperaturah in v močnih magnetnih poljih. Trenutno so na voljo trije modeli SQL-1,5, SQL-1,8 in SQL-3,4. Dovoljeno temperaturno območje je med -30 in 70 °C. Najmanjši motor ima zunanje izmere 1,55 x 1,55 x 6 mm in silo 0,2 N, medtem ko ima model SQL-3,4 silo 2 N.

Modeli SQL so dolgogibni motorji s posebnim patentiranim mehaznimom za premik dročnika (osi). Največji mogoči gib je do 3 cm. Na voljo so tudi izvedbe po želji kupca.

Več informacij dobite na internetnem naslovu: www.vfv1/#2583970

Po O + P 52(2008)6 – str. 308

proizvodna logistika
08

Strokovna predavanja
Delavnice z rešitvami konkretnih primerov
Primer dobre prakse
Druženje

22. oktober 2008
Lokacija bo znana naknadno. Več informacij na:
www.logistika-slo.si

Organizator
CR Engineering d.o.o.

Medijski pokrovitelj
IRT 6000
inovacijska tehnologija

Pošta Slovenije izbrala rešitve družbe Gama System

Pošta Slovenije bo uporabljala celotno dokumentno linijo za upravljanje in arhiviranje elektronskih dokumentov Gama System, ki poleg DMS-rešitve Gama System eDocs vključuje tudi rešitev Gama System E-Arhiv. Slednjo že uporablja za varno hrambo lastnih elektronskih dokumentov in tudi dokumentov tretjih strank, naročnikov storitve E-Arhiva Pošte Slovenije. Dokumentni sistem eDocs bodo uporabljali za interno upravljanje z dokumenti, ki bo olajšalo delo zaposlenim, povečalo odzivnost in vplivalo na uspešnost poslovanja.

Pošta Slovenije je potrebovala zmogljivo, učinkovito, napredno, trajno in zanesljivo programsko rešitev, zato je za vpeljavo dokumentnega sistema izbrala ponudnika Gama System. Z zaključenim projektom bo uporabljala

celovito rešitev za upravljanje in arhiviranje elektronskih dokumentov, temelječo na sodobni storitveno usmerjeni arhitekturi. Družba Gama System je za svoj sistem varne hrambe Gama System E-Arhiv nedavno pridobila tudi akreditacijo Arhiva Republike Slovenije, ki potrjuje, da je sistem ustrezen in skladen z zakonodajo.

»Storitveno usmerjena rešitev je zahtevala napredno programsko opremo, ki bi zagotavljala visoko raven varnosti in razpoložljivosti, poleg tega pa je morala ustrezati zahtevam zakonodaje,« je dejal mag. Branko Goddec, vodja Službe za informacijske storitve v Sektorju za informatiko Pošte Slovenije. »Glavne prednosti so pravna veljavnost in visoka raven varnosti dokumentov, od nastanka ali prihoda v podjetje, prek upravljanja z dokumenti v celotnem življenjskem

ciklu do dolgoročne varne hrambe dokumentov v elektronski obliki.«

»S sistemskim pristopom k elektronskemu poslovanju in celovito integrirano rešitvijo je mogoče doseči izjemne prihranke časa, prostora in ostalih stroškov, povezanih z obvladovanjem dokumentacije,« je povedal mag. Marko Šobota, direktor družbe Gama System. »Odločitev Pošte Slovenije, da v svoje poslovanje uvede našo celovito rešitev za upravljanje in varno hrambo elektronskih dokumentov, je gotovo izjemno priznanje in obenem obveznost, da zagotavljamo naročniku še naprej najvišje standarde storitev. Je tudi dokaz, da se naša dokumentna linija uveljavlja kot rešitev najvišjega kakovostnega razreda in kot najboljša domača rešitev.«

www.tp-lj.si

Kaj imata skupnega ročni računalnik in tenis

Wimbledon, teniški turnir z najdaljšo tradicijo na svetu, ki poteka na londonskih zelenicah že od leta 1877, je ves čas povezan z uživanjem smetane nad jagodami, katerih zorenje na tem koncu sveta sovpada s prihodom poletja. Omenjena kombinacija sodi v tradicionalni repertoar wimbledonskega menija, torej tja, kamor se z letom 2008 podaja ročni računalnik Socket Mobile SoMo 650.

Malokateri gledalec ve, da si teniški sodnik pri sojenju (ob spremljanju igre teniških asov) pomaga z ročnim računalnikom, dlančnikom. Letos je to Socketov SoMo 650, na katerem teče aplikacija EDH Sport. Ta skrbi za beleženje vseh pomembnih podatkov, spremljanje rezultatov v živo, sodniku predstavlja opomnik, saj avtomatsko sporoča menjave strani in teniških žogic, napoveduje minute



Ročni računalnik Socket Mobile SoMo 650

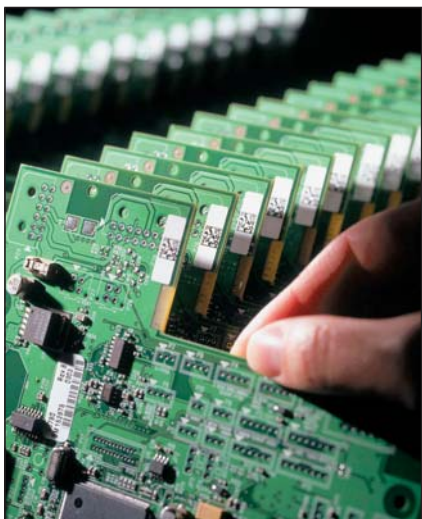
odmora ipd. Aplikacija na dlančniku skrbi tudi za vodenje evidence vseh

nastopajočih in sporoča, kam kdo sodi znotraj razporeda turnirja. Po vsakem koncu dneva aplikacija predlaga potek tekmovanja na vsakem od osemnajstih igrišč za naslednji dan. Zahvaljujoč napredni mobilni tehnologiji, kombinaciji ročnega računalnika Socket Mobile SoMo 650 in aplikacije EDH Sport, je spremljanje turnirja enostavnejše kljub prenosu vse več podatkov. Eden od razlogov je povečana hitrost prenosa podatkov, drugi pa odzivnost organizatorjev, katerih delo (sprejemanje odločitev) je zaradi omenjene kombinacije poenostavljeno in bistveno hitrejšo. Socket: mobilnost je prednost.

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

Označevanje izdelkov z zelo majhnimi dvodimenzionalnimi črtnimi kodami

Vodilnega svetovnega proizvajalca optičnih kablov so kupci zaradi vse večjega števila ne delujočih kablov postavili pred nov izziv. Pričeli so zahtevati podatke o poteku izdelave vsakega posameznega kabla in spremljanje proizvodnje z vodenjem sledljivosti. Sledljivost pomeni zbiranje podatkov o postopkih, ki so bili uporabljeni v fazi proizvodnje, o rezultatih testiranj, dobaviteljnih surovin oz. materialov ter informacijah o delavcih, ki so delali na določenem kablu. Naštete zahteve so proizvajalca prisilile v uvedbo sistema za avtomatizacijo proizvodnje za potrebe sledenja optičnih kablov in njihovega testiranja. Napake so se do uvedbe takšnega sistema pojavljale predvsem v fazi testiranja.



Označevanje izdelkov

Pomanjkanje prostora za označevanje s klasično črtno kodo, ki vključuje omejeno število znakov, je pri označevanju je povzročalo težavo oziroma omejitev. Za zahtevano označevanje kablov je zato uporabljena dvodimenzionalna črna koda. Uporabljene so bile bele sintetične nalepke (poliester ali polietilen) metuljaste oblike. Tiskanje je izvedeno z industrijskimi termalnimi tiskalniki Zebra preko tiskalnih trakov na osnovi smole s črnim barvilom.

Delavec v proizvodnji označi vsak kabel z nalepko metuljaste oblike z ožjim delom na sredini. Tega ovijee okrog kabla, širši del nalepke pa zlepi skupaj. Pomembna lastnost metuljastih nalepk je, da imajo lepilo, ki se lahko lepi samo nase.

Na vsakem testnem mestu v proizvodnji je nameščen čitalnik Microscan Quadrus EZ (s serijsko integrirano dinamično kamero), ki je nastavljen tako, da zajema podatke v kodah, kadar jih delavec pokaže njegovi kameri. Delavec na testnem mestu izmeri kabel in primerja, da bi določil ustreznost kabla, ki je označen z dvodimenzionalno črtno kodo simbologije Data Matrix, v kateri so zapisane ustrezne vrednosti. Rezultati testiranja vsakega kabla se ob tem avtomatično shranjujejo v matični poslovno-informacijski sistem (ERP). Tako dobi proizvajalec vse



Identifikacija miniaturnih črtnih kod

potrebne podatke za zagotavljanje sledljivosti.

Delovanje novega sistema je bistveno povečalo produktivnost in zmanjšalo število napak, ki so nastajale zaradi (napačnega) ročnega vnosa rezultatov testiranja proizvedenih kablov.

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

ORODJARSTVO
2008

Portorož, 7.-9. 10. 2008

Medijski sponzor

IRT 3000
inovacij razvoja tehnologije

Sponzorji

Gospodarska
zbornica
Slovenije
Združenje kovinske industrije



Organizacija kot gonilo
poslovnih izboljšav



P o s v e t o v a n j e

EUREKA – podpora usmerjenim raziskavam

Junija je Slovenija zaključila enoletno predsedstvo te vseevropske iniciative. Ker njene cilje in tudi rezultate pozna le ozek krog tistih, ki so aktivno vključeni v projekte ali so z njimi povezani, želimo v reviji Ventil predstaviti osnovno idejo in nekatere rezultate, ki so značilno vplivali na razvoj nemajhnega števila podjetij v Evropi. V ta namen smo pripravili kratek pregled delovanja, pogovor z dr. Alešem Miheličem, generalnim direktorjem Direktorata za tehnologijo na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter odgovornim za EUREKO v Sloveniji; in v naslednji številki Ventila še mnenja tistih, ki so projekte vodili in izvajali.

■ Poslanstvo in zgodovina

EUREKA je vseevropska mreža za podporo tržno usmerjenim industrijskim raziskavam.

Leta 1985 je bila zasnovana medvladna iniciativa, ki naj bi v Evropi povečala konkurenčnost gospodarstva s podporo podjetjem, raziskovalnim centrom in univerzam, ki izvajajo usmerjene raziskovalne projekte, da bi lahko razvijali inovativne izdelke, procese in druge aktivnosti. EUREKA je bila osnovana 1985 na pobudo nemškega kanclerja Helmuta Kohla in francoskega predsednika François Mitterranda kot miroljubni odgovor na ameriški vojaški program STARWARS. Od začetka do sedaj je združila več kot 13.400 partnerjev v večini iz malih in srednje velikih podjetij. Zaključenih je bilo več kot 1800 posamičnih projektov in več kot 180 projektov Cluster. V začetku



prevzema slovenskega vodenja EUREKE je v njej aktivno sodelovalo 37 držav.

Iniciativa EUREKA prispeva v Evropski uniji in njenih okvirnih programih k aktivnejšemu delovanju za doseganje cilja porasta vlaganja v raziskovalno in razvojno delo. Cilj je 3 % bruto nacionalnega dohodka do leta 2010.

Danes se v okviru EUREKE izvajajo posamični projekti, usmerjeni projekti in mreže v okviru desetih tematskih področij:

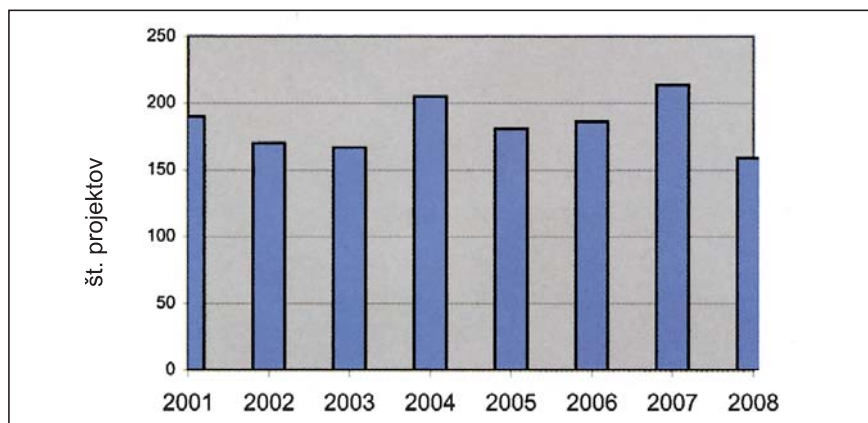
- Elektronika, informacijska tehnologija in telefonija,
- Industrijska izdelava, materiali in transport,
- Druge industrijske tehnologije,
- Energetske tehnologije,
- Kemija, fizika in eksaktne znanosti,
- Biološke znanosti,
- Poljedelstvo in pomorstvo,

- Pridobivanje hrane,
- Meritve in standardi,
- Tehnologije za varovanje človeštva in okolja.

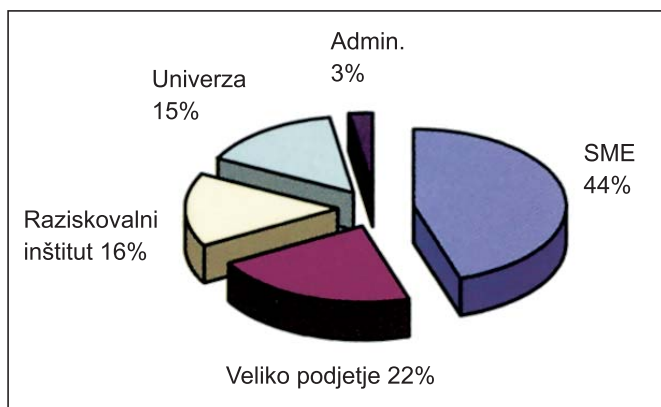
Podrobnejše informacije o podtemah, projektih in dosežkih so podane na <http://www.eureka.be/thematic.do>

Iniciativa je bila osnovana zato, da bi se ustvarila fleksibilna decentralizirana mreža, ki bi omogočala sodelujočim v raziskavi hiter dostop do znanja, usposobljenosti in izkušenj v Evropi in dostop do nacionalnih in privatnih sistemov financiranja razvoja in raziskav. V okviru projektov EUREKA partnerji razvijajo nove izdelke, tehnologije, za katere se dogovorijo z zagotavljanjem intelektualne lastnine in gradijo sodelovanje za boljše prodiranje na evropske in svetovne trge.

Mednarodno povezovanje, ki je priznано, doda vrednost projektom in daje sodelujočim partnerjem konkurenčno sposobnost pri ravnanju s finančnimi, tehničnimi in poslovnimi partnerji. V razvojnoraziskovalnih projektih sodelujeta najmanj dva partnerja iz dveh različnih držav z lastnimi in državnimi sredstvi, ki jih članice iniciative namenjajo za usmerjene raziskave.



Število posamičnih projektov v obdobju od 2001–2008



Udeleženci v individualnih projektih

■ Način delovanja

EUREKA ima določeno strukturo in delovanje. Najvišje telo je vsekakor ministrska konferenca. Posamične članice delujejo na operativni ravni preko svojih nacionalnih koordinatorjev in pisarn.

Za samo razvojnoraziskovalno delo je EUREKA osnovala tako imenovane »EUREKA Clustre«, »EUREKA Umbrellas« in individualne projekte.

Cluster je dolgoročna, strateško pomembna industrijska iniciativa. Vanjo je vključenih večje število sodelujočih in njen namen je podpirati razvoj naprednih in razvijajočih se tehnologij, ki so ključnega pomena za evropsko konkurenčnost. V začetku so bile to informacijske in računalniške tehnologije, v zadnjem času pa energija in biotehnologija. Clustri se ustanovijo na pobudo industrije v tesnem sodelovanju z nacionalnimi prioritetami in imajo cilje, točno določene z najpomembnejšimi strateškimi usmeritvami. Znotraj clustrov se izvajajo usmerjeni projekti, v katerih sodeluje le nekaj partnerjev. Pomembno je, da v taki skupini sodelujejo tako velika, mala in srednje velika podjetja, razvojnoraziskovalni inštituti ter univerze.

Trenutno se izvajajo projekti v okviru petih clustrov za informacijske tehnologije, dveh za področje energetike ter po enem na področjih medicine in biotehnologije ter komunikacij. Odprto je tudi področje robotike.

»EUREKA Umbrellas« – dežniki, so tematske mreže, usmerjene v speci-

fična tehnološka področja ali poslovne sektorje. Glavni cilj posameznega dežnika je olajšati in pospešiti nastajanje projektov EUREKA v izbranim ciljnim področju.

Trenutno teče deset tematskih mrež, med njimi

po dve na področjih informacijskih tehnologij, medicine in biotehnologije, robotike in po ena na področjih okolja, laserjev, novih materialov ter transporta. Za področje proizvodnje je znana mreža ROBOTIKA – PRO-FACTORY (2007–2011), v njenem okviru se trenutno izvaja 17 projektov.

Vsako leto se izvaja tudi stotina *posamičnih projektov*, ki so jih spodbudila evropska podjetja, med njimi je naraščajoče število malih in srednje velikih podjetij – SME. To prispeva k izboljšanju blagostanja, varnosti, zaposlovanja, zaščite okolja v Evropi.

Ob zaključku predsedovanja se vsako leto podeljujejo tudi nagrade sodelujočim podjetjem, in sicer nagrada Lillehammer projektom EUREKE, ki pomenijo pomemben doprinos k varovanju okolja, ter nagrada Lynx, ki jo dobijo SME, ki dosežejo ali se pričakuje, da bodo dosegla značilen porast prihodkov kot rezultat sodelovanja v projektu EUREKA.

Nagrado Lillehammer za leto 2008 je ob koncu predsedovanja Slovenije prejel projekt EUREKA E! 3379 CYPRESS za okolju najbolj prijazen projekt. V njegovem okviru je bil razvit senzor za integrirani cilin-

drični vžig, ki omogoča optimiranje izgorevanja v dizelskih motorjih in tako boljše zgorevanje, kar bistveno zmanjšuje škodljive emisije v okolje (po podatkih tudi za 90 %).

Predmet razvoja in raziskave je bil senzor za tlak, ki bo vgrajen v motor in prenaša visoke temperature in vibracije, ki nastajajo v motorju. Motorji z vgrajenimi senzorji so že v prodaji. Pri projektu sta sodelovala nizozemsko podjetje Sinsata Technologies in nemško podjetje BERU.

Nagrado Lynx pa je v letu 2008 prejelo podjetje RS Dynamics za projekt EUREKA E! 3109 EULASNET EXPLOSIVES ANALYSER, ki je v minulem letu v povezavi z EUREKO doseglo največjo stopnjo rasti. Razvili so novo generacijo zanesljivega, robustnega in hitro delujočega prenosnega detektorja in analizatorja eksploziva. Z njim se bo izboljšala javna varnost na letališčih, železniških postajah, v bankah, na športnih stadionih ter



Namestitev senzorja v glavi dizelskega motorja

drugod. Po oceni komisije za podeljevanje nagrad je to ekonomsko najobetavnejši projekt za posamična podjetja v zadnjem letu.

EUREKA vsako leto zbere in objavi svoje glavne rezultate v letnem poročilu.

Več podatkov o EUREKI in projektih je mogoče dobiti na spletnih straneh: <http://www.eureka.be/home.do> in http://www.eureka-chair.si/main_alternate.html

Dr. Dragica Noe

Slovensko predsedovanje EUREKI

Med 1. julijem 2007 in 30. junijem 2008 je Slovenija predsedovala EUREKI. Njena naloga je bila organizacijsko voditi EUREKO, predsedovati ministrski konferenci in srečanjem upravne in izvajalske skupine ter predsedovati nacionalni projektni skupini. Odgovorni za izvajanje v Sloveniji in vodenje EUREKE v tem letu je bil dr. Aleš Mihelič, direktor Direktorata za tehnologijo na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, ki smo ga poprosili za nekaj misli ob koncu predsedovanja.

Ventil: Kaj je EUREKA in kaj pomeni predsedovanje tej iniciativi?

Dr. Mihelič: EUREKA je najstarejša tehnološka pobuda v Evropi in je nastala leta 1985 kot odgovor na ameriško oboroževalno tekmo »Starwars«. Osnovna ideja Eureka je bila v tistem času in je tudi še danes spodbuda industrijskim raziskovanjem v želji, da bi evropsko gospodarstvo postalo čim bolj konkurenčno. Ustanovljena je bila na pobudo francoskega predsednika Mitterranda in nemškega kanclerja Kohla.

Slovenija je ravnokar končala enoletno predsedovanje EUREKI. Naloga Slovenije je bila zelo zahtevna in je pomenila številne izzive. Predsedovanje je omogočilo, da smo Slovenijo postavili na zemljevid inovativnih držav in pokazali, da lahko kljub omejenim možnostim prispevamo k



Dr. Aleš Mihelič

razvoju inovacijske politike v Evropi, in to predvsem na področju industrijskih raziskav.

Glavne prioritete našega predsedovanja so bile številne. Med njimi okrepitev vloge EUREKE v evropskem raziskovalnem prostoru. Kar pomeni, da smo poskusili industrijske raziskave in razvoj, ki jih izvajajo podjetja, vpisati v evropski raziskovalni prostor. Evropska komisija in znanstveniki, ki v večini vodijo okvirne programe in so v telesih odločanja, težko priznavajo, da se razvoj in raziskave kakovostno izvajajo tudi v industriji. Industrio vidijo le kot vir financiranja raziskav. Prepričan sem, da se bralci Ventila zavedajo pomena, ki ga ima ustvarjanje znanja v podjetjih. EUREKA s povezovanjem podjetij, ki delajo razvojno in se hkrati povezujejo z inštitucijami znanja, kot so univerze in raziskovalni inštituti, pomembno prispeva k skupnemu razvoju.

Naša prioriteta se je pričela s tem, da smo v imenu evropske industrije napisali odgovor na zeleni papir o evropskem raziskovalnem prostoru, ki ga je predlagala komisija evropske skupnosti. Najpomembnejše pa je, da smo v času predsedovanja EUREKI in slovenskega predsedovanja EU oživili pobudo EUROSTARS. To je pobuda, namenjena podjetjem po Evropi, ki so raziskovalno intenzivna. Temelji na 169. členu ustanovne pogodbe evropske skupnosti in omogoča, da države za izvajanje nacionalnih projektov lahko zložijo skupaj sredstva iz različnih nacionalnih virov. Slovenija je pri tem igrala zelo aktivno vlogo.

Z obema predsedovanjema smo vpisali Slovenijo na karto držav, ki lahko prispevajo k razvoju inovacijskih politik. Pomembna naloga je bila tudi priprava dokumentov razvojne strategije EUREKE, ki bo omogočila njeno nadaljnjo rast. EUREKA je stara več kot 20 let. V tem času se je

nabralo nekaj nerešenih problemov, ki smo jih poskusili razrešiti.

Prav zaradi tega smo se v času našega predsedovanja odločili za nekaj konkretnih akcij.

Med drugim smo sprejeli načrt za sinhronizacijo in racionalizacijo delovanja mreže, tako da bomo imeli enake postopke v vseh državah. To bo odpravilo ponavljanje. Kar je v neki državi narejeno, bo uporabila druga. Imeli bomo skupno celostno podobo in se obnašali kot multinacionalna.

V tem času se je oblikovalo tudi vprašanje globalnega delovanja EUREKE. Na vrata je potrkala Koreja, ki želi aktivno sodelovati oziroma je že vključena v več projektov. V tem času smo pripravili mrežo do tega, da se je odločila za aktivnejše pristope pri globalizaciji oziroma pri odpiranju vrat za raziskovalno delo tudi podjetjem zunaj EU in Evrope.

Naslednja naloga je bila priprava akcijskega načrta za grozde (tematska področja, clustri) EUREKE. Grozdi so bili v preteklosti vir številnih inovacij in razvoja visokotehnoloških izdelkov. Gre večinoma za projekte na področju informacijskih tehnologij. Večina industrijskega razvoja na področju mobilne tehnologije, digitalnih kamer, GPS in številni drugi izdelki so rezultati EVREKINI

projektov v grozdi. Grozde smo poskusili usmeriti in pripeljati bližje EUREKI. V grozdi poteka samostojno ocenjevanje, hkrati so financirani nacionalno. Problem je bil, kako priznati nacionalne evalvacije in na hiter način zagotoviti sredstva. Uspeli smo narediti mostove med grozdi in EUREKO. Sedaj so vpeti vanjo in aktivno prispevajo k njenemu razvoju.

Zadnja tema je bila povezana s komunikacijo z javnostjo in predstavitvijo rezultatov raziskovalnorazvojnih projektov kakor tudi s promocijo EUREKE. Izvedene so bile uspešne promocijske aktivnosti in nove oblike komuniciranja z javnostjo. Narejeni so bili tudi koraki k aktivni vlogi pri pridobivanju in informiranju novih potencialnih partnerjev za sodelovanje v projektih EUREKE.

Naloga, ki si jo je Slovenija samostojno zadala, pa je bilo širjenje na področje zahodnega Balkana. V tem času smo uspeli pripeljati Makedonijo kot polnopravno članico v EUREKO. Pričeli so se pogovori tudi z Bosno in Hercegovino, njen vstop pa je načrtovan za drugo leto.

Ventil: Uspešni projekti v Evropi in Sloveniji?

Dr. Mihelič: Treba je poudariti, da se Slovenija po številu prijavljenih projektov uvršča v sam vrh. Ob industrijsko razvitih državah zavzemamo

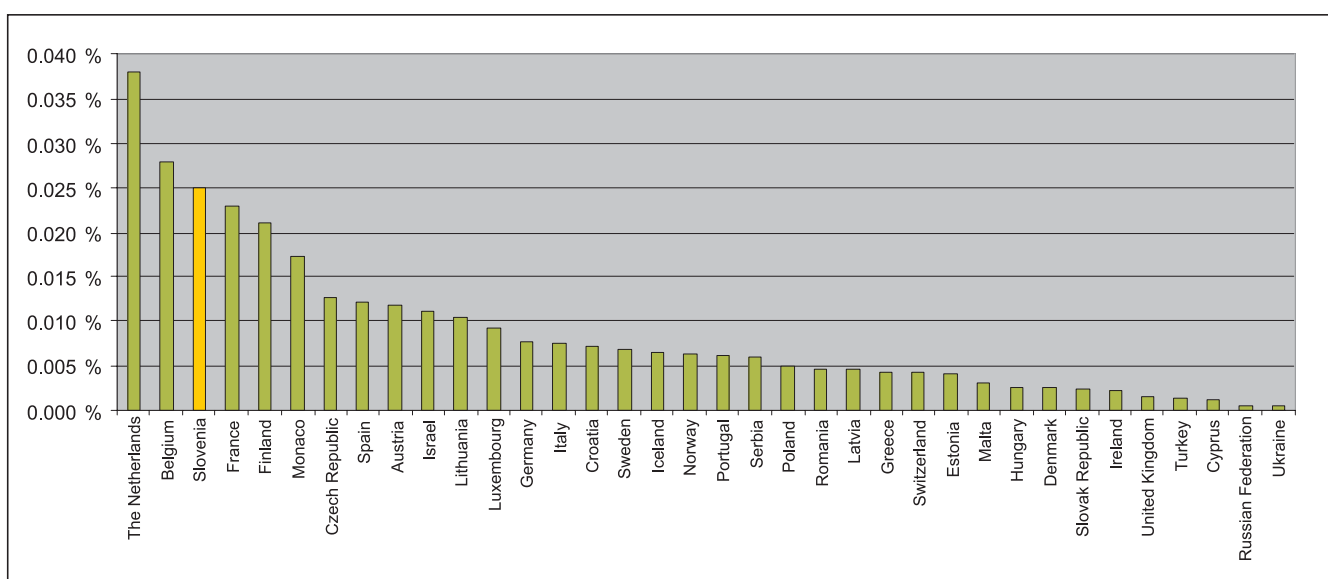
izreden položaj in tudi glede na BDP se Slovenija uvršča med najbolj aktivne države. Tega podatka v preteklosti nismo posebej poudarjali, ker smo menili, da smo tu zato, da odpiramo vrata slovenskim podjetjem za pridobivanje sredstev in za mednarodno sodelovanje.

O posameznih projektih je zelo težko govoriti, še posebno, ker imamo letno okrog 20 projektov, pri katerih sodelujejo slovenska podjetja. Ne bi želel delati krivice posameznim projektom, ki so bili v večini uspešni, zato ne morem nobenega posebej izpostaviti. Naši slovenski projekti so na zelo širokem tematskem področju raziskovanja. Od projektov, ki so povezani z glasovnimi tehnologijami, elektronskimi volitvami za invalide pa do strojniških projektov, kot je bil na primer ECOPLAST, v katerem je sodeloval TECOS in je bil uspešno zaključen.

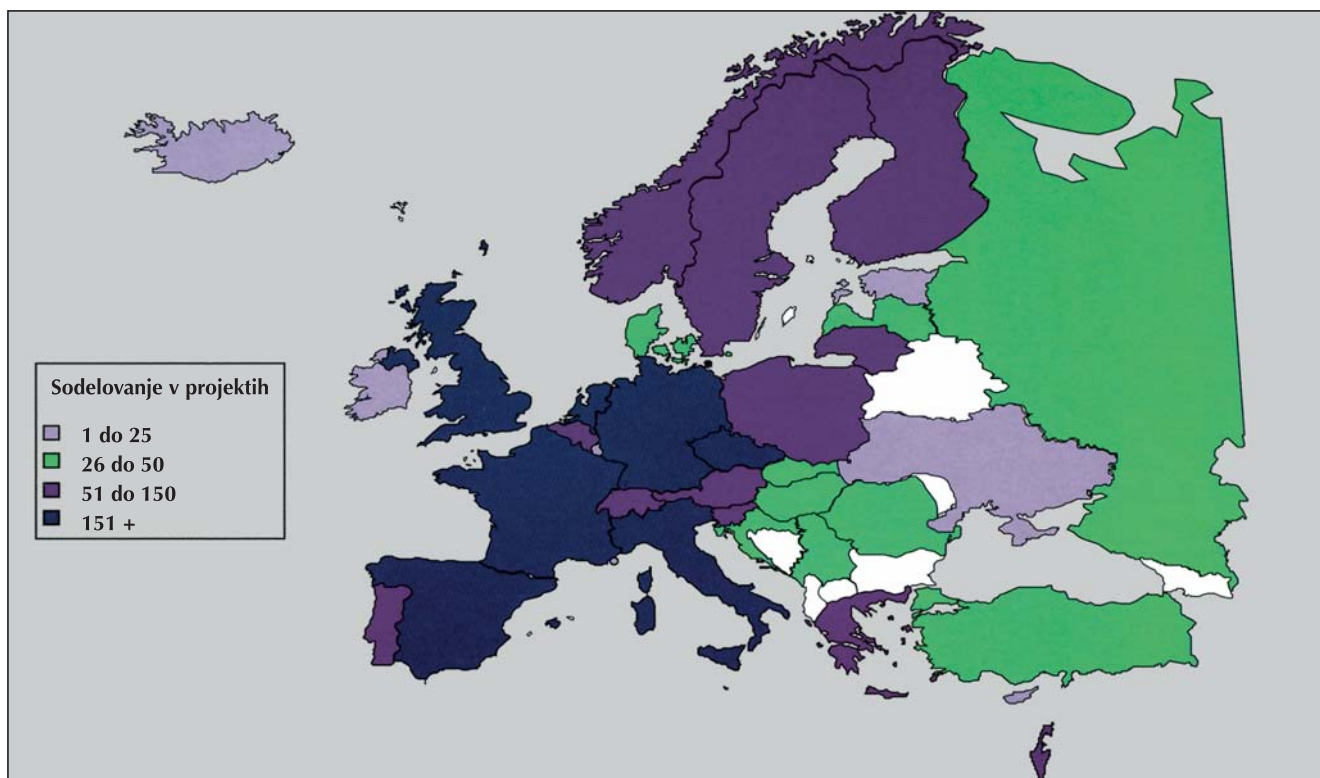
Ventil: Kako se vključiti v projekt in kdo lahko sodeluje, kakšni so pogoji?

Dr. Mihelič: Razpis za projekte je odprt celo leto, kar je za podjetja ugodno. Odpiranje prijav in ocenjevanje je štirikrat na leto, to je vedno pred zasedanjem konference predstavnikov EUREKE.

V EUREKINI projektih lahko sodelujejo in so nosilci podjetja in



Finančni prispevek v procentih BDP za posamezne članice EUREKE (2000–2006)



Sodelovanje evropskih držav v individualnih projektih v obdobju med 2001 in 2008

inštitucije znanja. V projektu mora sodelovati vsaj eno domače podjetje, ki mora imeti najmanj eno partnersko podjetje iz ene od 39 držav. Število vključenih inštitucij znanja in podjetij ni omejeno. Financiranje je nacionalno, sredstva za raziskave v sodelujočih podjetjih in inštitucijah zagotavlja njihova država. Osnovno vodilo je v tem, da morajo partnerji videti vsak svoje koristi.

Razpisi so na spletni strani Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

Ventil: *Kako naprej? Ali se v EUREKI pripravljajo kakšne spremembe?*

Dr. Mihelič: Za prijavo EUREKINIH projektov je že sedaj značilno, da je zelo enostavna. Podjetja odgovarjajo na nekaj osnovnih vprašanj, ki si jih morajo tudi sama postaviti, ko se odločajo za projekte. Med njimi: kakšna je vloga partnerjev, kaj bi s projektom radi dosegli, kakšno je stanje tehnike, kaj je inovativno v projektu in izdelati je potrebno finančno konstrukcijo ter postaviti mejnike. Pač vse, kar potrebuje direktor pri odločitvi za podporo projektu. Tu ne pričakujemo sprememb.

Ministrstvo že nekaj let sistematično povečuje sredstva za projekte EUREKA, ker vemo, da je za slovenska podjetja samo globalno konkurenčno znanje tisto, ki je dobro za naše izdelke in storitve. Za slovenska podjetja, ki konkurirajo na globalnem trgu, je EUREKA pravi odgovor.

Ventil: *Katere države največ posegajo po sredstvih?*

Dr. Mihelič: Prijavitelji so iz vseh 39 držav članic, najbolj aktivne članice so Francija, Nizozemska in Nemčija oziroma najbolj razvite industrijske države. Znotraj EUREKE sodelujeta tudi Rusija in Izrael in, kot je bilo že uvodoma povedano, v nekaj projektih tudi Koreja.

Podatki za obdobje med leti 2001 in 2008 so zbrani v posebnem poročilu, ki je bilo izdelano za ministrsko konferenco v juniju letos v Ljubljani.

Ob zaključku še sporočilo bralcem, da se ni treba bati mednarodnega razvojnega sodelovanja. Podjetja so že sedaj soočena s tekmo na globalnem trgu. Čeprav podjetje deluje samo na domačem trgu, se tudi tam srečuje s tujo konkurenco. Iskati je

treba najboljše znanje in ga vgrajevati v izdelke in storitve, kar bo omogočalo razvojne vizije in perspektivo za mlade zaposlene.

V imenu bralcev Ventila hvala za pogovor in vaše misli ter še uspešno delo EUREKE in čim več uspešnih projektov, predvsem za slovenska podjetja.

*Dr. Dragica Noe
Foto: Jaka Vinšek*

VENTIL
REVUIA 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

FANUC

Roboti

delamo 24 ur na dan.



mikron d.o.o.

Ig 276, 1292 Ig pri Ljubljani

CNC

Robot servis d.o.o.

1000 Ljubljana

www.mikron.si
Tel/fax: 01 28 34 721
Mobil: 041 668 008
E-mail: info@mikron.si

Student roadster: ustvarjamo, ker znamo ...

Uroš ROSA, Matija FAJDIGA, Marko NAGODE

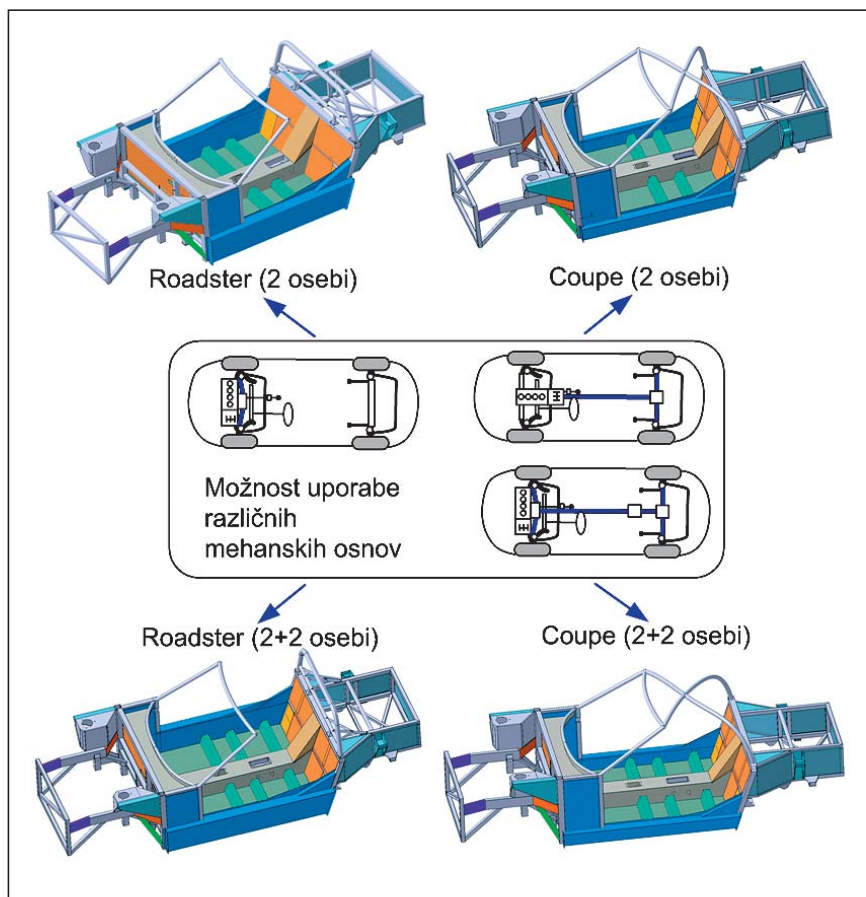
Uvod

Projekt Student roadster se je začel leta 2000 kot ideja petih študentov konstrukterstva v zaključnem letniku univerzitetnega študija na Fakulteti za strojništvo. V naslednjih letih je skoraj 40 študentov na najmodernejši opremi v Centru za razvojna vrednotenja razdelalo celoten razvojni proces, vključno s homologacijskimi zahtevami prototipnega vozila. Center za razvojna vrednotenja je bil ustanovljen pred desetletjem na Fakulteti za strojništvo kot dolgoročno sodelovanje razvojnoraziskovalnega dela Laboratorija za vrednotenje konstrukcij (LAVEK) in razvojnoraziskovalnih oddelkov podjetij Cimos, d. d., Hella Saturnus Slovenija, d. o. o., TPV, d. d., in drugih. Naše in tuje dosežke razvoja temeljnega znanja smo v medsebojnih dolgoročnih pogodbah povezali z aplikativnimi cilji in zato združili finančna sredstva, kadre in opremo. Ravno tovrstno partnerstvo je bilo predpogoj in temelj za začetek in uspešno realizacijo projekta Student roadster.

Prvi velik pokrovitelj projekta je bilo podjetje Peugeot Slovenija, d. o. o., ki je doniralo vozilo peugeot 406, ki je služilo kot mehanska osnova za nov prototip. S tega vozila so bile vzete prednja in zadnja prema, motor in prenos, krmilni sistem,

zavorni sistem, vetrobransko steklo ter vsa pripadajoča elektronika. Od leta 2000 do 2004 je potekal večji del razvojnoraziskovalnega dela. Do sedaj so študenti na projektu naredili skoraj 8 diplom, preko 30 seminarskih nalog in 5 samostojnih nalog. Najpomembnejša področja razvojnoraziskovalnega dela so bila: razvoj nosilne konstrukcije in vse potrebne trdnostne analize, ergonomija potniškega prostora, varnost vozila ter simulacije trka, vgradnja in priključna mesta različnih sklopov

ter oblika avtomobila. Leta 2005 se je začela izdelava prototipa, kar je tudi privedlo do sodelovanja in sponzorstva pomembnih podjetij: Cimos, d. d., Hella Saturnus Slovenija, d. o. o., in Akrapovič, d. d. Leta 2006 se je izdelava pospešila in v veliki meri zaključila novembra 2007 s predstavitvijo na Cimsovem forumu 2007. V naslednjih mesecih se je prototip še dokončal z dodelavo notranjosti ter doživel končno predstavitev 14. maja 2008 v kongresnem centru Mons.



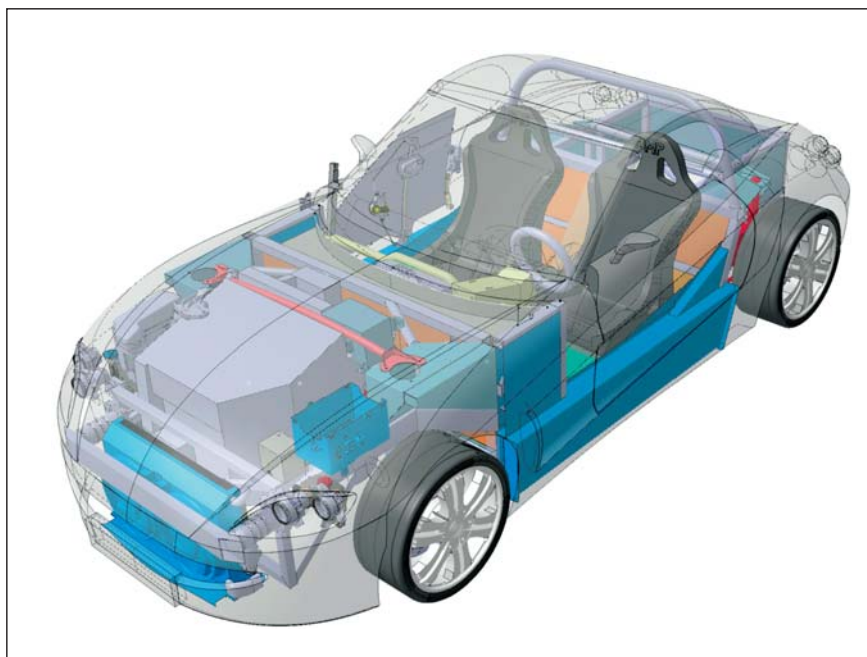
Slika 1. Različne izvedbe nosilne konstrukcije glede na postavitev motorja in tip pogona

Uroš Rosa, univ. dipl. inž., prof. dr. Matija Fajdiga, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Marko Nagode, univ. dipl. inž.; vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Razvoj nosilne konstrukcije

Nosilna konstrukcija avtomobila je grajena po principu "prostorskega okvira" oz. space-frame, kar je bolj poznano kot način gradnje lotusa elise in audija A8.

V razvojnem postopku je bilo namenjene veliko pozornosti ergonomiji potniškega prostora. Na začetku je bil narejen trakovni načrt (tape-plan) v merilu 1 : 1 in nato atrapa potniškega prostora, ki je omogočala usedanje različnim ljudem ter s tem testiranje vseh nastavitev. Končne ugotovitve so bile prenesene v 3D-model v programski paket Catia V5, ki so skupaj z ostalimi sklopi in nosilno konstrukcijo tvorili celoten model avtomobila oz. t. i. package (slika 2).



Slika 2. 3D-model skupnega sestava vozila (package)

Glavna novost je modularna nosilna konstrukcija [1]. Cilj je bil izdelati enostavno, togo in cenovno ugodno nosilno konstrukcijo. To je bilo doseženo z modularnim konceptom, ki ga sestavljajo trije glavni deli: prednji del z motorjem in prenosom, osrednji del – kabina in zadnji del, kjer je nameščen rezervoar (slika 1).

Osrednji del je oblikovan tako, da se enostavno prilagaja različnim konfiguracijam vozila, od dvosedežnega roadsterja do kupeja 2 + 2. Glavni gradniki nosilne konstrukcije so jeklene cevi in krivljena jeklena pločevina. Na tak način sta doseženi velika vzvojna togost konstrukcije in enostavna izdelava. V razvojnem postopku je bilo v poteku optimizacije analiziranih 84 različnih verzij.

Razvojna vrednotenja

Numerične analize so v razvojno-raziskovalnem postopku izredno pomembne, kajti marsikateri preizkus v primeru unikatnega vozila ne more biti izveden (npr. preizkus trka). Večina linearnih MKE-analiz je bila izvedena v Catia V5. Kompleksne nelinearne analize in analize trka so bile narejene v programskih paketih Ansys in LS-Dyna.

Poleg določitve vzvojne (slika 3) in upogibne togosti so bili preučeni tudi različni načini vožnje, kot so: vožnja

čez ovire, speljevanje, zaviranje in različne kombinacije pravkar naštetih ([1], [2]). Za pohitritev analiz so bili določeni elementi, vzeti iz peugeota 406, poenostavljeni. Tak primer je prednja McPhersonova obesa, ki je bila modelirana z linijskimi elementi.

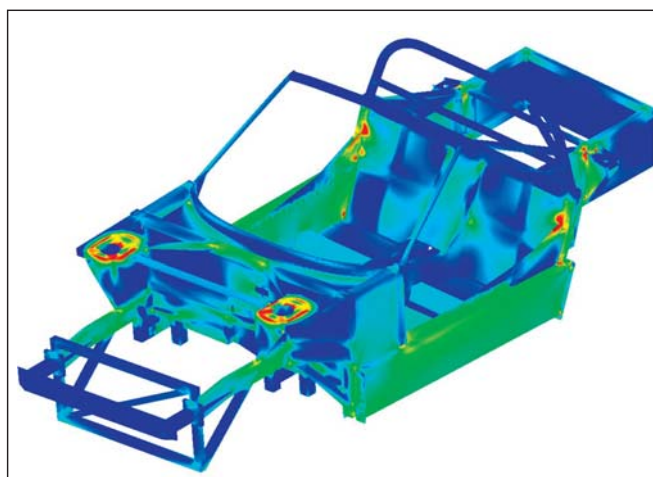
Varnost je eden najpomembnejših faktorjev pri konstruiranju avtomobila. Pritrnitev varnostnih pasov je ena od zahtev homologacije. Njihovi priključki so bili optimirani in ustrezno ovrednoteni, tako da izpolnjujejo vse zahteve [3]. Ena naj-kompleksnejših analiz je analiza trka. Na začetku je bilo opravljenega dosti dela na tem področju [4], kar je bila osnova za

vse naslednje analize. Trenutno se v sklopu diplomske naloge Ane Bižal [13] izvaja simulacija čelnega trka s 40-odstotnim prekritjem po predpisih EuroNCAP. 3D-model čelnega trka in delni rezultati pri času 0,005 sekunde so prikazani na sliki 4.

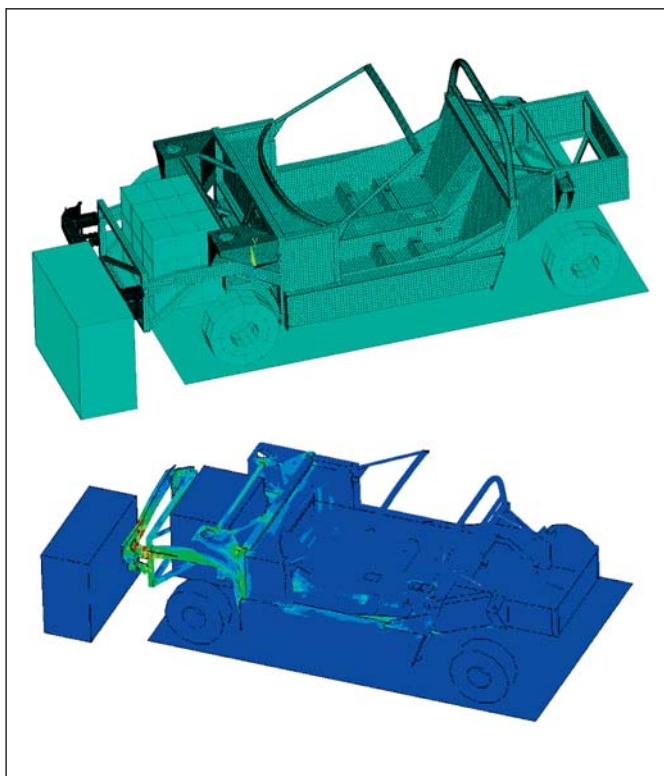
Izdelava prototipa

Izdelava prototipa je potekala v številnih korakih. Najprej je bilo razstavljeno in premerjeno vozilo peugeot 406. Vsi pomembni sklopi so bili zmodelirani in vneseni v skupen 3D-model vozila. Nosilna konstrukcija je bila zavarjena s pomočjo posebej izdelane varilne naprave, ki je omogočala natančno pozicioniranje priključ-

nih mest prem in motorja. Po končani izdelavi in antikorozijski zaščiti nosilne konstrukcije so bili vgrajeni vsi sklopi in elektronika. V zadnjem koraku je bila na osnovi 3D-modela oblike na petosnem frezalnem CNC-stroju iz trde poliuretanske pene izdelana oblika avtomobila. Pena



Slika 3. Analiza vzvojne togosti nosilne konstrukcije



Slika 4. Analiza čelnega trka s 40-odstotnim prekritjem pri času 0,005 sekunde

je bila nato s poliestrom in steklenimi vlakni utrjena s pomočjo vakuumske laminacije. Zunanost je bila nato ustrezno ličarsko obdelana in prebarvana s posebno večslojno barvo, ki pod različnim zornim kotom spreminja odtenek.

V avtomobil je bil vgrajen tudi računalnik, ki se krmili preko zaslona na dotik, vgrajenega v centralno konzolo. Ta omogoča upravljanje glasbe, telefonije, navigacije ter uporabe katerikoli aplikacije WinXP. Med drugim je bil v sodelovanju s študentom fizike iz Trsta Markom Torošem razvit tudi program za prepoznavanje prometnih znakov. Ta preko kamere, nameščene v vogalu vetrobranskega stekla, prepozna omejitve hitrosti in jih izpiše na zaslonu (slika 5). Kot zaščita pred krajo je vgrajen tudi čitalec prstnih odtisov, ki onemogoča zagon nepooblaščenim osebam.

■ Zaključek

FISITA, mednarodno združenje na področju avtomobilske industrije, je izbralo projekt Student roadster kot enega od petih študentskih projektov odličnosti. Predstavljen bo na samo-

stojnem razstavnem prostoru v osrednjem delu svetovnega avtomobilskega kongresa FISITA 2008 septembra v Münchnu. To predstavlja za vse, ki smo sodelovali pri projektu, veliko pohvalo in uspeh. Dokazali smo, da smo sposobni uspešno povezovati raziskovalno in pedagoško delo kot tudi fakulteto z gospodarstvom in družbo. Projekt je skoraj 40 študentom omogočil, da so se na konkretnih primerih naučili

timskega dela in osvojili inženirsko znanje, ki jim bo omogočilo, da se spopadejo z novimi izzivi, ki jih čakajo ob zaposlitvi v industriji.

Reference

- [1] Rosa, U., Konstrukcija šasijskega športnega vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.
- [2] Zaletelj, H., Analiza nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga, somentor: izr. prof. dr. Marko Nagode.
- [3] Povšič, R., Konstrukcija in analiza priključkov varnostnih pasov vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga.

diplomski naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga.

[4] Grah, M., Rekonstrukcija in optimizacija con za akumulacijo energije ob čelnem trku vozila peugeot 406, diplomski naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2002, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.

[5] Triplat, I., Rekonstrukcija in analiza volanskega droga vozila peugeot 406, diplomski



Slika 5. Sredinska konzola z zaslonom na dotik

naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor:izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.

- [6] Umek, M.,. Virtualni simulator vožnje vozila, diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor:izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.
- [7] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Razvoj nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [8] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Študija ergonomije potniškega prostora prototipnega vozila Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [9] Grah, M., Nagode, M., Fajdiga, M., Rekonstrukcija in optimizacija con za akumulacijo energije ob čelnem trku vozila. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [10] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Razvoj in izdelava koncepta nišnega avtomobila na primeru Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Zalazni, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 8. konferenca in razstava Inovativna avtomobilska tehnologija IAT'07, Rogla Slovenija, 10.–11. maj



Slika 6. Prototip Student roadster

2007. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ULJ-FS-LAVEK, cop. 2007, str. 343–35.
- [11] Rosa, U., Fajdiga, M., Nagode, M., Študijski projekt Student roadster. V: Orban, P. (ur.) Dan raziskav: 2. zbornik referatov, Koper, 17. november 2006, Koper: Cimos, cop. 2006, str. 151–154.
- [12] Zaletelj, H., Rosa, U., Fajdiga, G., Fajdiga, M., Analiza nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student rodster = Analysis of a structure of a prototype vehicle Student Roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Zalazni, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 8. konferenca in razstava Inovativna avtomobilska tehnologija IAT'07, Rogla Slovenija, 10.–11. maj 2007. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ULJ-FS-LAVEK, cop. 2007, str. 421–431.
- [13] Bižal, A., Klemenc, J., Rosa, U., Fajdiga, M., Simulacija trka prednjega odbijača vozila Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 31–35.
- [14] Gosar, A., Rosa, U., Fajdiga, M., Študijski projekt Student roadster: izdelava prototipa. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 36–38.
- [15] Rosa, U., Oblika avtomobila Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 50–51.
- [16] Rosa, U., Fajdiga, M., Nagode, M., Pregled študijskega projekta Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 52–55.
- [17] Zadnik, Ž., Rosa, U., Fajdiga, M., Aktivni tečaj motornega pokrova. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 61–62.

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Danfoss Compressors, Črnomelj

- tehnična učinkovitost izdelkov

Podjetje Danfoss Compressors, d. o. o., Črnomelj je v lasti podjetja Danfoss A/S iz Danske in je eno izmed 120 podjetij v tem mednarodnem koncernu. Strategija podjetja je biti vodilen in globalno prepoznaven ter zanesljiv dobavitelj **tehnično učinkovitih** izdelkov na področju bele tehnike, hkrati pa nuditi unikatne izdelke. O nastanku, razvoju in viziji ter vpetosti v prostor smo se pogovarjali z vodjem razvoja Tomažem Lovrinom in vodjo službe za odnose z javnostmi Natašo Hudelja.



Podjetje Danfoss Compressors, d. o. o., Črnomelj

Ventil: Ali lahko opredelite, kako se je podjetje v Črnomlju razvijalo in kaj pomeni za Belo krajino?

Danfoss Compressors: Danfoss A/S je bil ustanovljen leta 1933 kot manjše podjetje v mestu Nordborg na jugu Danske, na otoku Als. Njegov ustanovitelj in lastnik je bil strojni inženir Mads Clausen. Skozi leta se je podjetje razvilo v mednarodni koncern, ki združuje 120 družb in podjetij v petdesetih državah sveta. V posloplju, v katerem je bil začetek Danfossa, je sedaj postavljen muzej, ki je posvečen ustanovitelju in razvoju podjetja.

Koncern danes zaposluje preko 22.000 ljudi. Proizvodne kapacitete so razporejene po vsem svetu, od Evrope do Daljnega vzhoda in Severne Amerike. V Sloveniji je koncern prisoten v Črnomlju s podjetjem

Danfoss Compressors in v Ljubljani s podjetjem Danfoss Trata. Prodajna mreža se razprostira v več kot sto državah sveta in skrbi za enotno prodajo vseh Danfossovih izdelkov.

Danfoss Compressors, d. o. o., iz Črnomlja je bil ustanovljen v oktobru leta 1992 z odkupom stare Gorenjeve hale za proizvodnjo kompresorjev. Podjetje je sedaj v 100-odstotni lasti podjetja Danfoss A/S, uvršča pa se v modro divizijo hlajenja. Poleg našega podjetja spadajo v to divizijo še podjetja Danfoss GmbH iz Flensburga v Nemčiji in Danfoss SKHC iz Zlatnih Moravc na Slovaškem. Sedež divizije je v Flensburgu, kjer se nahajata tudi razvoj in prodaja.

Proizvajamo kompresorje za hladilno-zamrzovalno tehniko, ki jo uporabljamo v naših domovih, pisarnah,

lokalih oziroma v vsakodnevnem življenju. Danfoss Compressors, d. o. o., je v domačem okolju prisoten že 16 let, v tem času je podjetje vseskozi raslo in se razvijalo.

Proizvodnja kompresorjev tipa FR se je v Črnomlju začela v marcu leta 1993, v začetku samo montaža, kasneje pa se je preselila tudi proizvodnja sestavnih delov. V letu 1995 je podjetje po uspešni presoji certifikacijske hiše BSI iz Anglije pridobilo certifikat ISO 9002, leta 1999 tudi certifikat ISO 14.000, nato pa še leta 2002 ISO 9001:2000.

Danes zaposluje 1.200 ljudi, ima 25.000 m² pokritih proizvodnih površin in letno kapaciteto 5 milijonov kompresorjev, s čimer pokriva 5 % svetovnih potreb po gospodinjstskih kompresorjih.

Danfossova kultura temelji na vrednotah s področja medčloveških odnosov, kakovosti proizvodov, tehnologije in varovanja okolja. Hkrati skrbi za postopno krepitev samozavesti, iniciativnosti in ponosa lokalnih enot.

Naši razvojni cilji so usmerjeni k izboljšanju kakovosti, razvoju novega kompresorja, razvoju zaposlenih in organizacije, dvigu produktivnosti (DBS-DPP) in zniževanju stroškov (energenti).

Že od ustanovitve naprej se je Danfoss aktivno vključil v lokalno okolje in porušil stereotip o tem, da tuje podjetje deluje samo za lastni dobiček in se ne

meni za kraj in ljudi, kjer obratuje. S številnimi vsakoletnimi donacijami za različne kulturne, športne in šolske dejavnosti ter skrbjo za okolje še vedno prednjači pred ostalimi domačimi in tujimi podjetji v širši in ožji regiji.

Ventil: Kateri so vaši vodilni izdelki in njihove značilnosti ter prednosti pred konkurenco in kdo so kupci?

Danfoss Compressors: Naši kupci so svetovno znani proizvajalci gospodinjskih aparatov. Vodilni izdelek na trgu v kategoriji kompresorjev za gospodinjsko rabo se že četrto leto proizvaja v podjetju Danfoss Compressors, d. o. o., Črnomelj. To je v bistvu družina kompresorjev NLX-KK.2 oziroma tako imenovanih kompresorjev UFO (Ultra Fast Optimisation). Proizvajalci kompresorjev se med seboj primerjamo predvsem po hladilni moči in temu primernem izkoristku kompresorja COP (Coefficient Of Performance), nivoju hrupa ter seveda kakovosti izdelave.

Pomembno je poudariti, da prodaja visoko optimiziranih kompresorjev iz leta v leto narašča. Tako smo v letu 2007 prodali že 700 tisoč kompresorjev UFO, kar predstavlja 15 % celotne prodaje. Gre za kompresor, ki je v svojem območju delovanja trenutno najboljši na trgu. V letu 2008 predvidevamo prodajo nad 1,2 mio kosov. Konkurenca je neizprosna, zato delamo profesionalno. Naš cilj je biti najboljši v tem, kar ustvarjamo. Pri snovanju novih izdelkov in komponent uporabljamo najnovejšo tehnologijo modeliranja, kar nam omogoča hitrejši prehod od prvotne ideje do končnega produkta v redni proizvodnji. V bodoče bodo naši projekti usmerjeni v razvoj, ki nas bo uvrščal na sam vrh po energetski izkoriščenosti, čim nižjem hrupu, po aplikacijah, ki uporabljajo okolju prijazna hladiva.

Ventil: Kakšen pomen dajete v Danfossu razvoju novih izdelkov? Ali se povezujete z raziskovalnimi skupinami v Sloveniji, kje v glavnem poteka razvoj izdelkov?

Danfoss Compressors: Tudi v bodoče bodo naši projekti usmerjeni v razvoj izdelkov, ki nas bodo uvrščali v sam



Družina kompresorjev

vrh po energetski izkoriščenosti, čim nižjem hrupu, ter izdelkov, ki uporabljajo okolju prijazna hladiva. Razvoj produkta poteka v sodelovanju s sedežem naše skupine v Flensburgu v Nemčiji, tako da ima vsak svoj del znotraj posameznega projekta. Razvoj je deljen na projekte, vezane na dnevno delo, in na dolgoročne projekte, ki bodo odločali o našem položaju na trgu v prihodnosti.

Z Univerzo v Ljubljani sodelujemo na razvoju procesov za izdelavo izdelkov, medtem ko v proces razvoja samega izdelka zunanjih partnerjev ne vključujemo. Dosedanje sodelovanje ocenjujemo kot zelo uspešno, saj so bili vse dogovorjene aktivnosti in pričakovanja v celoti izpolnjeni.

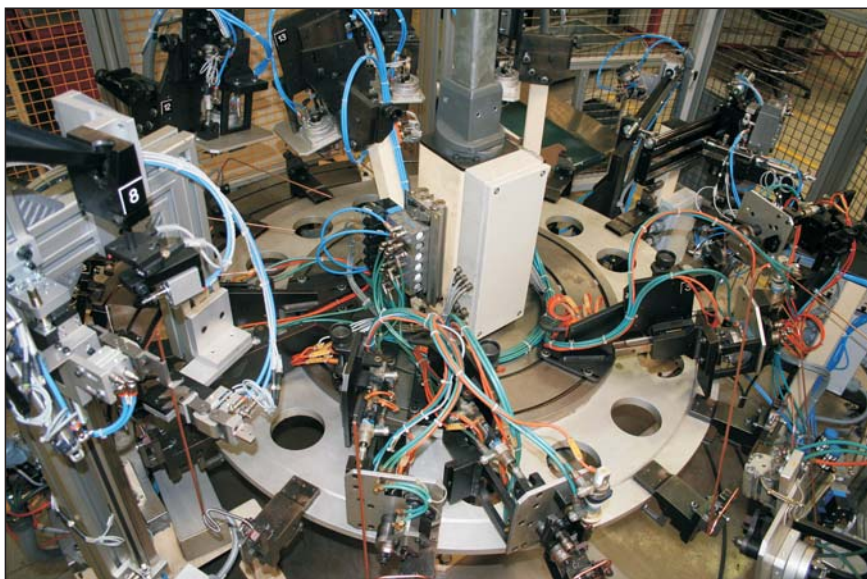
Novo tehnologije se uvajajo vedno v sodelovanju in sozvočju z matično firmo.

Ventil: Kakšen poudarek dajete izboljšavam v proizvodnji, avtomatizaciji, še posebno v montaži?

Danfoss Compressors: V proizvodnji imamo oddelek za tehnologijo, ki se ukvarja s stalnimi izboljšavami in avtomatizacijo procesov. Pri uvajanju novih produktov se preveri, kakšno je trenutno stanje. Na osnovi tega se investira tako v izboljšave v obdelavi kot tudi v montaži. Ob vse bolj pogostih zahtevah posameznih kupcev po izdelkih, ki so prilagojeni njihovim procesom, se tukaj zelo poudarja tudi avtomatizacija, saj vsak dodaten



Del linije za izdelavo statorja za kompresor



Krožni avtomat za izdelavo tlačne cevke kompresorja

proces pomeni vsaj enega dodatnega človeka, kar povečuje možnost napake zaradi človeškega faktorja.

Ventil: Pomen kakovosti v podjetju, na kakšen način dosegate visoke svetovne standarde?

Danfoss Compressors: Pri snovanju novosti imamo postavljene mejnike, znotraj katerih so točno določene aktivnosti, ki morajo biti izpolnjene, preden gremo v naslednjo fazo.



Zadovoljstvo delavk je pomembno za kakovostno delo

Med drugim se v fazi razvijanja uporablja metoda DFMA, s katero ugotavljamo možne vzroke za odstopanja in temu primerno prilagodimo izdelek. Pred uvedbo v proizvodnjo izvedemo metodo PFMEA, tako da še s strani procesa ugotovimo, kaj bi bilo potrebno preprečiti, da ne bi prišlo do odstopanj pri izdelavi oz.

montaži komponent. Ob prvi testni proizvodnji izpeljemo postopek MAP (Material Approval Procedure), kjer vsak lastnik posameznega procesa poda svoje strokovno mnenje o ustreznosti izdelka ter kakšne so bile posebnosti pri izdelavi. Ob pozitivno zaključenem postopku MAP, ki je del zadnje faze, se lahko začne z redno proizvodnjo.

Danfossov model zagotavljanja kakovosti skuša najti optimalno pot med avtomatiziranimi procesi in samokontrolo. V tem primeru predstavljajo zaposleni ključ do uspeha. Pri analiziranju pretočnosti montažne linije opažamo, da je tukaj še precej neizkoriščenega potenciala. Za doseganje začrtanih ciljev se moramo osredotočiti na izboljšanje kakovosti vhodnih komponent, sposobnosti in stabilnosti dela proizvodne opreme ter postopoma zamenjati tiste kontrole, ki so izključno odvisne od sposobnosti in zbranosti operaterja.

V delovne postopke smo vgradili dobro prakso vodilnih svetovnih

podjetij, ki je vsebovana v standardu kakovosti ISO 9001. Eno od najbolj pomembnih izhodišč, na katerih je zasnovan omenjeni standard, je dejanska vključenost vseh zaposlenih v delovanje sistema kakovosti. Podjetje Danfoss Compressors, d. o. o., je prijazno do okolja. Sistem ravnanja z okoljem je vzpostavljen skladno z mednarodnim standardom ISO 14001, katerega imetnik smo že od leta 1999. Služba varstva okolja z usposabljanjem in izobraževanjem spodbuja večjo okoljsko zavest in odgovornost vseh zaposlenih ter aktivno sodeluje v odprtem in pozitivnem dialogu z zainteresirano javnostjo.

Kot uspeh želimo izpostaviti projekte DPP (Danfossov projekt za dvig produktivnosti). Gre za uvedbo novega pristopa dela, ki s pomočjo posebnih orodij omogoča sistematično odpravljanje izgub in temelji na vključevanju zaposlenih pri reševanju problemov in nenehnih izboljšavah. Vse to se odraža v večji učinkovitosti procesa. V našem primeru smo do sedaj uspeli na določenih linijah dvigniti produktivnost za 15 %, izkoriščenost linij pa celo za več kot 20 % glede na obdobje pred uvedbo DPP. Omenjeni pristop nameravamo v naslednjih dveh letih vpeljati v celotnem podjetju. Projekt med drugim vključuje aktivnosti za izboljšanje ergonomije, avtomatizacijo nekaterih ročnih operacij, izboljšano organizacijo dela (boljši izkoristek ob manjšem naporu) in optimizacijo delovanja strojev (manj popravil in nepotrebne dodatne dela).

Ventil: Pomen izobraževanje lastnih zaposlenih, pridobivanje novih kadrov za razvoj in proizvodnjo.

Danfoss Compressors: Pravi ljudje na pravem mestu ob pravem času. Danfoss združuje ljudi, ki imajo skupno poslanstvo in cilje, ki jih družijo delovno okolje in smiselno delovno življenje, podpira in dovoljuje nadaljnji razvoj in izpopolnjevanje posameznika in skupine.

Ves čas poslovanja podjetje Danfoss Črnomelj redno spremlja in podpira potrebe svojih zaposlenih po dodatnem izobraževanju in usposabljanju.

Nudi interne šolnine in podeljuje štipendije dijakom in študentom, ki se šolajo v rednih programih. Letno v eksterna in interna izobraževanja investira povprečno 15,5 ur na zaposlenega.

Ventil: *Kako naprej?*

Danfoss Compressors: Na trgu se srečujemo z vse višjimi pritiski na zniževanje cen, večjo zanesljivost in kakovost izdelkov. Razlog je tudi vse večja konkurenca, ki v zadnjem obdobju vse bolj agresivno prihaja iz nizkocenovnih dežel. V takšnem okolju napake skorajda niso več dopustne. V celoti gledano je kakovost v podjetju področje, kjer nas čaka veliko izzivov. Naše aktivnosti so usmerjene tudi v intenzivno iskanje novih dobaviteljev na Daljnem vzhodu, hkrati pa preučujemo in iščemo možnosti uporabe cenejših materialov ob zagotavljanju vse večje učinkovitosti in kakovosti naših izdelkov.

Podjetje naše velikosti je velik porabnik energije, ki stane veliko denarja.



Izobraževanje in timsko delo

Da bi odpravili oziroma zmanjšali izgube energije in pri zaposlenih dvigniti zavest, da se je treba pri porabi energije vesti tako kot doma, je bila v podjetju ustanovljena projektna skupina, ki bo identificirala, izmerila, analizirala in ovrednotila določeno storitev, dejanje. Nato bo določila preprost in jasen cilj za izboljšanje procesa oziroma prihranek energije. Cilj takega delovanja prinaša koristi tako za varovanje okolja kot tudi za

znižanje stroškov energije. Velik izziv je motivirati in spremeniti razmišljanje ter navade in vednje ljudi.

V letu 2007 smo si zastavili strategijo za obdobje 2008–2013. Poudarek je predvsem na dvigu kakovosti in povečanju kapacitet z investira-

njem v izboljšave in nadgradnje obstoječih procesov. Bistven za našo prihodnost je razvoj novega, izboljšanega kompresorja UFO2, ki nas bo zadržal korak pred konkurenco.

Hvala za pogovor in veliko poslovnih uspehov še naprej.

Dr. Dragica Noe

ZAGOTAVLJAMO SODOBEN NAČIN ŽIVLJENJA

Danfoss



Danfoss Compressors, d. o. o.

Proizvodnja in prodaja kompresorjev za hladilno in zamrzovalno tehniko.

Danfoss Compressors, d. o. o., Ulica heroja Stariha 24, 8340 Črnomelj, Slovenija

Telefon: +386 (0) 7 33 61 100; Fax: +386 (0) 7 33 61 200

e-mail: danfoss@danfoss-cmpr.si

www.danfoss-cmpr.si; www.danfoss.com

Management of Distributed Production for Stochastic Events - Product Model

Marjan JENKO, Peter MITROUCHEV, Daniel BRUN-PICARD

Abstract: A decentralized architecture product model (PM), based on a social approach to production management, is presented. The approach is based on a bionic manufacturing paradigm, where raw materials carry information on possible processing. The PM is introduced into a common experimental platform, developed by the partners of the project on the Synchronous Production among Order-Givers and Subcontractors (SPOGS). The discrete-event type simulation of the distributed production system, amongst order-givers and subcontractors, confirms the potential of the PM. The approach integrates all the elements necessary for the management of production by interaction via Electronic Data Interchange (EDI) among order-givers and subcontractors.

Keywords: flexible manufacturing systems, product model, scheduling algorithm

■ 1 Introduction

1.1 Relation between manufacturing practices and the present work

Static manufacturing scheduling builds on the assumption that the number of jobs, their processing sequence and respective processing times are known a priori. In real time, there are many uncertainties associated with part arrival, processing time and machine availability [1, 2]. It is assumed in most studies that machines in the shop are continuously available [3, 4 and 5]. Machine breakdowns and other stochastic events are frequent

enough in real manufacturing systems that they deserve a systematic approach.

In this context, we consider traditional scheduling optimization, based on combinatorial mathematics, as inefficient since it fails to take into account dynamic aspects, which are prevalent [6]. These disturbances (breakdowns, quality problems, organizational problems, modifications made by the sales department and others) lead to a difference between the actual state of the shop floor and the prearranged schedule [7, 8]. The complex prearranged schedule has to be re-computed in case of a significant stochastic event and the next scheduling optimization can be significantly different from the previous one. Hence, optimization must not deal with hypothetically deterministic production but rather with its stochastic dynamics.

One method of dealing with production stochastics is enhanced structuralization of scheduling into deterministic and stochastic aspects

of activities, and into relations amongst them. Long- and medium-term scheduling are of a deterministic nature, since they consider activities as known well enough in advance. That scheduling is performed in the form of Gantt charts.

Short-term scheduling is an activity that is not needed when deterministic long- and medium-term scheduling absolutely translates into successful production. When not so, i.e. when stochastic phenomena in production occur, an emergent response is needed [9]. This implies short-term scheduling, i.e. real-time consideration of combinatorial options in the given situation.

Long- and medium-term scheduling is conceptually different from short-term scheduling. The former are about deterministic operations, while the latter is more about prediction and anticipation. These mechanisms allow for a less formal decision making process. When predicting and anticipating, successive relatively short operations can be linked

Dr. Marjan Jenko, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control and Manufacturing Systems; assoc. prof. dr. Peter Mitrouchev, univ. dipl. ing., G-SCOP Laboratory, INPG-UJF-CNRS, Grenoble, France; prof. dr. Daniel Brun-Picard, univ. dipl. ing., CER ENSAM-Equipe IMS, Aix-En-Provence, France

in time, i.e., they can be treated as a single, non-interruptible work operation. This simplifies the analysis.

The aim of this paper is to develop a short-term scheduling approach among order-givers and subcontractors. A short-term period implies nearly real-time scheduling of the production process. The approach is aimed at further generalizations, as scheduling among parts in production and machines. The approach is based on a social model in which most contributors (including non-humans) to manufacturing contribute to scheduling.

In this context, we took part in the Synchronous Production among Order-Givers and Subcontractors (SPOGS) project, subsidized by the Rhône-Alpes regional council. Its goal was to propose a global solution for manufacturing control, aiming at integration of a production system with the Enterprise and Resource Planning (ERP) system.

The starting point of our work is pre-existing developments of a multi-agent production model targeted at short-term synchronization among order-givers and subcontractors [10, 11]. Our work, within the SPOGS project, is particularly related to integration of properties of product design and product manufacturing. Integration of properties of both types is articulated as a product model (PM). The subject of this paper, i.e. short time scheduling among order-givers and subcontractors, is a vital part of the PM.

Results of this study may be useful to product designers and to designers of production systems. The PM encapsulates information that is needed for a) specification of manufacturing procedures, and b) for management of production processes.

This paper is organized as follows: a general presentation of the SPOGS project is presented after the introduction, i.e. in Section 2. The objectives of the research within the framework of the SPOGS project are presented

in Section 3. Section 4 describes the simulation of relations among order-givers and subcontractors, reasoning, the results of the simulation and their validation. In Section 5, the introduction of the PA for scheduling and control of manufacturing systems is addressed. Finally, discussions and conclusions are elaborated in Section 6.

■ 2 General presentation of SPOGS project

Within the SPOGS project, an approach to production, running by management of products-in-production, was developed. Its goal was to propose most adequate production solution in a modern distributed production environment by:

- making analysis of relations and constraints among order-givers and subcontractors,
- studying problem of scheduling, and providing subcontractors with scheduling scenarios for the near-future (almost real-time scheduling),
- sufficiently articulating control in manufacturing for the Electronic Data Interchange (EDI) implementation among order-givers and subcontractors,
- sufficiently articulating information exchange to allow each partner to anticipate work orders to follow.

As a result, the project aimed at developing approaches and a methodological support adapted to the short-term scheduling of production for small and medium enterprise (SME) subcontractors, in synchronization with partner companies and with customers. The impact of new installation, based on the approaches above, was estimated on the economic, operational and organizational level.

2.1 Contribution of the participants

The Economic Institute of Research in Production Development (EIRPD, Grenoble) contributed on the economic aspects, competencies and contractual relations. It was also the project coordinator.

The Grenoble based Science pour la Conception et l'Optimisation de la Production (G-SCOP) laboratory approached to the development of geographically spread multi-contributor production scheme, to aspects of autonomy and coherence, to convergence of the decision-making process, to formalization of partners' activities and to the PM.

Laboratory of Digital Systems in Ljubljana contributed to modeling for discrete event type simulations.

Laboratory of Automatics of Grenoble (LAG) contributed to modeling and to evolution of methods for distributed scheduling.

Laboratory of Industrial Automatics (LIA, Lyons) studied and evaluated reliability of production flows among partners, with respect to timing, quality and costs.

Renault Industrial Vehicles (RIV) division (being recently purchased by Volvo) shared its significant experience in coordination with a substantial number of Rhône-Alpes area subcontractors in the field of manufacturing. It expressed its economic and industrial interest for improvement of existing coordination.

2.2 Industrial multi-companies context of the project

The industrial partners that took part in the project were representatives of the metal cutting industry of the Vallée de l'Arve, part of the upper Savoie region. Arve valley is one of the most industrialized valleys in the French Alps. Approximately seventy percent of the French metal cutting industry is located there. These companies employ fourteen thousand workers. Set up on four hundred square kilometers they are specialized in manufacturing of batches of various mechanical components in significant volumes. The companies associated with the project were:

- Renault Industrial Vehicles (RIV) division,
- Pernat, Scionzier, important volume of production with RIV.

With a work force of one hundred fifty, on the sites of Marnaz (3000 m²) and Scionzier (2400 m²), is its sales turnover at 16 M€ with a catalogue of 1700 reference parts,

- Briffaz, Marnaz, company of “Mechanics and Metal cutting”, is RIV’s first contractor for metal cutting,
- Eurotec Manducher, Oyonnax, a platurgy specialized company.

■ 3 Research objectives within the framework of the SPOGS project

The scientific goal of the project was to propose optimal synchronization methods that do not introduce additional problems into organizations and into the local production management. The goal consisted of:

- proposition of architecture for decentralized decision-making process, while preserving autonomy of the partner-internal decisions to the most extent,
- ensuring independence of small partners, in order to effectively manage their resources, and to protect them against production risks (too heavy work load fluctuations, negative profits, unachievable timing constraints about deliverables).

In such a decentralized context, it is necessary to have synchronization mechanisms that are based directly on the production targets, such as e.g. defined by the supply agreement (a record of obligations to sell and buy quantities of goods over time) between the vendor and the purchaser.

3.1 Consequences of efforts for improved synchronization

Relation among order-giver and subcontractor change according to new substance, which is flexible but effective synchronization. Subcontractors credibility does not depend any more only on quality of the products and on strict respect of the deadlines. It also depends on subcontractors’ capacity of reaction to the inevitable dysfunctions that may take place during manufacturing. Thus, we need:

- communication to reactivate production management in case of a production dysfunction, and
- dysfunctions model, in order to anticipate their propagated effects.

A high level of subcontractor autonomy is essential to locally absorb the risks resulting from dysfunctions in the order-giver manufacturing process or simply caused by the fluctuations of orders. Profitability of the

companies, able to answer the constraints of a synchronous production, involves adequate contractual conditions that are difficult to define.

Consequence of structuring production for improved synchronization is that the production system becomes *interactive*, characterized by a *synchronous approach*, rather than *reactive*, Figure 1.

3.2 Industrial state of art synchronization. Supply agreements

Deterministic scheduling depends on assumptions, that [11]:

- products are inert,
- operators are order executors, i.e., they are behaviorally degraded into position of slaves. This is less than optimal per se, since operator intelligence is wasted.
- all depends on the person in charge of planning.

In SPOGS project, open (i.e., estimated) orders and firm orders are generated and transmitted via EDI. [8]. The EDI is a teleprocessing application that provides, according to a standardized format, exchange of computerized documents amongst the computers of commercial partners. Then it allows integration of these documents, as received, validated and accepted, into computer of the recipient and their possible immediate processing. That allows us to split the quantities to be delivered (deliveries per day, for example), and to make these quantities definite only at the last moment (for a few days, even a few hours in advance).

Among the adopted solutions, we expose:

- usage of open (estimated) orders and EDI reduces loss of time and error margins, compared to traditional reactive relation between order-giver and subcontractor,
- just in time production by integrating order-giver firm orders into the production schedule of subcontractor. A time margin may be required,
- reducing this margin for lower risk of gaps in deliveries to the

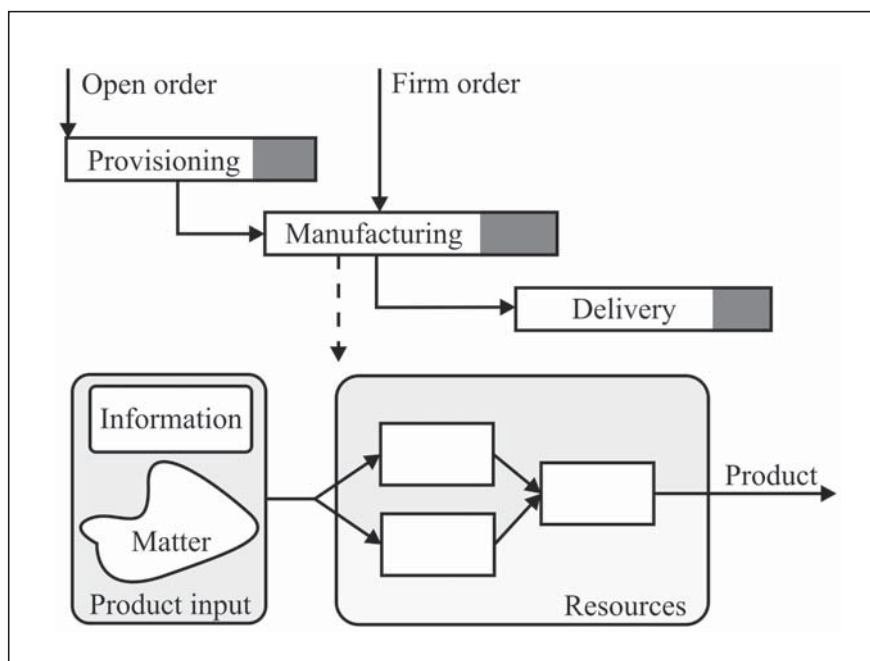


Figure 1. General representation of activities between order-givers and subcontractors, and corresponding subcontractor activities

customer. It is also proposed to soften constraints in the supply agreement,

- giving rights to a subcontractor, that he delivers less than requested quantities in expected time, if he warns the customer early enough.

We propose to open the supply agreement towards subcontractors or groups of subcontractors that are not exposed to the same risks at the same time.

3.3 Reasoning and problematics

The suggested model is based on a model of society [12]. Production needs of a product in production define steps in its production process. A product is considered as an actor, while it is inert in traditional prescriptive approaches to manufacturing, where even operators are decision-wise passive and responsibility for planning is on higher levels. Our approach is based on a model of society in which:

- products are choosing their operators, (autonomy of the actors), and
- products and operators make appointments, (production is guided by the product).

All the actors of this society collaborate with the same aim, to satisfy objectives laid down by the production plan. The decisions are made in coordination with all the concerned actors. Each one acts at the same time at the level of appointments (short time production estimation) and at the reactive level (reassignment of the appointments in case of disturbances). This approach presumes rationality and continuity of activities within the fields of design, management and production, in a spirit of integrated design for production (IDP), taking the decisive role of a human into account. Operator has the capacity of an intelligent actor, and he is a base of autonomy in production.

Coordination rules are distributed uniformly among all actors and are applied simultaneously in real time. The implemented mechanism is ba-

sed on trust in fair relations between order-givers and subcontractors.

■ 4 Simulation, interpretation, results and validation

Among the industrial partners associated with the project, the companies of the metal cutting sector played a particular role, because they were to be used as models for construction of a platform on which simulations would be carried out. As a result of such planning, the model presented in this study was tested on a platform of metal cutting suppliers for the automotive producer Renault RIV.

Collecting the necessary data required a long-time involvement of researchers with the factories. The first analysis, carried out in-situ, allowed collecting a precise description of material flows among the various activities of production. It also allowed a careful reflection on significance of synchronous-type production and its implications on production management. Then, the analysis could be widened by means of regular participation of a researcher in the installation of new software for production control PRODSTAR [11] on a site of the partner company.

The software gave implementation means for management of technical data, as quality and production control, and for commercial management, as purchasing and sales. Initially, level of production management was limited to a level of planning by a standard reactive practice, annotated in this paper as "reactive oriented product method". Then, a database of the technological platform was constituted, to which the interactive model presented above was applied. The validation of the suggested concepts, which are PM and PA, was performed through simulation that is presented below.

4.1 Evolution. Production reliability (fluent production flow) and flow simulation

After planning optimization of production, we proposed evaluation of reliability for production flows, based

on capacities of the subcontractors, by three stages:

- mapping optimization of planning into a planning model,
- simulation of flows by the planning model, and multicriteria assistance for results interpretation,
- design of data processing and data exchange for support of the planning model.

Simulation of production flows assume that random dysfunctions take place and corrective decisions are based on measurements of production reliability and delays, compared to planning. The goal was to provide subcontractors with rules on scheduling that give satisfactory performance in terms of productivity and production reliability.

Production dysfunctions and interactions among partners were modeled as stochastic processes and deterministic reactions to random events.

Significant process variables are:

- arrivals of estimated and firm orders from order-givers, by the EDI infrastructure,
- deliveries of subcontractors,
- potential deliveries of other subcontractors.

Simulation is based on replacement of distributed production system with a mathematical model, consisting of logical relations amongst entities that represent order-givers and subcontractors. This model is mapped into an input to a program, able to generate by simulation the characteristic data on production efficiency. Finally, that data (average values, confidence intervals) were interpreted statistically in order to draw some inferences from it.

The adopted approach to simulation was the approach by the simulation needs, not by capabilities of a particular software suite. Therefore, different software packages were evaluated (WITNESS, Simfactory and ARENA) and ARENA was chosen. The goal was to use the one which would be most useful later on to the subcontractors when they need to make decisions about production.

Simulation of a production system is a discrete-event type of simulation, with inclusion of stochastic phenomena [13].

Production process of the Pernat company, a RIV metal cutting subcontractor, was studied as an example. Figure 2 below summarizes it. It is about performance measurement. We were most interested in the following performance indices:

- exact delivery days, compared to the planned narrow intervals for deliveries,
- reliability of the production process. At the output, production flow needs to be reliable and uniform,
- amount of repository-connected work. This represents non-productive expenses,
- usage of subcontractor warehousing. Expenses, again, and possible delays.

Simulated scenarios gave confidence intervals for the above listed performance indices. To compare different control strategies, one is often confronted with multicriteria decision making, which is complex enough that it requires development of methodology. We started with simple objects and simple material flows. Then, we were adding decision alternatives. Criteria were developed in the process and they were combined into a smaller number of stronger criteria. The final outcome of repeating loops of simulation, reasoning and adaptation of production behavior was a set of rules that allows optimal solutions for prescribed criteria. Let us note that a human intervention is sometimes necessary to converge to the final optimized solution.

Quantitative criteria were chosen in this study. The criterion of performance was time marks of reference events, compared to the planned intervals. Then, criteria for production reliability, i.e., for a stable production flow on the output, were defined. Let us recall that three main mechanisms exist, when defining a production scenario:

- aggregation of many less significant criteria into fewer more significant criteria,

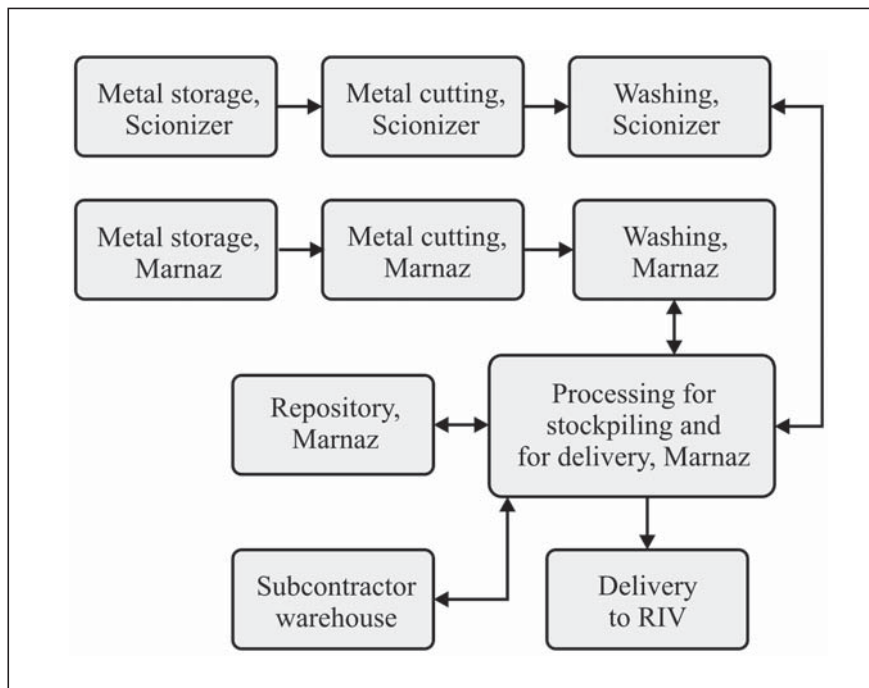


Figure 2. Diagram of material paths and activities in metal cutting companies

- exclusion of certain activities in a presence of some other activities (based on classification),
- production flow is defined by interactions.

subcontractor to analyze the received requests from order-givers, in order to evaluate his limits and over-costs generated by lack of open orders and by rush orders.

We took interest in the definition of the performance measurement, related to reliability of material flows between the order-giver and the subcontractor. Reliability and position of the production events, compared to the planned intervals, were criteria that were finally included in the simulation model and being improved by simulations.

5 Introduction of a PA for scheduling and control of a manufacturing system

The PA relates to production managing, by needs of products that are being produced by the shop floor. In this context a *product* may represent an elementary component, an assembly of several elementary components or a set of similar components.

Analysis of results required to define several additional criteria of quantitative and qualitative evaluation (delay of a part, amount of stock, costs). It was then possible for the

Concept of operation corresponds to material transformation, reshaping, assembly, handling, and transportation of the product. Resources, in

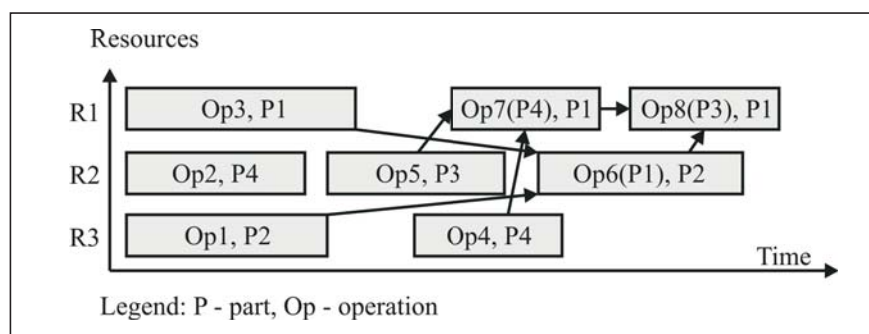


Figure 3. Gantt chart of production through time, from 4 parts, on 3 resources, by 8 operations, out of which 3 represent a combined operation, i.e., work on a part and assembl

this context, are human operators and machines that perform operations.

The aim of scheduling is assigning operations to resources for periods of time. Usually, this effort results in formation of a Gantt chart, *Figure 3*.

5.1 Solution range to be examined

To define solution range, let us consider:

- the set **P** of products,
- the set **R** of resources with their tools,
- the set **T** representing times of activities.

Production operations can be formally defined as an element of the **PRT** set which is a Cartesian product of 3 sets:

$$PRT = P \times R \times T$$

(set of all possible ordered triples).

Scheduling consists of finding, for each product, an oriented graph in **PRT**, where each node of the graph represents the exclusive meeting between a resource and a product or its components, for some time, to perform an operation. For an assembly operation, the product groups several components together: this product may already have been processed by other operations and therefore the graph has a tree structure, as on *Figure 4*, where:

- gray rectangles represent operations,
- operation duration is represented by the rectangle height.

Each operation takes place, where a product, its components, if any, and a resource meet each other. Operations are linked according to the sequence of product processing.

5.2 Classical approaches

First steps in design of control for specific manufacturing are planning and scheduling. Combinatorial problem is presented in terms of production flow and of resource allocation. The outcome is typically a Gantt chart (*Figure 3*), that freezes the operations

allocated to each resource, for allocated time periods.

As a result, resources can be theoretically used to their maximum extent, for given constraints of particular production. Such planning and scheduling represents production optimization - resources are optimally exploited. This approach organizes manufacturing operations and is characterized by the answer to three questions that are, in a sequence of importance: Which resource - When - What product (context of 'product': cf. section 5, paragraph 1).

Which resource does the operation? The answer is on Resources axis of the diagram in *Figure 4*.

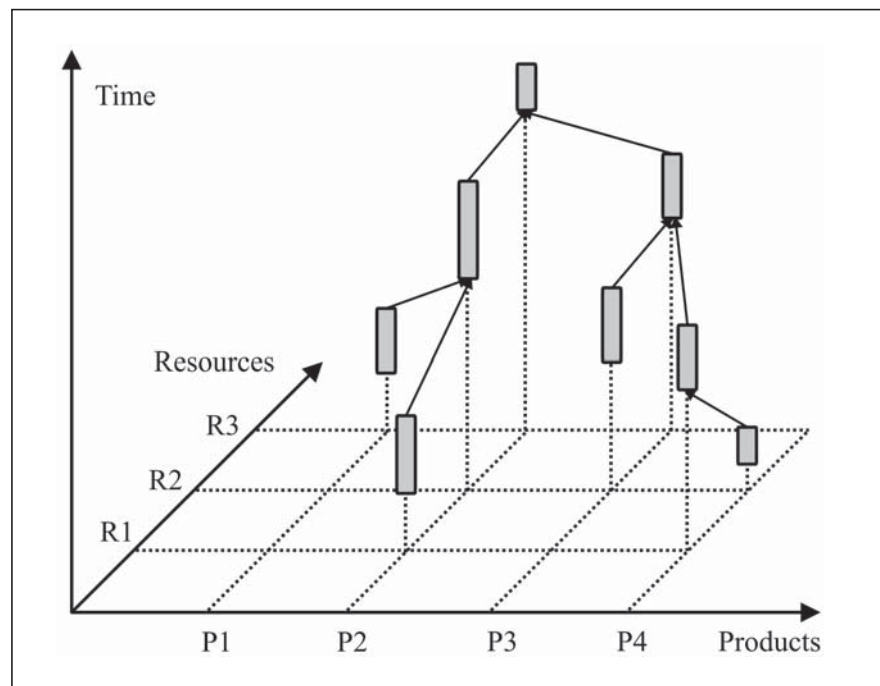


Figure 4. Production in a PRT set

When does the operation take place? The answer is on the Time axis of the same diagram.

What product is concerned by the operation? The answer is found in rectangles representing the operations on the diagram.

When scheduling, priority is given to the second question and time is privileged. It seems to be natural to give priority to time when synchronizing the production (i.e., working on establishment of coincidence between

end of a previous operation and start of a next operation). However, this coincidence is difficult to obtain for resources that should never be idle and for products that should never wait in an intermediary stock.

Furthermore, the diagram in *Figure 3* masks many degrees of freedom, represented in *Figure 4* as the **PRT**-set volume, where production flow can go astray in case of disturbances. Increasing demands on quantities, on product customization, on tight schedule are factors, which add to frequency of disturbances and to the need for systematic processing of disturbances.

To respect the prearranged scheduling, time-critical production is planned as batch production with as few interrupts as possible (, which results in less than optimal resource usage), time margins are introduced between operations, and introduction of material buffers helps with organization and reliability of production. These solutions differ from principles of maximum resource utilization and stock reduction. To avoid these solutions, usage of Gantt chart is called into question, but not the reasoning: grouping of operations is performed

on several levels, i.e., the most of order is introduced into a manufacturing system to decrease frequency and impacts of unexpected events. Then, resource and operation substitutions are allowed to achieve most effective real-time decisions.

6 Conclusions

In this paper, a PM for manufacturing has been presented. It was implanted in a common experimental platform developed by all the partners of SPOGS Project. The PM integrates all the necessary elements for the piloting of production in interaction with the EDI among order-givers and subcontractors. It is also a support for demonstration and validation of the methods and tools under development.

Next, a PA, which considers three objectives simultaneously: flexibility, reactivity and modularity, was presented. These aspects will be explored further.

In a view of synchronous production among order-givers and subcontractors, the effort in this study was related to the concept of process. As a result, in a near future, we can hope to be able to solve problems of process synchronization and to contribute to optimization. A development of mathematical model can be considered, which will make possible to locate managing points of a production system. Relevant information will be injected into such points. We think that such a model will bring a base to carry out possible improvements in communication, in decision making, and in the actual course of events and procedures of modern distributed manufacturing.

References

- [1] A. Jain, P. K. Jain and I. P. Singh. Performance modeling of FMS with flexible process plans - A Petri net approach. *International Journal of Simulation Modelling*, 5, 3:101-113, 2006.
- [2] A. Jain, P. K. Jain and I. P. Singh. An investigation on the performance of dispatching rules in FMS scheduling. *International Journal of Simulation Modelling*, 3, 2:49-60, 2004.
- [3] D. Borenstein. Implementation of an Object-Oriented Tool for the Simulation of Manufacturing System and Its Implementation to Study the Effects of Flexibility. *International Journal of Production Research*, 38, 9:2125-2143, 2000.
- [4] A. Singh, N. K. Mehta and P. K. Jain. Tardiness based new dispatching rules for shop scheduling with unreliable machines. *International Journal of Simulation Modelling*, 4, 1:5-16, 2005.
- [5] S. Heinrich, H. Durr, T. Hanel and J. Lassig. An Agent-based Manufacturing System for Production and Logistic within Cross-Company regional national Product Networks. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2, 1:007-014, 2005.
- [6] P. Mitrouchev, D. Brun-Picard. A new model for synchronous production between order-givers and subcontractors. *International Journal of Simulation Modelling*. 2007 (under press)
- [7] M. S. Jayamohan, C. Rejendran. New dispatching rules for shop scheduling: a step forward. *International Journal of Production Research*. 8, 3:563-586, 2000.
- [8] P. Baillet. Contribution à l'amélioration de la réactivité des systèmes de gestion de production par la mise en œuvre du concept de décentralisation des fonctions de décision. Thèse de doctorat. Université d'Aix-Marseille III, Marseille, 1994.
- [9] M. Jenko. Complexity management in the design of distributed manufacturing execution systems. *Proceedings of the 4th International Seminar and Workshop held in University of Zielona Gora, Rydzyna, Poland, 7th - 9th October 2004 : EDI-ProD2004*, p. 183-192.
- [10] B. Buchmeister, A. Polajnar and K. Pandza. Simulation study of effects of resources' downtimes on shop performances, *International Journal of Simulation Modelling*, 1, 1:23-30, 2002.
- [11] P. Mitrouchev, D. Brun-Picard, M. Hollard and A. Haurat. A New Product-Model for Production, *Proceeding of 2nd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, I.D.M.M.E.'98*, May 27-29, Compiègne, ISBN: 2-913087-03-5, 4:1179-1186, 1998.
- [12] O. Holthaus. Scheduling in job-shop with machine breakdown: an experimental study. *Computers and Industrial Engineering*, 36:137-162, 1999.
- [13] M. Jenko. Queuing simulation of distributed manufacturing systems, in: M. El-Baradie, T. Szecsi (editors), *Proceedings of the 11th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*,. Dublin, p. 694-705, 2001

Upravljanje porazdeljene proizvodnje z upoštevanjem naključnih dogodkov – produktni model

Razširjeni povzetek

Prispevek predstavlja decentralizirano arhitekturo upravljanja proizvodnje, poimenovano produktni model (PM). Zasnovan je na bionski proizvodni paradigmi, pri kateri materiali vsebujejo informacije za potencialno obdelavo. PM je uporabljen v eksperimentalni platformi projekta Sinhrona proizvodnje med matičnim podjetjem in podizvajalci. PM je verificiran z diskretno simulacijo materialnega in komunikacijskega pretoka med entitetami platforme. V predlagano decentralizirano arhitekturo upravljanja so integrirani elementi za sporazumevanje z

elektronsko izmenjavo podatkov med matičnim podjetjem in podizvajalci.

Motivacija za prispevek je izboljšanje produktivnosti, kakovosti in zadovoljstva v distribuiranem proizvodnem procesu v avtomobilski industriji. Preučujemo odnose med matičnim podjetjem in podizvajalci in proizvodni proces pri podizvajalcu. Metodi preučevanja sta popis dogodkov in simulacija proizvodnih scenarijev v distribuiranem okolju. Parametri uspešnosti so točnost dobav, zanesljivost in stalnost pretoka izdelkov na izhodu proizvodnje, minimizacija transporta in skladiščenja. Predlagane izboljšave v odnosih med matičnim podjetjem in podizvajalci so doseganje JIT-proizvodnje in dobav podizvajalcev z informacijsko podprtim vpogledom matičnega podjetja v proizvodne procese podizvajalcev, zmanjšanje časovnih rezerv v pogodbah in dogovorih, uvedba možnosti manjših od pogodbenih dobav, ob pravočasnem opozorilu podizvajalca, in vpeljava odprtih naročil z močno informacijsko podporo. Odprto naročilo omogoči podizvajalcu pripravo na začetek proizvodnje že pred dostopem zahteve po količinah izdelkov in zahtevani časovni dinamiki dobav.

Naključni dogodki v distribuirani proizvodnji z omenjenimi izboljšavami niso zajeti. Bazo za sistematično obravnavo naključnosti v proizvodnem procesu predstavlja PM, ki vsebuje potrebne informacije za izdelavo produkta v distribuiranem okolju. Model temelji na produktnem pristopu, kjer o poteku proizvodnje odločamo v opisanem vrstnem redu: obdelava na katerem stroju, kdaj, kateri obdelovanec. Na osnovi teh vprašanj določimo prostor, v katerem planiramo proizvodnjo. Ta pristop se od planiranja v diagramih Gantt loči po tem, da omogoča prikaz, posredno s tem pa tudi reagiranje na naključne proizvodne dogodke.

Ključne besede: prilagodljivi proizvodni sistemi, produktni model, planiranje, naključnost,

Acknowledgement

Authors collaborated in the framework of Virtual Research Laboratory – Knowledge Community in Production, VRL-KCiP. The work described in this paper is a part of the SPOGS research project that was supported by a grant from the Rhône-Alpes regional council.

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

Vpliv cilindričnega vodilnika na skrajne zmogljivosti Francisove ali Kaplanove turbine

Edvard HÖFLER

Izveček: Razvita je metoda za napovedovanje pretoka vode skozi turbino. Poznati moramo geometrijske značilnosti vodilnika in profilov lopat ter neto padec turbine, izkoristek, vrtilno hitrost in delež vrtinca, ki izstopa iz gonilnika turbine. Rezultati po tej metodi napovedanega pretoka so primerjani z modelskimi meritvami večjega števila realiziranih turbin, ki so vzete kot referenca. Diference pretokov so najmanjše (samo nekaj odstotkov) pri specifično najbolj počasnih francisovih turbinah in naraščajo s specifično hitrostjo, če zanemarimo izstopni vrtinec gonilnika. Za kaplanove turbine so prognoze pretoka zanesljive toliko, kolikor dobro poznamo izstopni vrtinec – smer rotacije in delež energije proti energijskemu padcu turbine. Metodika je uporabna pri snovanju in uvodnem dizajniranju novih turbin ter proučevanju možnosti rekonstrukcije in povečanju moči obstoječih francisovih ali kaplanovih turbin.

Gljučne besede: cilindrični vodilnik, francisova turbina, kaplanova turbina, pretočna karakteristika vodilnika, vpliv na skrajne zmogljivosti turbine, napoved pretoka,

■ 1 Uvod

Vodilnik ima nalogo, da dovaja vodo gonilniku turbine, in to v določeni smeri in z določeno hitrostjo [1]. Vodilnik sestavlja niz hidravlično oblikovanih vodilnih lopat, ki so praviloma pomične. Poznamo tudi vodilnike s fiksirano lego lopat. Uporabljajo se za kaplanove in cevne turbine, ki so projektirane za obratovanje v zelo ozkem območju pretoka in padca. Končni izsledki, do katerih bomo prišli pri obravnavanju pomičnega vodilnika, bodo veljali tudi za nepomični vodilnik.

Niz vodilnih lopat tvori tako imenovano krožno kaskado ali rešetko. Vsaka vodilna lopata je vrtljiva okoli svojega čepa ali vrtilišča, pri čemer

mehanizem vodilnika skrbi, da je gibanje vseh lopat sinhrono in natančno. Vrtilišče je postavljeno blizu sredine skeletnice profila lopate, praviloma na strani med sredino in repom lopate.

Če se osredotočimo na os vrtilišča vodilne lopate, poznamo dve tipični vrsti vodilnikov. Prvi je cilindrični vodilnik: osi vrtilišč lopat so vzporedne osi turbine. Take vodilnike imajo francisove in kaplanove ter diagonalne turbine, ki pa so bolj redke. Druga vrsta je konični vodilnik: osi vrtilišč lopat ležijo na plašču konusa, os vrtilišča posamezne lopate in os turbine oklepata določen kot (od 60 do 70 stopinj). Kot tretjo, vendar redko uporabljeno vrsto vodilnika (in to samo pri malih aksialnih turbinah), lahko omenimo aksialni vodilnik. Pri teh so osi lopat pravokotne na os turbine.

V tem prispevku bomo obravnavali vodilnik z vidika hidrodinamičnih raz-

mer, pretoka in padca vode, ki je turbini na razpolago. Pristop bo v duhu klasične teorije turbinskih strojev, ko v stroju poiščemo kritične preseke, kjer potekajo največje spremembe stanja snovi in energije, in na njih opravimo bilanco energije, gibalne količine, pretoka in kinematičnih veličin [2]. Grlo vodilnika je mesto, kjer se konča vpliv statorskih delov turbine na tokovne razmere. Oblikuje se tokovno polje, ki bo preoblikovano v vmesnem prostoru vstopilo v gonilnik ali rotor turbine [3].

■ 2 Tokovne razmere v cilindričnem – radialnem vodilniku

Obravnavamo segment vodilnika cilindričnega tipa, kot ga kaže *slika 1*. Problem obravnavamo dvozasežnostno. Par vodilnih lopat oblikuje statorsko šobo, ki ima najožji presek ali grlo na črti, ki povezuje rep profila in tlačno stran sosednje

Edvard Höfler, univ. dipl. inž.,
Gradišče nad Pijavo Gorico
127 b, 1291 Škofljica

lopate. Namišljena črta širine grla je najkrajša razdalja in je pravokotna na obris delovne ploskve sosednje lopate. Tokovnice, ki so blizu delovni strani lopate, sledijo njenemu obrisu. Prav tako smemo sklepati, da imajo tokovnice, ki so blizu izteka sesalne ali hrbtne ploskve vodilne lopate, smer konture oziroma tangente na konturo ob izteku lopate. Tangenti na obris lopate na obeh krajih črte odprtja a_0 praviloma nista vzporedni, lahko pa pride tudi do takega primera.

Privzamemo, da ima prva polovica toka v grlu vodilnika smer, vzporedno tlačni strani lopate v točki P. Druga polovica toka pa je vzporedna tangenti na obris lopate na repu, točka S, kot je prikazano na sliki 1. Nato še privzamemo, da je porazdelitev pretoka dQ konstantna vzdolž odprtja. Sledi račun pretoka v tlačni polovici odprtine a_0 :

$$c_p \cdot \frac{a_0}{2} \cdot B_v \cdot b_l = \frac{Q}{2 \cdot z_v} \quad (1)$$

Hitrost c_p , ki je pravokotna na črto a_0 , izrazimo z enačbo:

$$c_p = \frac{Q}{z_v \cdot a_0 \cdot B_v \cdot b_l} \quad (2)$$

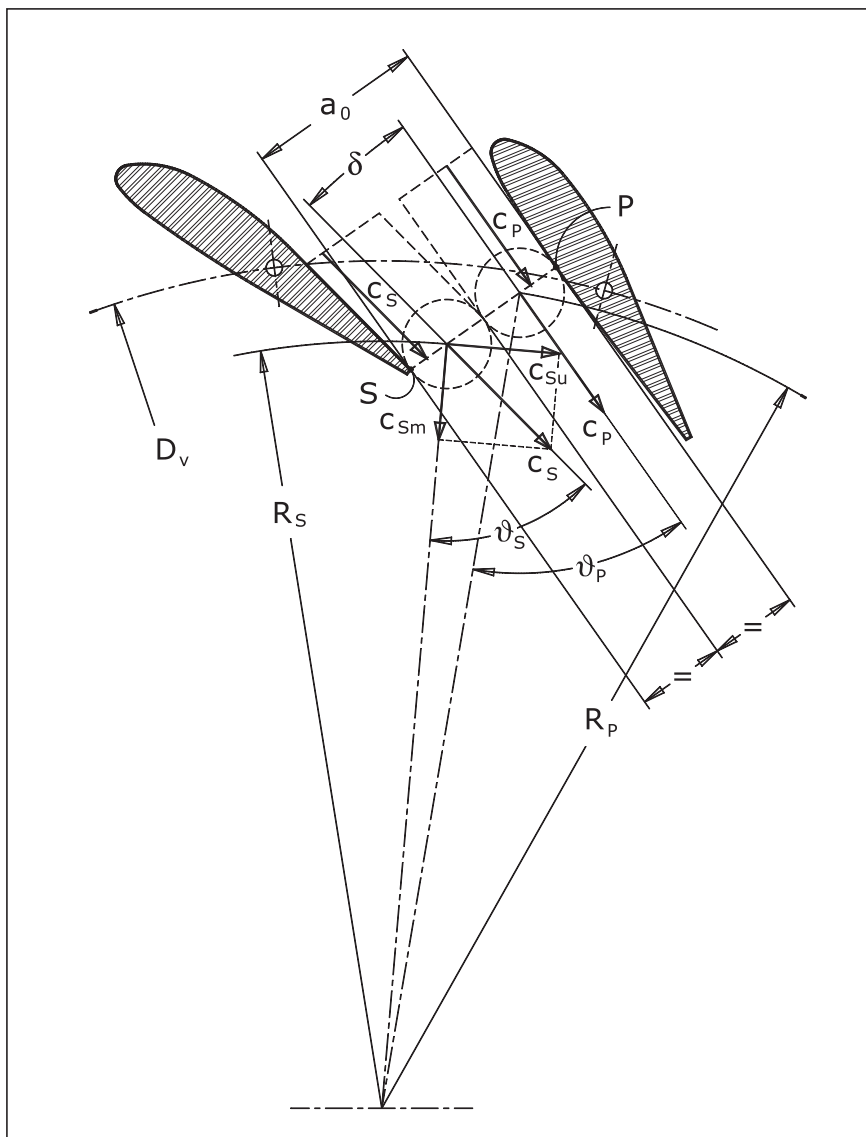
kjer je Q celotni volumski pretok vode skozi turbino, a_0 najmanjša odprtina med dvema lopatama vodilnika, ki ima z_v lopat, B_v je višina vodilnika in b_l je koeficient blokiranja najmanjšega pretočnega preseka zaradi realnega profila hitrosti ($b_l = 0,92$ do $0,96$ [3]).

Ob predpostavki enakomernega pretoka skozi grlo in poznane kota med tangentama v točkah P in S zapišemo za hitrost c_s na sesalni polovici odprtine, kot sledi:

$$c_s = \frac{c_p}{\cos \delta} \quad (3)$$

Uporabimo uveljavljeno in splošno sprejeto definicijo brezdimenzijskega odprtja vodilnika A_0 [4]:

$$A_0 = \frac{a_0 \cdot z_v}{D_v} \quad (4)$$



Slika 1. Geometrijske in kinematične veličine cilindričnega vodilnika

kjer je D_v premer delilnega kroga, po katerem so razporejene vodilne lopate. Za izbrani profil vodilne lopate kot tudi delilni premer in število lopat je z odprtjem A_0 enoznačno določen kot lopat proti koordinatnemu izhodišču turbine in določena vsa geometrija, ki se navezuje na vodilnik. Iz enačbe (4) vzamemo zmnožek ($a_0 \cdot z_v$), ga vstavimo v enačbo (2) in dobimo za hitrost c_p :

$$c_p = \frac{Q}{A_0 \cdot D_v \cdot B_v \cdot b_l} \quad (5)$$

Ponovno si oglejmo sliko 1. Povprečna hitrost c_p deluje na sredini prve polovice črte odprtine a_0 , ki je za polmer R_p oddaljena od osi turbine. Smer hitrosti c_p in radialna smer oklepata kot ϑ_p . Podobno velja za sesalno polovico odprtja, c_s deluje na sredini

druge polovice črte odprtine a_0 , kot med radijem R_s in smerjo hitrosti c_s pa je ϑ_s . Sledi zapis za obodni komponenti obeh povprečnih hitrosti c_{pu} in c_{su} :

$$c_{pu} = c_p \cdot \sin \vartheta_p \quad (6 a)$$

$$c_{su} = c_p \cdot \frac{\sin \vartheta_s}{\cos \delta} \quad (6 b)$$

Večja kot sta kota ϑ_p in ϑ_s , močnejši je vrtnec, ki ga ustvarja vodilnik.

V naslednjem koraku našega proučevanja vodilnika vključimo gonilnik. Zapišemo Eulerjevo turbinsko enačbo za tokovno cev:

$$E_u = \omega \cdot [(r \cdot c_u)_1 - (r \cdot c_u)_2] \quad (7 a)$$

Koristno specifično delo na obodu gonilnika E_u se opravi samo ob spremembi vrtilne količine – zmnožek $(r \cdot c_u)$ – ali cirkulacije na poti med vstopom in izstopom iz lopatičnega kanala gonilnika, pri čemer se gonilnik vrti s kotno hitrostjo ω . Zaradi notranjih izgub turbine je za delo v gonilniku turbine uporaben ustrezno zmanjšan padec vode H_n , in sicer:

$$E_u = \eta_t \cdot g \cdot H_n \quad (7 \text{ b})$$

V enačbi (7 b) pomeni η_t celotni izkoristek turbine, po definiciji v standardu [4], g pa je zemeljski pospešek. Na lopate gonilnika se prenese največ energije oziroma se ustvari največji navor, če odtekajoča voda nima več vrtinca – pri tem mora biti $(r \cdot c_u)_2 = 0$. Ob tej predpostavki dobimo neposredno zvezo med povprečenim vstopnim vrtincem in energijskim neto padcem H_n , ki je potreben za ustvarjanje navora ob pretoku skozi turbino [5]:

$$(r \cdot c_u)_1 = \eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} \quad (8)$$

Prostor med vodilnikom in gonilnikom je prazen, brez vpliva na zapisano cirkulacijo, ki jo generira vodilnik. Sledeč zakonu o ohranitvi vrtilne količine, lahko izenačimo:

$$(r \cdot c_u)_1 = (r \cdot c_u)_0 \quad (9)$$

Z upoštevanjem enačbe (8) in enačbe (9) zapišemo

$$(r \cdot c_u)_0 = \eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} \quad (10)$$

Dobili smo enačbo vrtilne količine, ki jo mora vodilnik ustvariti, da bo turbina s kotno hitrostjo ω lahko predelala padec H_n . Tok vrtilne količine celotnega vodilnika dobimo z integracijo krajevnega produkta $(r \cdot c_u) \cdot dQ$ vzdolž črte odprtja a_0 , od tlačne strani P do sesalne strani S in pomnožimo s številom vrzeli med lopatami oziroma številom lopat z_v :

$$Q \cdot (r \cdot c_u)_0 = z_v \cdot \int_P^S R \cdot c_u \cdot dQ \quad (11)$$

V obravnavanem enostavnem mode-

lu vodilnika predpostavljamo, da je delec pretoka dQ konstanten vzdolž črte integriranja in po višini vodilnika B_v in da delovanje lokalne hitrosti skoncentriramo v dveh točkah, kjer nastopata komponenti hitrost c_{pu} in c_{su} , radija R_p in R_s ter še kota ϑ_p in ϑ_s . Iz tega sledi, da je enačba (11) srednja vrednost ustreznih produktov:

$$Q \cdot (r \cdot c_u)_0 = \frac{Q}{2} (R_p \cdot c_{pu}) + \frac{Q}{2} (R_s \cdot c_{su}) \quad (12)$$

Pretok Q izločimo in ob upoštevanju enačb (6 a) ter (6 b) sledi:

$$(r \cdot c_u)_0 = \frac{1}{2} c_p \left(R_p \cdot \sin \vartheta_p + R_s \frac{\sin \vartheta_s}{\cos \delta} \right) \quad (13)$$

Slednjič z upoštevanjem enačbe (5) dobimo vrtilno količino vodilnika:

$$(r \cdot c_u)_0 = \frac{Q}{2D_v \cdot B_v \cdot A_0 \cdot b_l} \left(R_p \cdot \sin \vartheta_p + R_s \frac{\sin \vartheta_s}{\cos \delta} \right) \quad (14)$$

Sedaj enačbo vrtilne količine (14) vstavimo v enačbo (10) in dobimo:

$$\frac{Q}{2D_v \cdot B_v \cdot A_0 \cdot b_l} \left(R_p \cdot \sin \vartheta_p + R_s \frac{\sin \vartheta_s}{\cos \delta} \right) = \eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} \quad (15)$$

Zanima nas pretok Q skozi turbino kot funkcija energijskega potenciala in geometrijskih značilnosti vodilnika. Po preureditvi enačbe (15) sledi:

$$Q = \eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} \cdot 2B_v \cdot b_l \cdot \left\{ \frac{D_v \cdot A_0}{R_p \sin \vartheta_p + R_s \sin \vartheta_s / \cos \delta} \right\} \quad (16)$$

Dobili smo pretok, ki je možen glede na razpoložljivi padec H_n in geometrijske značilnosti cilindričnega vodilnika.

3 Geometrijske značilnosti vodilnika

Geometrijske značilnosti vodilnika, ki vplivajo na pretok po enačbi (16), so naslednje:

- višina vodilnika B_v : vpliva premo sorazmerno,
- odprtje A_0 : vpliva premo sorazmerno,
- kot vrtinca ϑ : vpliva obratno sorazmerno,
- razmerje (D_v/R_p) ali (D_v/R_s) : vpliva premo sorazmerno, giblje se okoli vrednosti 2; pri zelo majhnih odprtjih je manjše od 2, pri večjih pa večje od 2.

Zanimivo, da delilni premer D_v vodilnika ne nastopa neposredno. To pomeni, da če pristopamo k razvoju nove turbine in proučujemo vodilnik in potrebno maksimalno odprtje, nam še ni potrebno poznati delilnega premera vodilnika ter števila vodilnih lopat, tako se lahko osredotočimo na vstopni premer gonilnika in temu potem prilagajamo novi vodilnik.

Iz enačbe (16) sledi, da vse veličine, odvisne od geometrije in položaja lopat oziroma odprtja vodilnika, lahko popišemo z brezdimenzijsko funkcijo vodilnika F_v . Tako je:

$$F_v = F_v(A_0) = \frac{A_0 \cdot D_v}{R_p \sin \vartheta_p + R_s \sin \vartheta_s / \cos \delta} \quad (17)$$

V naslednjem poglavju bomo proučili potek in vrednosti te funkcije za različne vodilnike z različnimi oblikami profila lopat in skleпали o določeni univerzalnosti. Obenem bomo za izbrane turbine primerjali pretoke, ki jih bomo določili s to metodo, z rezultati realiziranih turbin, ki so bile predhodno izmerjene kot turbinski modeli.

4 Analiza cilindričnih vodilnikov

Analizo vodilnika po opisani metodi pričnemo tako, da narišemo z enim od programov za dvodimenzionalno risanje par lopat vodilnika v merilu, podobno kot na sliki 1, in sicer za

večje število različnih odprtij ter v obsegu, ki nas zanima. Zatem za vsako odprtje poiščemo tangente na obris lopat v točkah P in S, ju prenesemo v točke na $\frac{1}{4}$ in $\frac{3}{4}$ dolžine črte a_0 ter omenjene točke povežemo z osjo turbine. Nato izmerimo veličine, ki jih potrebujemo za analizo: odprtje, kote vrtinca, kot mimobežnosti in radialni razdalji; skratka veličine, ki jih rabimo za račun v enačbi (17).

Tabela 1. Nabor podatkov za računanje funkcije vodilnika F_v turbine [6], enačba (17)

Odprtje a_0	Odprtje A_0	Radialna razdalja R_p	Radialna razdalja R_s	Kot vrtinca ϑ_p	Kot vrtinca ϑ_s	Kot	Funkcija F_v
[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[°]	[°]	[°]	[-]
0,00	0,0000						0,00000
8,850	0,1175	751,140	748,980	65,778	82,577	16,943	0,12112
20,037	0,2661	752,255	743,134	65,728	79,600	14,190	0,27835
...
129,951	1,7258	739,279	694,496	45,422	46,657	5,001	2,51455

Prvi predstavljeni primer je francisova turbina višje srednje specifične hitrosti $n_q = 60,9$ [6], tabela 1. Med različnimi odprtji sta lopati zavrti za 3° , kar pa ni pravilo, ker bo tu nastopalo odprtje A_0 kot neodvisna spremenljivka. Cilj prvega dela analize je, da dobimo potek funkcije vodilnika F_v v odvisnosti od odprtja A_0 . Tako so na sliki 2 zbrane in prikazane funkcije različnih analiziranih cilindričnih vodilnikov. Raziskane turbine se razlikujejo po specifični hitrosti n_q , številu lopat vodilnika, njihovih profilih in tudi oba tipa turbin sta zastopana. V tabeli 2 pa so zbrani podatki analiziranih vodilnikov. Za predstavljeni široki nabor vodilnikov nas preseneča podobnost potekov funkcije F_v , kot sledi po sliki 2. Izstopa edino turbina [9], katere vodilnik sestavljajo lopate s simetričnim profilom, izrazito polne oblike in primerno ošiljenim repom. Krivulje vodilnikov turbin za nižje specifične hitrosti se končajo pri manjših odprtjih oziroma na meji uporabnega območja.

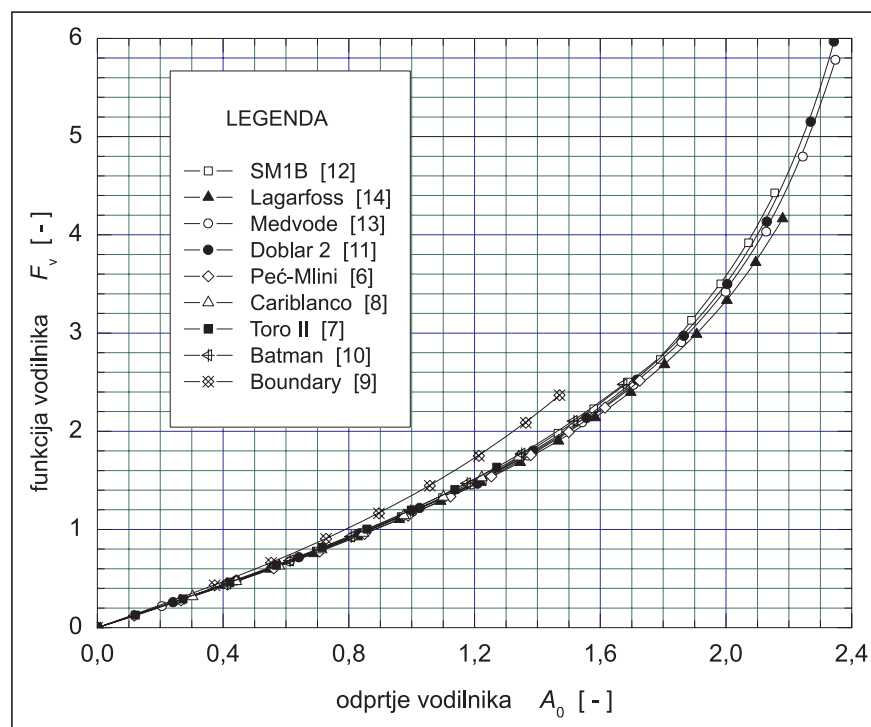
Izmed vseh obravnavanih turbin sta izbrana samo dva tipična primera in prikazana na slikah 3 in 4. Analiza je bila opravljena po opisanem postopku z namenom, da napovedane pretoke Q primerjamo z dejanskimi razmerami, ugotovljenimi z meritvami na modelu turbin in preračunano na velikost prototipa turbine. Zanima nas, s kakšno verjetnostjo oziroma natančnostjo lahko napovemo pretok

pri različnih padcih, načeloma okoli optimuma ter večji pretoki do največjega odprtja vodilnika.

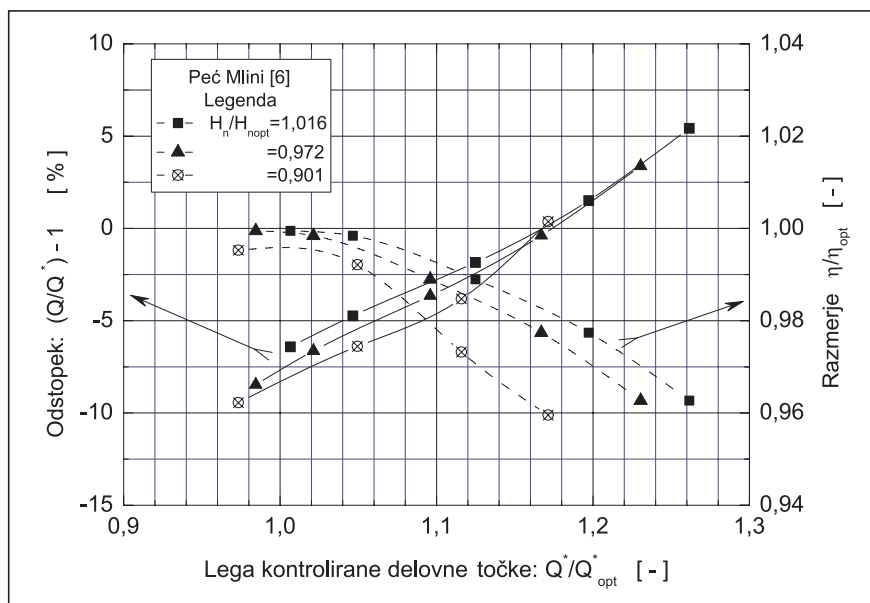
Na prikazanih slikah je padec predstavljen kot razmerje med analiziranim padcem H_n in padcem, ki prečka optimum turbine $H_{n, \text{opt}}$. Nadalje je tudi lokalni izkoristek turbine predstavljen v razmerju do optimuma η_{opt} . Na abscisi diagramov pa je razmerje Q^*/Q^*_{opt} , ki tudi predstavlja odklik opazovanega pretoka od optimalnega. Pri predstavljenih rezultatih veličine, ki izvirajo iz rezultatov meritev modela (Q^* , H_n , η), štejemo kot referenčne in zanesljive. Na levi abscisi vseh predhodno naštetih slik je prikazan odstopek v odstotkih med napovedanim pretokom Q in izmerjenim pretokom Q^* . Pozitivne vrednosti odstopka pomenijo, da je napovedani ali izračunani pretok večji od izmerjenega.

Prva skupina rezultatov pripada turbinam francisovega tipa (slika 3); druga skupina pa kaplanovim turbinam (slika 4).

Najbolj opazna razlika med rezultati je v tem, da pri francisovih turbinah krivulje odstopkov naraščajo z večanjem pretoka, pri kaplanovih turbinah pa te krivulje zdržema pa-



Slika 2. Potek funkcije vodilnika različnih turbin

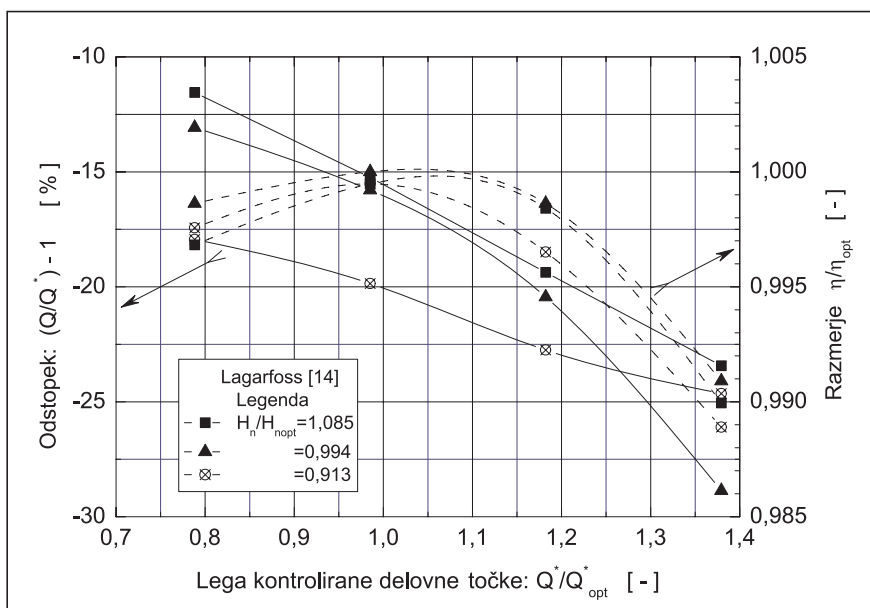


Slika 3. Francisova turbina: primerjava pretoka Q po enačbi (16) in pretoka prototipa Q^* za različne analizirane padce H_n turbine

dajo s pretokom. Nadalje ugotovimo, da pri francisovih turbinah dobimo presenetljivo dobro ujemanje med napovedjo in meritvijo. Najboljše je pri specifično najbolj počasni turbini [7]. Ko se vodilnik odpre do največje vrednosti, odstopek celo menja predznak. Pri naslednjem primeru malo hitrejše turbine [8] je odstopek v vseh pregledanih točkah pozitiven; napovedali smo večji pretok za 3,2 % do 6,6 %, z odpiranjem vodilnika odstopek narašča. Podrobno obravnavana specifično hitrejša turbina (tabela 1 in slika 3) ima absolutno višja od-

stopanja, ta so približno od -9,4 % do +5,4 % pri največjih odprtjih vodilnika. Pri specifično najhitrejši francisovi turbini pa je računani odstopek od -24 % do +20 %, vendar pa kljub različnemu padcu krivulje odstopkov prečkajo ničlo v ozkem pasu pretoka.

Ostale analizirane turbine, ki so kaplanovega tipa, izkazujejo precej manj ugodno sliko rezultatov. Tu so odstopanja vsa negativna; celo do -31,8 %, v najboljšem primeru pa samo -7,2 %. Ta fenomen je treba skrbneje



Slika 4. Kaplanova turbina: primerjava pretoka Q po enačbi (16) in pretoka prototipa Q^* za različne analizirane padce H_n turbine

proučiti. Sklepamo, da so ti odstopki takega reda velikosti, da ne morejo izvirati iz nenatančnega ali nerealnega modela, po katerem določamo smer vode za vencem vodilnih lopat. Ne smemo pozabiti, da je izstopajoča skupina dvojno reguliranih turbin, ki so zelo občutljive na pravilno razmerje med odprtjem vodilnika in nastavnim kotom gonilnih lopat. Kriterij za pravilno razmerje je izkoristek turbine. Znano je, da morajo imeti kaplanove turbine pri velikih odprtjih zaradi boljšega delovanja sesalne cevi primerno zvrtilčen tok na vstopu v sesalni konus.

Naš model procesa temelji na predpostavki, da za gonilnikom turbine ni vrtinca. Če ponovno izpeljemo celoten postopek z upoštevanjem odtekajočega vrtinca, katerega povprečna vrtilna količina znaša $(r \cdot c_u)_2$, dobimo na koncu za dodatni člen razširjeno enačbo (16):

$$Q = \left[\eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} + (r \cdot c_u)_2 \right] \cdot 2B_v \cdot b_l \cdot F_v \quad (18)$$

Pozitivni predznak člena $(r \cdot c_u)_2$ nakazuje vrtilinec v smeri vrtenja gonilnika, negativni predznak pa v nasprotni smeri. Kot smo ugotovili pri eni od analiziranih turbin, daje model brez upoštevanja izstopnega vrtinca pribl. za 32 % premajhen rezultat za pretok, čeprav ta opazovana delovna točka ni daleč od optima turbine. Če bi računali pretok po enačbi (18) in bi vzeli, da člen $(r \cdot c_u)_2$ lahko doseže po iznosu 30 odstotkov člena $(\eta_t \cdot g \cdot H_n / \omega)$, kar je popolnoma realno, bi dobili zanemarljivo odstopanje teoretičnega rezultata od realnega primera.

Enačbo (18) lahko še dalje razvijemo in posplošimo. Uvedemo koeficient ε_{r2} , ki naj bo razmerje med povprečno vrtilno količino izstopnega toka gonilnika $(r \cdot c_u)_2$ in vrtilno količino, ki jo vsebuje razpoložljivi padec turbine $(\eta_t \cdot g \cdot H_n / \omega)$:

$$\varepsilon_{r2} = \frac{\omega \cdot (r \cdot c_u)_2}{\eta_t \cdot g \cdot H_n} \quad (19)$$

Tabela 2. Glavni podatki analiziranih turbin in vodilnikov

Projekt	Tip turbine in spirale	Spec. hitr. n_q optimuma	Število z_v vodilnih lopat	Profil lopate*
Toro II [7]	francisova, jeklena spirala	25,4	20	pozit. ukrivljen
Cariblanco [8]	francisova, jeklena spirala	27,0	20	simetričen
Pe Mlini [6]	francisova, jeklena spirala	60,9	20	pozit. ukrivljen
Boundary [9]	francisova, jeklena spirala	70,6	20	simetričen
Batman [10]	francisova, jeklena spirala	78,5	24	pozit. ukrivljen
Doblar 2 [11]	kaplanova, jeklena spirala	113,3	24	pozit. ukrivljen
SM 1 B [12]	kaplanova, beton. semispir.	128,4	24	simetričen
Medvode [13]	kaplanova, beton. semispir.	144,3	24	pozit. ukrivljen
Lagarfoss [14]	kaplanova, beton. semispir.	150,2	24	simetričen

* Pozitivno ukrivljen profil pomeni, da je delovna stran lopate ploska ali konkavna.

Smer oziroma predznak povprečene vrednosti komponente hitrosti c_{u2} nakazuje predznak celotnega koeficienta. Slenjič koeficient ε_{r2} uvedemo v enačbo (18):

$$Q = \eta_t \frac{g \cdot H_n}{\omega} [1 + \varepsilon_{r2}] \cdot 2B_v \cdot b_l \cdot F_v \quad (20)$$

Izpeljana funkcijska zveza (enačba (20) pregledno in na fizikalno jasen način povezuje vse najpomembnejše parametre, ki kakorkoli vplivajo na pretok nestisljivega fluida skozi vodilnik cilindričnega tipa. Za pridobitev natančnejših rezultatov na teoretični način je treba uporabiti metode in orodja za simulacijo toka iz sklopa računalniške dinamike fluida – CFD. Tam pa je pristop k reševanju v tem prispevku obravnavane problematike precej drugačen. Obravnava se natančno definirana geometrija, ki je podvržena točno določenim tokovnim okoliščinam. Šele iz množice simuliranih geometrij in različic tokov bi lahko izluščili najbolj osnovne vplivne parametre.

■ 5 Sklep

Uporabnost v tem prispevku razvite teorije se kaže na več segmentih dela

pri analiziranju delovanja obstoječih in razvoja novih turbin.

Ponuja se kot prva in najbolj preverjena pomoč pri določitvi uvodnih in tako imenovanih preliminarnih geometrij pretočnega trakta oziroma vodilnika francisove ali kaplanove turbine. Z upoštevanjem razpona projektiranega delovnega območja turbine (pretok – padec) lahko določimo odprtje vodilnika s posebnim poudarkom na izbranem profilu vodilnih lopat. To je zlasti dobrodošlo pri pripravi geometrije in mreže za modeliranje toka s katerimkoli orodjem za računalniško analizo toka – CFD. S tem se izognemo nepotrebim in zamudnim variantam mreženja in računanja, da ujamo pravo geometrijo vodilnika, ki natančno ustreza simulirani delovni točki, ki jo določata pretok in energijski padec [13], [14].

Drugo je analitični pripomoček pri študiju možnosti obnove in povečanja moči starih turbin. Povečanje moči starih turbin sloni na boljšem izkoristku novega gonilnika in primernem vodilniku, pri kaplanovih turbinah pa veliko dosežemo že samo z zamenjavo lopat gonilnika z naprednejšo hidravlično obliko. Vendar pa pri takih obnovah največ prispeva povečan

pretok vode skozi turbino. In tu nastopi vodilnik kot ozko grlo. Če ne razpolagamo z meritvami modela turbine, ki je zelo podoben bodoči obnovljeni turbini, si pomagamo z metodo, ki je tu predstavljena. Pretočnost vodilnika določamo z enačbo (16), še natančneje pa z enačbo (20), če le poznamo delež vrtinca, ki bo zapuščal gonilnik pri skrajnih pretokih. Ob proučevanju možnosti povečanja pretoka je potrebno vzporedno preveriti, ali mehanizem vodilnika ter hidravlični servomotor omogočata povečan zasuk vodilnih lopat.

Ob pogledu na enačbo (16) vidimo, da je kotna hitrost gonilnika v imenovalcu. To pomeni, da ob znižanju vrtilne hitrosti turbine povečamo pretočnost vodilnika z enako geometrijo vodilnika. S tem pa se tudi poveča specifična obremenjenost gonilnika s pretokom (karakteristični koeficient pretoka), ki se do neke mere da kompenzirati s povečanjem iztočnega premera gonilnika. Opisani pristop k obnovi turbine je mogoč, vendar komaj ekonomsko upravičen, ker taka rešitev zahteva nov generator, sicer močnejši, toda počasnejši in zlasti ustrezno dražji od prvotnega generatorja.

Tretja vrsta problematike zadeva prenos zmogljivosti modela turbine na prototip. Niso redki primeri, da na izvedbi turbine ne moremo ali pa ni smotrno realizirati vodilnika, ki je homologen modelnemu. Največkrat je treba spremeniti število lopat in posledično delilni premer vodilnika. Do sedaj tega nismo problematizirali; vodilnik se konstrukcijsko uskladi z gonilnikom, ob tem se šteje, da karakteristike vodilnika veljajo za vse variante vodilnikov. Imamo orodje, s katerim lahko zanesljivo ocenimo spremembo pretočnosti vodilnika, če spremenimo katero od značilnih veličin: število lopat, profil, delilni premer ali položaj vrtilišča lopate, skratka vsako veličino, ki vpliva na potek funkcije vodilnika, enačba (17). Pri taki analizi se je treba osredotočiti samo na relativno spremembo funkcije vodilnika za oba primera, kajti s tem ne posegamo v gonilnik in štejemo, da ostane odtekajoči vrtinec za gonilnikom nespremenjen.

Literatura

[1] Kovalev, N. N.: Gidroturbini, konstrukcii i voprosi proektirovania, Izdanie 2-e, dopolnennoe i pererabotannoe, *Izdatelstvo "Mašinstroenie"*, Leningrad 1971.

[2] Wilson, D. G.: The design of high-efficiency turbomachinery and gas turbines, *The MIT Press*, Cambridge, Massachusetts 1984, ISBN 0-262-23114-X.

[3] Whitfield, A., Baines, N. C.: Design of radial turbomachines, *Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited*, 1990, ISBN 0-582-49501-6.

[4] International Standard IEC 60193: Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Model acceptance tests, Second edition, *IEC*, Geneva 1999.

[5] Barlit, V. V.: Gidravličeskie turbiny, *Izdatelskoe obedinenie "Viša škola"*, Kiev 1977.

[6] HE Pe Mlini: Primopredajna ispitivanja modela turbine, *Turboinštitut* No. 2699, Ljubljana, rujun 2002.

[7] PS TORO II: Report on the model acceptance test, *Turboinštitut* No. 2241, Ljubljana, March 1994.

[8] HE CARIBLANCO: Poročilo o preizkusu modelne turbine, *Turboinštitut* No. 2830, Ljubljana, april 2005.

[9] PS BOUNDARY: Report on Turbine Model Tests, *LMH*, Lausanne, 1997.

[10] PS BATMAN: Report on Turbine Model Tests, *LMH*, Lausanne, 1997.

[11] HE Doblar II: Preizkus modelne turbine, *Turboinštitut* No. 2526, Ljubljana, junij 1999.

[12] Sante Marguerite 1/B HPP: Report on Model Acceptance Tests, *Turboinštitut* No. 2620, Ljubljana, July 2001.

[13] HE Medvode: Preizkusi modelne turbine, *Turboinštitut*, poročilo št. 2775, Ljubljana, 2003.

[14] Lagarfoss HPS: Preliminary report on model acceptance test, *Turboinštitut* No. 2848, Ljubljana, 2005.

[15] Jošt, D., Lipej, A.: Upper Mamquam Hydro Project; Numerični izračun toka, *Turboinštitut*, poročilo št. 2771, Ljubljana, december 2003.

[16] Schilling, R., Riedel, N., Bader, R., Aschenbrenner, T., Weber, Ch., Fernandez, A.: Rapid prototyping of hydraulic machinery, *Proc. XVIII IAHR Symposium*, Volume I, Valencia, Spain 1996.

Zahvala

Avtor se zahvaljuje podjetju Litostroj Power - Litostroj E.I. d.o.o. iz Ljubljane, da je dovolilo objavo podatkov o njihovih projektih in turbinah. Zahvala gre tudi podjetju ANDINO Hydropower Engineering d. o. o. iz Ljubljane za posredovanje podatkov o dveh turbinah ([9] in [10]) ter da je dopustilo objavo rezultatov analize teh dveh turbin.

Oznake

- a_0 odprtina – najkrajša razdalja med lopatama
- A_0 brezdimenzijsko odprtje
- b_l koeficient blokiranja preseka
- B_v višina vodilnika
- c hitrost – absolutna
- D_v delilni premer vodilnika
- F_v funkcija vodilnika z dimenzijo 1
- E_u specifična energija
- g zemeljski pospešek
- H_n turbinski padec
- n vrtilna hitrost
- $n_q = n \cdot Q^{1/2} / H_n^{3/4}$ specifična hitrost (računano z: n [min⁻¹])
- Q volumni pretok

- r, R radialna oddaljenost
- z_v število lopat vodilnika
- δ kot mimobega
- ϵ_r koeficient vrtnica
- ϑ kot vrtnica
- η_t izkoristek turbine
- ω kotna hitrost gonilnika

Indeksi

- 0 za vodilnikom
- 1 pred gonilnikom
- 2 za gonilnikom
- m meridianski
- O odprtina, odprtje
- P tlačna stran
- S sesalna stran
- t turbina, turbinski
- u obod, obodni
- v vodilnik, vodilni

Guide apparatus of the cylindrical type and its impact on the maximum capacity of a Francis or Kaplan turbine

Abstract: We have developed a method for turbine-discharge prediction. The geometrical characteristics of the guide apparatus and the profile of the guide vane must be known as well as the turbine net head, the efficiency, the speed of rotation and the amount of flow rotation leaving the runner. Nine different turbines with defined guide apparatus, all measured in a laboratory test-loop, were taken as a reference, and then the measured and computed discharges at different operating points were compared. The smallest differences in the discharges (a few percent) were obtained for low specific speed turbines and these increased with the specific speed of the turbine, and in all cases the energy of the runner outlet flow rotation was disregarded. For Kaplan turbines the predicted discharges are authentic, as far as we know, the outlet flow rotation – the direction of rotation and its energy in relation to the turbine net head energy. The method is a useful tool for the project and the preliminary design of new turbines and is applicable for the study of a feasible reconstruction and upgrading of existing Francis and Kaplan turbines.

Keywords: cylindrical guide apparatus, Francis turbine, Kaplan turbine, discharge characteristics of guide apparatus, influence on maximum turbine capacity, prediction of discharge,



HYDAC INTERNATIONAL

FLUIDNA TEHNIKA – HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

HYDAC d.o.o.
Zagrebška c. 20
2000 Maribor

Tel.: + 386 2 460 15 20
Fax: + 386 2 460 15 22
Email: info@hydac.si

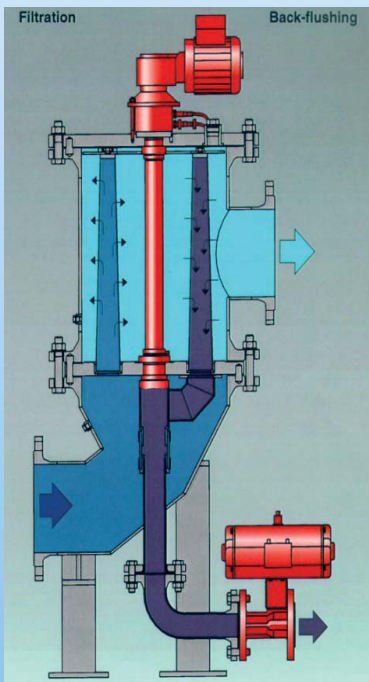
www.hydac.com



HYDAC Process Technology filtriranje vode in drugih fluidov v procesni tehnologiji

The AutoFilt® RF3 in
The AutoFilt® RF4

avtomatski filtri s povratnim
izpiranjem

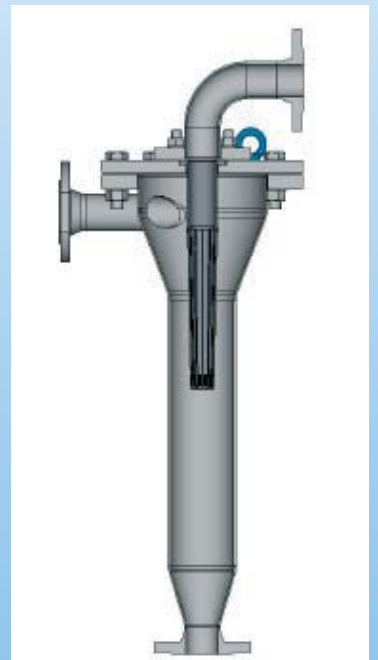


Klasični enojni in dvojni filtri



TwistFlow Strainer
AutoFilt® TFS

kombinacija centrifugalnega
separatorja
in avtomatskega filtra s
povratnim izpiranjem



Oblikovanje statorja za avtomatizirano montažo

Dušan GREGORIČ, Marko LEMUT, Robert VODOPIVEC

Povzetek: V prispevku je prikazan primer prenosa tehnologije montaže statorja motorja za servo volan iz tujine. Naloga je obsegala spremembo konstrukcije nekaterih sestavnih delov, ki jih ni bilo mogoče optimalno sestavljati v avtomatizirani montaži, kar je bila zahteva naročnikov. Ugotavljamo, da le avtomatizirana montaža omogoča visoko in enako kakovost, ki jo zahtevajo izdelki v avtomobilski industriji, hkrati pa morajo biti stroški montaže nižji kot v obstoječi proizvodnji v državi z nizkimi stroški delovne sile.

Ključne besede: montaža, oblikovanje izdelkov, »rapid-prototyping«, servo volan(EHPS), stator motorja,

■ 1 Uvod

Montaža izdelkov za avtomobilsko industrijo pomeni za proizvodnjo velik izziv, še posebno, če so zahteve za kakovost izdelkov zelo velike. Pogosto je te zahteve mogoče izpolniti le z uvajanjem avtomatizacije. V danem prispevku želimo predstaviti napore, ki so bili potrebni za prevzem montaže statorja servo volana, ki se je najprej sestavljal ročno v tujini in je bila njegova kakovost na prenizki ravni. Kupec za katerega se je stator izdeloval je bil s kakovostjo nezadovoljen in je iskal nove proizvajalce in ISKRA Avtoelektrika je sprejela izziv. Med drugim tudi zato, ker z naročnikom iz Nemčije že vrsto let zgledno sodeluje in ji kupec zaupa.

Pri načrtovanju novih avtomobilov je varnost in udobje udeležencev prometa velikega pomena, zato je v avtomobil vgrajenih veliko različnih sistemov, ki to varnost in udobje zagotavljajo. Hkrati pa morajo ti sistemi

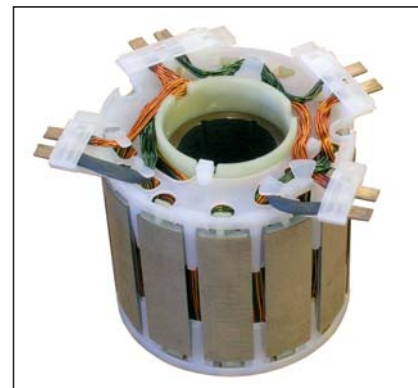
delovati brezhibno in varno. Prav zato smo priča hitremu razvoju raznih sistemov aktivne in pasivne varnosti kot so to sistemi proti blokiranju pri zaviranju, proti zdrsu ter tudi sistemi za enostavno upravljanje, ki prav tako zagotavlja varnost delovanja avtomobila. Tako tudi servo volan pomeni pomemben korak k dvigu varnosti, saj močno olajša upravljanje vozila. Del hidravličnega sistema (Electro Hydraulic Power Steering – EHPS) je tudi stator motorja za pogon črpalke [1,2].

V dosedanji ročni montaži je bilo veliko napak in izmeta, kar je bilo sicer pri kontroli odkrito, vendar je bila zanesljivost vedno vprašljiva. Z uvedbo avtomatizacije je mogoče pričakovati višjo kakovost izdelka. Vendar pa izdelka, ki ga je mogoče uspešno sestavljati v ročni montaži ni mogoče uspešno sestavljati tudi v avtomatizirani montaži. Pogosto so zahtevane spremembe oblike ter uvajanje novih tehnologij sestavljanja. Tudi pri uvajanju avtomatizacije montaže statorja motorja je bilo potrebno spremeniti konstrukcijo izdelka [3]. Pri tem je bilo treba uporabiti lastno znanje in izkušnje in pri tem upoštevati še posebno kratke roke za pričetek montaže in prenos izdelave iz tujine.

Projekt, ki ga je prevzela projektna skupina Iskre Avtoelektrike in Asinga je bil izveden v več korakih, ki so vključevali analizo obstoječe konstrukcije izdelka, prenovo izdelka ter hitro izdelavo vzorcev, razvoj montažnega sistema ter postavitve montažnega sistema v proizvodnjo v omejenem časovnem obdobju. Končni cilj pa je bil izdelava kakovostnega izdelka in zadovoljitev kupčevih zahtev.

■ 2 Analiza obstoječe konstrukcije

Inštitut, ki deluje v okviru Iskre Avtoelektrike, je temeljito proučil obstoječo konstrukcijo (slika 1). Strokovnjaki so si ogledali tudi obstoječo proizvodnjo v tujini in podali naslednje ugotovitve:



Slika 1. Obstoječa konstrukcija statorja motorja

Dušan Gregorič, univ. dipl. inž., ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici; Marko Lemut, dipl. inž., Robert Vodopivec, dipl. inž., Iskra Avtoelektrika, d. d., Šempeter pri Gorici

- konstrukcija izdelka ne omogoča ustrezne in višje stopnje avtomatizacije montaže,
- sama montaža zahteva veliko ročnega dela – 37 delavcev istočasno v eni izmeni.

Iz teh ugotovitev jasno izhaja, da morajo biti vloženi največji napori v smeri, ki bo omogočala dvig stopnje avtomatizacije in s tem drastično zmanjšanje števila zaposlenih in hkrati omogočala ponovljivo višjo kakovost. Naloga je bila še težja, saj je bilo treba prenesti tehnologijo montaže iz tujine – države, kjer so stroški dela še vedno bistveno nižji.

■ 3 Prenova izdelka

Vodilo pri spremembi konstrukcije je bil konstrukcijski proces Hubka-Duhovnik [3]. Tudi skupne delavnice in metoda DFMA so kmalu pripeljale do ugotovitve, da morajo biti vsi napori usmerjeni v »preoblikovanje« tistega dela statorja, kjer se nahajajo fazni odcepi – glej *slika 1* in *2*. Z novo konstrukcijo sestavnih delov je bilo potrebno doseči:

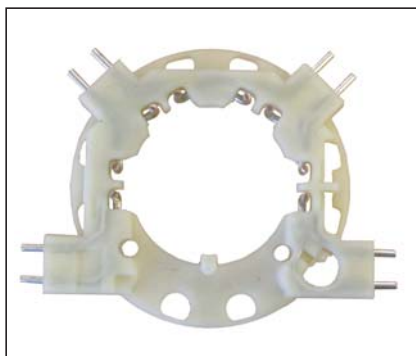
- avtomatizirano montažo sestavnega dela – PMOG-a,
- avtomatizirano varjenje,
- ukinitvev zahtevnega in zamudnega ročnega razporejanja drobnih bakrenih žic.



Slika 2. Obstoječa konstrukcija PMOG-a

■ 4 Izdelava prvih vzorcev

Prvi vzorci nove konstrukcije so bili izdelani s tehnologijo »rapid prototyping« po metodi Selective Laser Sintering (SLS), ki jo v Iskri Avtoelektriki uporabljajo od leta 2004.

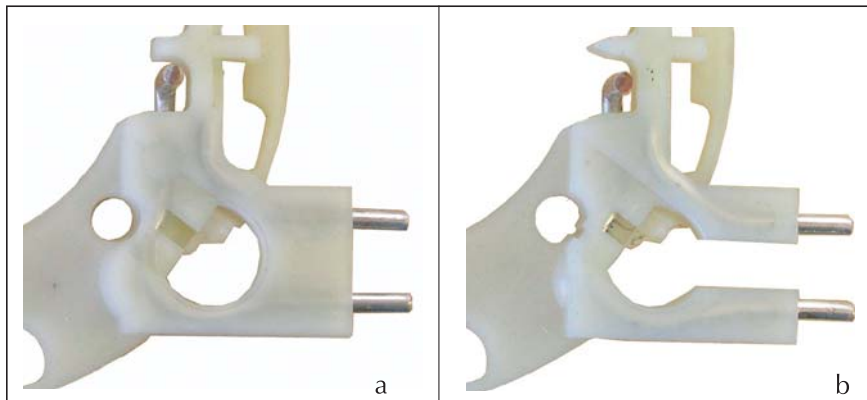


Slika 3. Prva varianta PMOG-a iz PA-materiala s 35 % steklenih vlaken

Na osnovi vzorcev, izdelanih po SLS-metodi (t. i. »proto A«), so bili izdelani tudi prvi vzorci iz PA-materiala (*slika 3*).

Celoten postopek od prvih prototipov do faze končne ocene in potrditve in končno tudi PPAP-postopka (Production Part Approval Process) je bil načrtovan in izvajan v skladu z APQP-protokolom (Advanced Product Quality Planning), ki je steber ISO/TS-standarda, ki ga ima Iskra Avtoelektrika.

Med preizkušanjem vzorci PMOG-a niso najbolj ustrezali, saj so se izkazali kot vir dodatnih, nedopustnih vibracij. Razlog je bil kmalu ugotovljen – previsoka togost konstrukcije, ki je bila namenoma ojačana, da bi se izognili težavam ob montaži pri kupcu. V primerjavi s staro konstrukcijo PMOG-a je nova konstrukcija vsebovala močne žične povezave, ki so nadomeščale prejšnje, ročno oblikovane povezave iz drobnih bakrenih žic (*slika 4*). Vsekakor pa je moral skupni presek bakra zaradi električnih karakteristik stroja ostati isti.

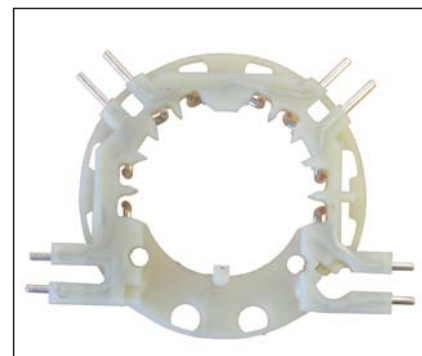


Slika 5. Prvi model PMOG-a se je med testi pokazal kot preveč tog – a, oslabitev konstrukcije – b.

Potrebno je bilo narediti oslavitve na konstrukciji tako, da so se v največji možni meri zmanjšale povezave iz umetnih snovi, glej *slika 5*. Konstrukcija se je namerno oslabilila. S tem so bile odpravljene tudi neželene vibracije – *slika 5 b*.

■ 5 Načrtovanje procesa montaže

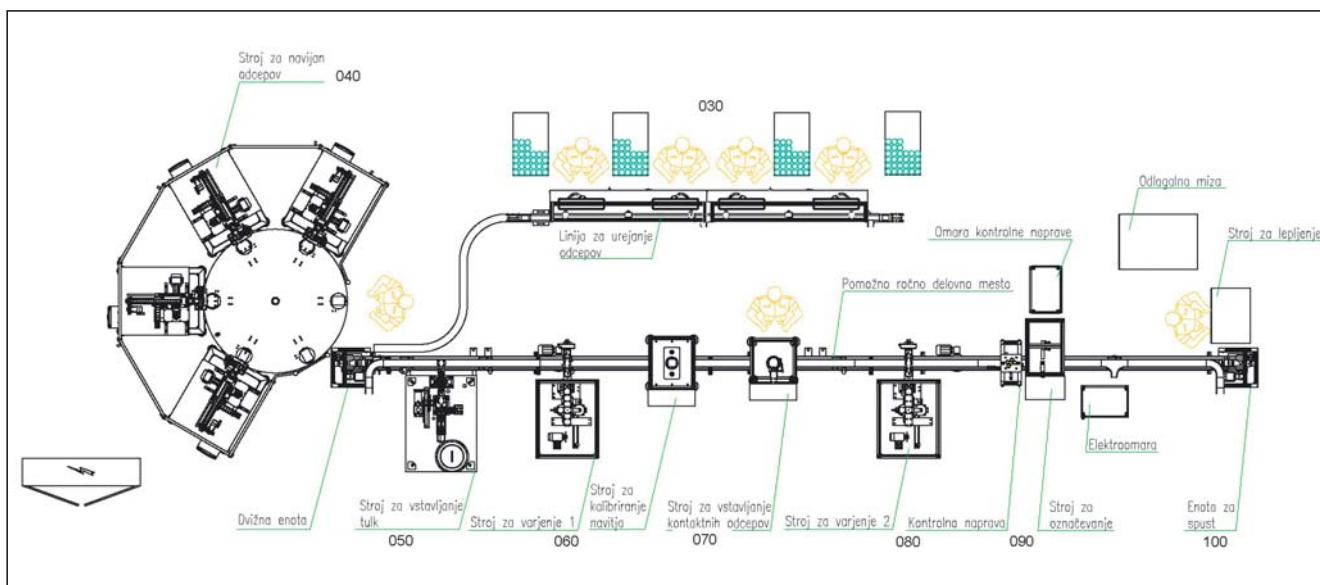
Tako smo prišli do konstrukcije PMOG-a, ki je ponujala možnost avtomatizacije določenih faz procesa izdelave:



Slika 4. Končni »pravi« vzorec iz PA-materiala brez steklenih vlaken

- zavijanje faznih odceпов posameznih navitij,
- vstavljanje tulka na fazne odcepe,
- varjenje in istočasna odstranitev izolacije bakrenih žic,
- vtiskanje PMOG-a,
- varjenje odceпов na bakrene žice PMOG-a,
- avtomatska kontrola električnih karakteristik.

Jasno je, da smo pri načrtovanju procesa montaže in avtomatizaciji ome-



Slika 6. Tloris montažne linije

njenih faz uporabili paletni sistem za prenos sestavljenca med posameznimi stroji (slika 6). Medfazne zaloge v obliki »kupčkanja« na raznih vmesnih policah ne bi bile prišle v poštev.

Glede na potrebne tehnološke faze in glede na razpoložljiv prostor v proizvodni hali je nastal tloris montažne linije, ki ga prikazuje slika 6. Poudariti moramo, da faze do operacije 030 (insertiranje izolacije v statorski paket in navijanje) niso predmet avtomatizacije procesa in so prenesene take, kot so, iz tujine od prejšnjega proizvajalca statorja.

V preglednici 1 so zbrane vse tehnološke operacije, ki so se načrtovale v sklopu nove avtomatske linije. Ta je prikazana na sliki 6.

Bistvene značilnosti montažne linije so naslednje:

- Nosilec informacije o stanju izdelka na paleti je mehanski; vsebuje torej samo informacijo, ali je izdelek dober ali slab. »Dobra« paleta potuje od postaje do postaje, »slaba« pa nemoteno potuje do mesta odvzema slabih kosov na koncu linije.
- Stroji, ki so nameščeni ob sami liniji, so od centralnega krmilnika celotne linije popolnoma neodvisni v krmilnem smislu – vsak lokalni krmilnik nadzira poleg svoje delovne operacije še zaustavljajnik, predzaustavljajnik in kontrolo

Preglednica 1. Faze montaže na montažni liniji

Oznaka operacije	Opis operacije
030	ročno urejanje faznih odcepov
040	avtomatsko zavijanje žic faznih odcepov
050	avtomatsko vstavljanje tulka
060	avtomatsko varjenje tulka
070	kalibriranje navitja in vstavljanje PMOG-a
080	avtomatsko varjenje faznih odcepov in PMOG-a
090	avtomatska kontrola električnih karakteristik in označevanje
100	lepljenje
	vizualna kontrola

prisotnosti palete. Na tak način je bistveno zmanjšana potreba po komunikaciji med krmilnikom linije in lokalnim krmilnikom stroja.

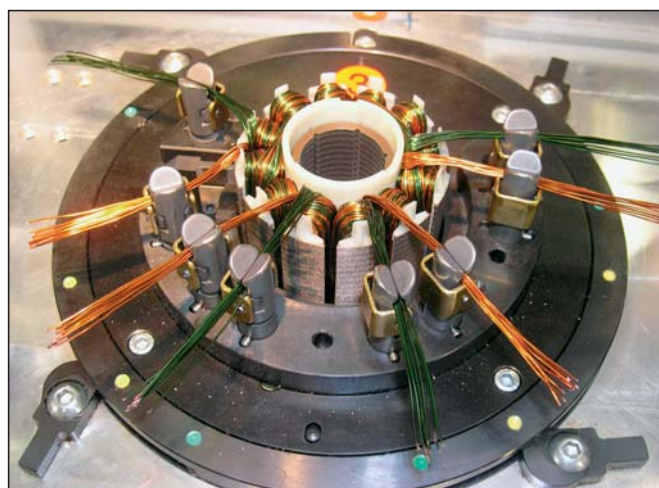
vezanih preko vrtljive mize za transport kosov. Glej 040 na sliki 6 in 7.

5.1 Stroj za zavijanje odcepov (040)

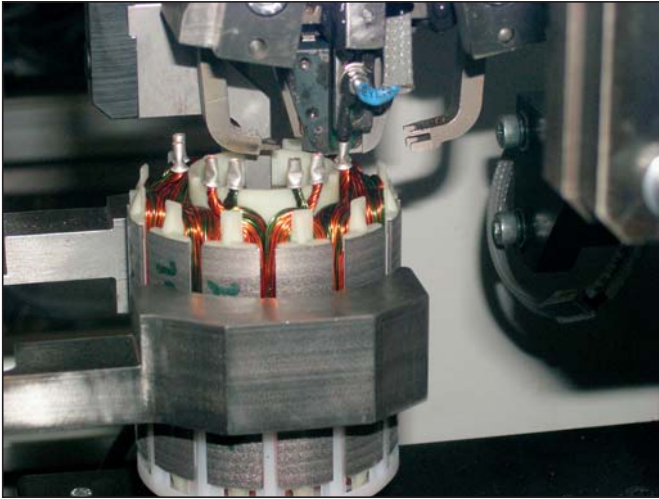
To je prvi stroj, ki uredi geometrijo faznih odcepov in jo naredi primerno za nadaljnjo avtomatsko obdelavo. Stroj mora prijeti snop žic, jih zaviti ter nato odrezati na ustrezno dolžino. Je izjemno zahteven v kinematskem smislu. Sestavljen je iz štirih samostojnih enot, po-

5.2 Stroj za vstavljanje tulka (050)

Stroj vstavlja majhne bakrene tulke na predhodno zavite in odrezane



Slika 7. Vlagalno mesto v stroju za zavijanje odcepov



Slika 8. Avtomatsko vstavljanje tulk na zavite konce žic

odcepe ter jih mehansko deformira – krimpa na snop žice. Stroj deluje popolnoma avtomatsko, le tulke je potrebno občasno dodati v dozirno napravo. Glej 050 na sliki 6 in *slika 8*.

5.3 Stroj za varjenje tulk (060)

V tehnološkem smislu je to najzahtevnejši stroj v celotnem montažnem sistemu (glej 060 na sliki 6). Zahtevno je predvsem ugotavljanje ustreznih varilnih parametrov (napetost, tok, čas ...) in njihov nadzor v pogojih proizvodnje. Od številnih novosti, ki smo jih vpeljali pri tem varilnem stroju, je tudi avtomatsko čiščenje in brušenje elektrod. Glej 060 na sliki 6 in *slika 9*.

5.4 Stroj za varjenje PMOG-a (080)

Oba varilna stroja (tudi tisti, ki je opisan v točki 4.3) sta popolnoma enaka in sta med seboj nadomestljiva. Za to stopnjo varnosti smo se odločili iz enostavnega dejstva, da ročne alternative – v primeru, da stroj odpove – enostavno ni. Glej 080 na sliki 6 in *slika 9*.

5.5 Stroj za kontrolo električnih karakteristik in označevanje (090)

Značilnost skoraj vsake montažne linije je tudi 100-odstotna kontrola izdelka. Na tej napravi se izvaja preko 20 električnih meritev: induk-

tivnost, upornost, prebojna trdnost, izolacijska upornost ... Po končani meritvi se vsak izdelek označi z dnevom proizvodnje, zaporedno številko meritve ter oznako statusa »dober – slab«.

V primerjavi s popolnoma ročnim načinom dela na Slovaškem je v našem primeru kontrola

popolnoma avtomatska, kar pomeni velik napredek v smislu zanesljivosti

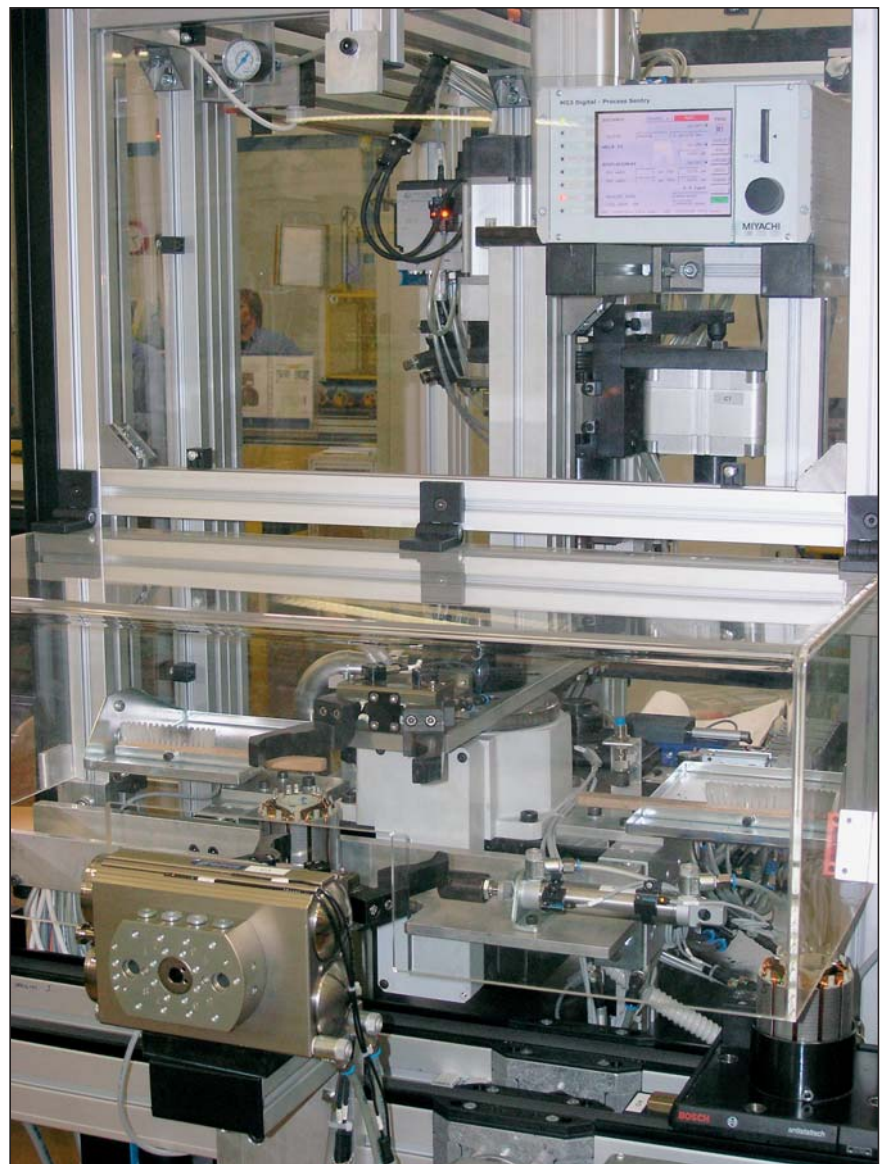
označevanja izdelka in odprave vpliva človeka.

5.6 Naprava za lepljenje spodnjega zaščitnega PMOG-a (100)

Operater prime dober statorski paket in ga vstavi na trn lepilne naprave. Naprava pred pričetkom lepljenja preveri višino faznih odceпов. Lepljenje se izvede le, če je višina faznih odceпов manjša od maksimalno dovoljene.

5.7 Stoodstotna vizualna kontrola izdelka

100-odstotna vizualna kontrola izdelka pred pakiranjem poteka na ročnem delovnem mestu. Za pakiranje



Slika 9. Stroj za varjenje tulk



Slika 10. Kontakti v glavi kontrolne naprave

smo vgradili dvižno škarjasto mizo, ki lajša delo operaterju.

■ 6 Zaključek

Iskra Avtoelektrika, d. d., si je pred dobrim letom zadala zahtevno nalogo prenosa izdelave statorjev s področja s poceni delovno silo v Slovenijo.

Potrebno je bilo narediti velik poseg v konstrukcijo izdelka, ki je moral zagotavljati 100-odstotno zamenljivost



Slika 11. Prihod palet na kontrolno mesto

s prejšnjim izdelkom in omogočiti avtomatizacijo tistih delov montaže tako, da se je zmanjšalo število delavcev s 37 na samo 13. Po prvih preizkusih montažne linije, ki jo je izdelal Asing, d. o. o., in meritvah izdelanih statorjev ugotavljamo, da so vsi sodelujoči strokovnjaki zelo dobro opravili svoje delo.

Viri

- [1] Avčin F., P. Jereb; Preizkušanje električnih strojev, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 1983.
- [2] Jacek.F., G. W. Mitchell; Permanent magnet motor technology – second edition, 2002.
- [3] Hlebanja J.; Metodika konstruiranja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo 2003

The redesign of a power-steering system stator for automated assembly

Abstract: An example of assembly technology transfer of motor stator for servo wheel from abroad is shown in the article. The task has involved the redesign of few product parts, which was not possible to assemble in automated assembly system, as the customers wish was. It is possible to conclude, that the automated assembly can enable high and constant quality, which is demanded for product in automotive industry and in the same time the assembly costs should be lower than the cost in existing production in country with very low labor costs.

Key words: assembly, product design, »rapid-prototyping (EHPS), servo wheel, motor stator,

nadaljevanje s strani 303

■ LIGNA HANNOVER 2009 (Lesni sejem v Hannoveru 2009)

18.–22. 05. 2009
Hannover, ZRN

Organizator:
– Ligna Hannover

Težiščne teme razstave:

- gozdarska tehnika in gospodarjenje z gozdovi
- žagarstvo
- predelava lesa
- les in izdelava furnirjev
- pohištvena industrija
- tehnologija površinske obdelave lesa
- mizarstvo – ro na obdelava lesa
- idr.

Informacije:
– www.ligna.de

nadaljevanje na strani 383

Povabilo k udeležbi **na 18. Tehniško posvetovanje** **vzdrževalcev Slovenije** **Rogla, 9. in 10. oktober 2008**



Spoštovani vzdrževalci!

Pred nami je **18. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije**, ki ga tudi tokrat organiziramo na prelepi Rogli v Uniorjevem hotelu Planja, potekalo pa bo **v četrtek in petek, 9. in 10. oktobra 2008**.

Na sejmskem prostoru se bo letos predstavilo skoraj 100 razstavljalcev, katerih spisek si lahko ogledate na naši spletni strani. Srečanje so podprli trije glavni sponzorji - diamantni SKUPINA FORI, zlati HYDAC d.o.o. in generalni SICK d.o.o. - prav tako pa še preko 15 sponzorjev. Vsem sponzorjem in razstavljalcem se lepo zahvaljujemo!

Dvodnevno posvetovanje bo potekalo po ustaljenem scenariju - 9. oktobra 2008 ob 10. uri bomo začeli s slavnostno otvoritvijo, pozdravnimi govori povabljenih gostov in glasbenimi vložki. Uvodno prireditev bomo nadaljevali s kratko predstavitev dejavnosti glavnih sponzorjev, končali pa s slavnostno podelitvijo plaket zmagovalcem natečaja za »najvzdrževalski pripomoček« ter razglasitvijo nagrad za najboljša diplomska dela. Po povabilu k skupnem ogledu razstavnih mest se bodo začela zanimiva strokovna in aktualna predavanja s področja vzdrževalne dejavnosti (prosimo, pogledajte si program posvetovanja na www.drustvo-dvs.si). Sodelovali bodo priznani slovenski in tuji predavatelji. Prvi dan posvetovanja bomo zaključili s skupno večerjo, plesom in prijetnim druženjem.

Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu neposredno ali posredno srečujete s področjem vzdrževanja. Povezujejo nas skupni cilji, podobno delo, želja po napredku, znanju in uspehu, medsebojno pa si lahko pomagamo tudi z osebno udeležbo na posvetovanju.

Priporočamo vam, da svojo udeležbo prijavite preko spleta na www.drustvo-dvs.si do vključno petka, 26.9.2008. Preko e-pošte breda.einfalt@unior.si lahko do 4. 9. 2008 tudi rezervirate prenočišče v hotelu Planja.

DVS in Organizacijski odbor vas vabita, da se 18. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije udeležite v čim večjem številu, se seznanite z novostmi, sklenete nova poznanstva in pridobite znanje, ki ga boste lahko s pridom uporabili pri svojem nadaljnjem delu in tako prispevate k rasti slovenskega gospodarstva in naši uveljavitvi v Evropski uniji.

Prisrčno vabljeni!

Generalni sponzor 18. TPVS

Diamantni sponzor 18. TPVS

Zlati sponzor 18. TPVS

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Stegne 21 c, 1000 Ljubljana ■ Telefon: 01 5113 006 ■ Faks: 01 5113 007 ■ GSM: 041 387 432

E-pošta: tajnik@drustvo-dvs.si ■ www.drustvo-dvs.si

Nadzor proizvodnje v kosovni industriji

Jani KLEINDIENST

Izvleček: Članek obravnava problematiko zbiranja, shranjevanja in izmenjave podatkov v proizvodnih podjetjih s področja kosovne industrije. Prikazane so prednosti in slabosti različnih načinov zbiranja podatkov ter možnost kombiniranja različnih načinov za doseganje optimalnih rezultatov. V sklepnem delu so predstavljeni še pomembnejši kazalci uspešnosti proizvodnega procesa.

Ključne besede: proizvodni sistemi, spremljanje, nadzor proizvodnje, sledljivost, kazalci učinkovitosti, skupna učinkovitost,

■ 1 Uvod

Cilj avtomatskega spremljanja proizvodnje v kosovni industriji je zagotavljanje čim bolj točnih podatkov o opravljenem delu. V številnih proizvodnih podjetjih se vodstva odločajo za uvajanje informacijskih sistemov za avtomatizirano spremljanje proizvodnje. Taki sistemi delujejo v sožitju s poslovnimi informacijskimi sistemi ali sistemi ERP¹ ter se z njimi dopolnjujejo [1].

Relevantni podatki iz proizvodnje se nanašajo na čase, porabljene na posameznih operacijah delovnega naloge, število izdelanih kosov, število in vzroke izmeta, podatke o tipih in trajanjih zastojev ter podatke o uporabljenih surovinah, polizdelkih ali parametrih procesa, ki so pomembni za zagotavljanje sledljivosti. Da se doseže čim večja kakovost podatkov (kriteriji za merjenje kakovosti informacije so [2]: dostopnost, točnost, pravočasnost, popolnost, zgoščenost, ustreznost, razumljivost in

objektivnost), se poizkuša te zajeti ob njihovem nastanku. Za hitrejši vnos podatkov so delavcu lahko v pomoč razne tehnologije. Najpogosteje se uporablja črna koda [3]. Z njo je mogoče opremiti večino spremne in delovne dokumentacije v proizvodnji, osebne kartice delavcev ter pripraviti ustrezne šifrate strojev in zastojev.

■ 2 Zbiranje podatkov v proizvodnji

Zbiranje podatkov predstavlja temelj vsem nadaljnjim obdelavam in transakcijam v informacijskih sistemih podjetja. Če proizvodni informacijski sistem ne temelji na realnih podatkih iz procesa, tudi ne nudi zadovoljivih informacij. Podatki iz proizvodnje posredno ali neposredno predstavljajo velik del vhodnih podatkov v vse ostale informacijske sisteme. Kakovost storitev vsakega sistema pa je lahko zadovoljiva le, če so vhodni podatki točni in ažurni. Tudi pri zbiranju proizvodnih podatkov velja pravilo, da jih je najbolje zajeti ob času in na kraju nastanka. Vsak drugačen scenarij prinaša nepotrebno zakasnitev ali napačno interpretacijo. Za zajem podatkov v proizvodnji obstaja več načinov [4]:

- ročni vnos, v obliki pisnih poročil,

- neposredni zajem iz strojev,
- s prijavljanjem oziroma elektronskim vnosom različnih dogodkov.

V praksi se pogosto uporablja kar kombinacija vseh treh načinov.

2.1 Ročni vnos podatkov

Ročni vnos je izmed vseh načinov najenostavnejši. Celotni postopek poteka tako, da vsak delavec po končanem delu ali po potrebi že med delom izpolnjuje predpisani papirni obrazec. Po končani izmeni vsak delavec izpolnjene obrazce izroči delovodji ali vnašalcu, ta pa poskrbi za vnos podatkov v informacijski sistem predvidoma po zaključeni izmeni. V takem primeru ima informacijski sistem implementirane ustrezne vnosne maske. Že med samim vnosom se preverja pravilnost podatkov. Kljub temu pa je vnos težko ali nemogoče zaključiti, kadar so delovni listi izpolnjeni nepopolno ali z napačnimi podatki. Sam informacijski sistem sicer lahko opozori na nepravilnosti, vendar je pravilne podatke po končani izmeni ali naslednji delovni dan težko pridobiti. Zaradi zamudnega postopka je ročni vnos pogosto omejen le na najnujnejše podatke. Poleg stroškov dela je pri ročnem vnosu potrebno upoštevati še stroške opreme delovnega mesta

¹ ERP: ang. Enterprise Resource Planning.

vnašalca. Tako delovno mesto je potrebno opremiti z osebnim računalnikom, omrežno infrastrukturo, potrebni pa sta tudi licenci za operacijski in informacijski sistem.

2.2 Zajem podatkov s spremljanjem strojev

Pri tem načinu se vsi podatki pridobivajo samodejno, brez posredovanja operaterjev. Delovanje strojev običajno nadzirajo krmilniki. Ti majhni računalniki poleg krmiljenja raznih mehanskih komponent vodijo tudi podatke o različnih časih, alarmih in številu izdelanih kosov. Vsi taki krmilniki morajo neprestano komunicirati z nadzornim računalnikom – pošiljajo mu podatke o stanju stroja. V krmilnem računalniku se izvaja program, ki zbrane podatke preoblikuje in shranjuje za nadaljnjo uporabo.

2.3 Spremljanje proizvodnih dogodkov

Tak način zbiranja podatkov predvideva sodelovanje delavcev, cel sistem pa je podrejen temu, da je vnos posameznih dogodkov čim hitrejši in čim enostavnejši. Vnosna mesta je zato potrebno čim bolj približati delavcem – tako v funkcionalnem kot v fizičnem smislu. Informacijski sistem mora biti zasnovan tako, da ga delavci uporabljajo brez večjih naporov med delom, hkrati pa mora nuditi kakovostne informacije o poteku dela v proizvodnji. Da bi dosegli zadovoljivo natančnost, delavci prijavljajo različne dogodke:

- začetek / konec dela,
- začetek / konec zastoja,
- uporaba nove šarže surovine,
- druge dogodke, potrebne za zbiranje informacij.

Ker gre za prijavljanje relativno enostavnih dogodkov, kjer je potreben vnos le enega, dveh ali treh podatkov, je za to potrebno malo časa. Dogodki se zato prijavljajo takoj ob nastanku. Informacijski sistem ves čas delovanja skrbi za skladnost izvajanja del s planom. Pri sprejemanju dogodkov upošteva različna pravila:

- vnesti ni mogoče števila kosov, ki presega razpisano količino za

- vrednost, večjo od tolerance;
- dela ni mogoče prijaviti, če je stroj že zaseden;
- zastoja ni mogoče prijaviti, če na stroju ne poteka delo;
- vzdrževanja ni mogoče prijaviti, če na stroju predhodno ni bil prijavljen zastoj;
- posamezne operacije ali delovnega naloga ni mogoče prijaviti, če njuna statusa tega ne omogočata;
- posamezno operacijo je mogoče prijaviti samo na ustreznem delovnem mestu;
- posamezno operacijo je mogoče prijaviti samo, če so bile zaključene določene predhodne operacije;
- na posamezni operaciji ni mogoče prijaviti števila kosov, ki presega količino na predhodnih operacijah.

Stroški sistema za beleženje proizvodnih dogodkov naraščajo s številom postavljenih terminalov. Določitev števila terminalov je odvisna števila od delavcev in posledično od pričakovane frekvence dogodkov.

2.4 Kombinacija vseh treh načinov

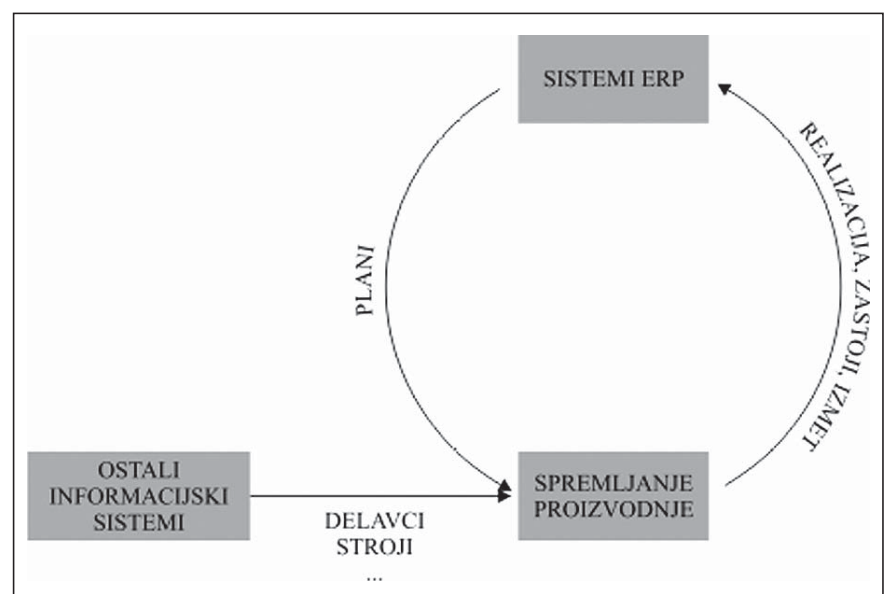
Omenjene načine zbiranja podatkov je v proizvodnji mogoče tudi poljubno kombinirati. V primeru souporabe vseh treh načinov poteka zbiranje podatkov na sledeč način:

- delavci na namenskih terminalih prijavljajo dogodke, kot so začetek dela, konec dela, začetek zastoja in konec zastoja;
- ob vsakem dogodku sistem preveri trenutna števca dobrih in slabih kosov na stroju, ki je predmet dogodka;
- ob odjavi dela se iz razlike časov dogodkov izračuna efektivni čas dela, iz razlike števec kosov pa število izdelanih (dobrih in slabih) kosov;
- vodja oddelka, izmene ali kontrolor na svojem računalniku pregleda vse zapise pretekle izmene ter po potrebi določi vzroke izmeta.

Taka kombinacija izkorišča dobre lastnosti vseh treh načinov zbiranja podatkov. Delavci z vnosom dogodkov sporočijo čase dela in delovni nalog povežejo z ustreznim strojem. Vnos števila izdelanih kosov ni potreben, saj za ta podatek mnogo natančneje poskrbi sistem sam. Na koncu vodja oddelka ali kontrolor le še pregledata nastale zapise, kar je mnogo hitrejšo od celotnega vnosa.

3 Izmenjava podatkov med proizvodnimi in poslovnimi informacijskimi sistemi podjetja

Za uspešno delovanje katerega koli informacijskega sistema v proizvodnem podjetju je pomembno, da je



Slika 1. Pretok podatkov med različnimi informacijskimi sistemi podjetja

vpjet v nek širši informacijski kontekst. Podatki, ki se zbirajo s spremljanjem proizvodnje, predstavljajo pomemben vir informacij za poslovni informacijski sistem. Ker je podjetje živa tvorba, je tudi pretok podatkov znotraj in med informacijskimi sistemi konstanten. Izmenjava podatkov med poslovnim informacijskim sistemom in sistemom za spremljanje proizvodnje tvori zanko (slika 1).

Plani, ki se pripravljajo v poslovnem informacijskem sistemu, v obliki delovnih nalogov, potujejo v sistem za spremljanje proizvodnje. Ta potrebuje za delovanje še druge podatke v obliki šifrantov:

- seznam strojev,
- seznam delavcev,
- seznam okvar opreme – zastojev,
- seznam okvar izdelkov – izmet.

Sistem za spremljanje proizvodnje skrbi, da dela potekajo v skladu s plani. Med delom se pripravljajo podatki o realizaciji, izmetu in odpravljenih zastojih. Ti podatki se nato tudi posredujejo v poslovni informacijski sistem.

Ker deluje sistem za spremljanje proizvodnje ločeno od glavnega vira podatkov, uporablja svojo operativno zbirko podatkov. V nekaterih primerih so proizvodni obrati ločeni od matičnega podjetja in ves čas ni povezave do glavnega informacijskega sistema. Podatki, ki se uporabljajo v sistemih za spremljanje proizvodnje, se lahko črpajo tudi iz več različnih virov. Že omenjeni delovni nalogi izvirajo iz poslovnega informacijskega sistema, podatki o delavcih se lahko vodijo v sistemih za nadzor delovnega časa, ostali sezname, kot so stroji, zastoji in izmet, pa imajo tudi lahko svoje vire. Zaradi teh dejstev sem se odločil arhitekturo sistema za spremljanje proizvodnje osnovati na ločeni podatkovni zbirki. Vsi podatki, ki izhajajo iz glavnega informacijskega sistema ali drugih virov, se pri spremljanju proizvodnje uporabljajo za različna preverjanja, a se pri tem ne spreminjajo. Tako se izognemo problemu podvajanja in dvojnega vodenja seznamov, saj se v primeru sprememb na nivoju glavnega vira operativni podatki enostavno prepišejo z novimi.

Od potreb posameznega podjetja in od načina prenosa podatkov je odvisno, kako pogosto se ta izvaja. Mogoči so različni scenariji. Prenosi se izvajajo:

1. prenosi se izvajajo po vnaprej pripravljenem urniku,
2. prenosi se izvajajo ročno,
3. prenosi se izvajajo ob dogodkih,
4. uporablja se kombinacija prej omenjenih možnosti.

Pri prvi možnosti se vnaprej predvidi urnik, po katerem se bodo podatki prenašali v obeh smereh. Tak način je lahko izvedljiv in avtomatiziran. Slabost prenosa podatkov po urniku je v tem, da ne zajema posebnih in nujnih primerov ali sprememb odločitev. Na delovni nalog, ki je odprt le malo po opravljenem pre-

tke, hkrati pa se izvede le minimalno potrebno število transakcij. Zaradi omejitve različnih poslovnih informacijskih sistemov pa ta možnost ni vedno izvedljiva.

Ne glede na urnik prenosov podatkov je potrebno definirati obliko podatkov, preko katere komunicirata oba informacijska sistema. Podatki si lahko izmenjujeta preko vmesnih datotek ali pa preko vmesnih tabel na katerem izmed podatkovnih strežnikov.

■ 4 Zbiranje podatkov o sledljivosti

Posebno kategorijo predstavljajo podatki o sledljivosti. Zbirajo se lahko na različne načine. Kateri način iz-



Slika 2. Čitalnik in oznaki RFID

nosu podatkov, je potrebno čakati do naslednjega prenosa. Težava se lahko delno odpravi s pogostejšim urnikom, vendar je sistem nepotrebno obremenjen s prepogostimi prenosi.

Možnost izvajanja prenosa podatkov izključno na zahtevo uporabnikov ni primerna, uporablja pa se v kombinaciji s prej omenjenim prenosom po urniku. Tako lahko oseba, ki je sprožila izredni dogodek, hkrati poskrbi še za ustrezne prenose podatkov.

Od vseh možnosti se zdi najprimernejša tista, ki prenašanje podatkov pogojuje z dogodki. S tem imamo na obeh straneh vedno ažurne poda-

brati, je v največji meri odvisno od tipa izdelka, proizvedene količine in organiziranosti proizvodnje. Prav tako je pri zajemanju podatkov mogoča različna stopnja avtomatizacije. Podatki o parametrih proizvodnega procesa se lahko zajemajo neposredno iz strojev ali naprav, identifikacija surovin, polizdelkov in izdelkov pa je izvedena s pomočjo tehnologij, kot so sistemi radiofrekvenčne identifikacije (RFID, slika 2) ali pa sistemi črtne kode. V najosnovnejši izvedbi je mogoče tudi popolnoma ročno vnašanje vseh potrebnih podatkov.

Podatki sledljivosti se v grobem delijo na dve skupini:

- parametri proizvodnega procesa,
- parametri surovin ali polizdelkov.

Nabor parametrov obeh skupin se razlikuje med posameznimi tipi izdelkov. Primer uporabe sistema sledljivosti v povsem različnih tipih proizvodnje nakazuje na vrsto stičnih točk pri uvedbi sledljivosti, predvsem pa na enako potrebo po zagotavljanju pravočasnega in ustreznega optimiziranja procesov v vsaki vrsti proizvodnje. Tako praksa izkazuje, da je potrebno pri uvedbi sistema sledljivosti, ne glede na vrsto proizvodnje, uporabiti podobne pristope.

■ 5 Kazalci učinkovitosti proizvodnje

Osnovni namen zbiranja podatkov v proizvodnji je zagotavljanje povratne informacije o dejanskem stanju, ki je namenjena predvsem poslovnim informacijskim sistemom. Poleg podatkov o sledljivosti se pogosto zbirajo

tudi različni podatki, ki se nanašajo na količine in čase opravljenega dela in zabeleženih zastojev. Taki podatki o proizvodnji pa so lahko tudi pomemben vir za različne analize o učinkovitosti in uspešnosti izvajanja poslovnega procesa [4]. Na podlagi teh analiz lahko svoje delo usmerjajo vzdrževalci in se tako osredotočajo na odpravljanje tistih pomanjklivosti, ki povzročajo največ zastojev. Smiselno je odpravljati vzroke tistih

zastojev ali izmeta, ki zaradi svoje pogostosti in trajanja najbolj vplivajo na poslovni proces. Vodje proizvodnje lahko na podlagi natančnih podatkov enostavno določajo ozka grla. Točni podatki o izkoriščenosti delovnih sredstev pa so tudi pomembna povratna informacija za planske službe in odločitve o novih investicijah. S stalnim spremljanjem in primerjanjem analiz se določajo trendi in postavljajo novi cilji. Za

Tabela 1. Dejavniki, ki vplivajo na posamezne faktorje skupne učinkovitosti

Faktor skupne učinkovitosti	Vplivni dejavniki
razpoložljivost	zastoji, nastavljanje
zmogljivost	zmanjšana hitrost delovanja, manjši zastoji, čakanje
kakovost	različne vrste izmeta (slabi kosi, popravljeni kosi, ...)

Slika 3. Modul za določanje urnika obratovanja strojev, potreben za izračun skupne učinkovitosti

merjenje uspešnosti proizvodnje obstajajo številni kazalci. Eden izmed najbolj univerzalnih in razširjenih je kazalec skupne učinkovitosti.

5.1 Skupna učinkovitost opreme

Prednost skupne učinkovitosti (angleško *Overall Equipment Efficiency* – OEE) pred ostalimi kazalci je v tem, da z eno številko opisuje uspešnost proizvodnje. V skupno učinkovitost je poleg izvajanja proizvodnje zajeto tudi vzdrževanje in ostali oddelki – nabava in logistika. Skupno učinkovitost lahko izračunavamo za posamezne stroje, skupine strojev, oddelke, obrate ali za celotno podjetje. Izračun je mogoč za poljubno časovno obdobje. Nekateri avtorji [5], [6] skupni učinkovitosti pripisujejo zelo velik

pomen pri spremljanju uspešnosti proizvodnje in vzdrževanja.

Skupno učinkovitost izračunavamo kot produkt treh faktorjev: **razpoložljivosti**, **zmogljivosti** in **kakovosti**. Vplivi posameznih dejavnikov na vse tri faktorje so prikazani v *tabeli 1*.

Za izračun posameznih faktorjev skupne učinkovitosti se uporabljajo enačbe [6]:

$$\text{razpoložljivost} = \frac{\text{obratovalni čas} - \text{čas zastojev}}{\text{obratovalni čas}}$$

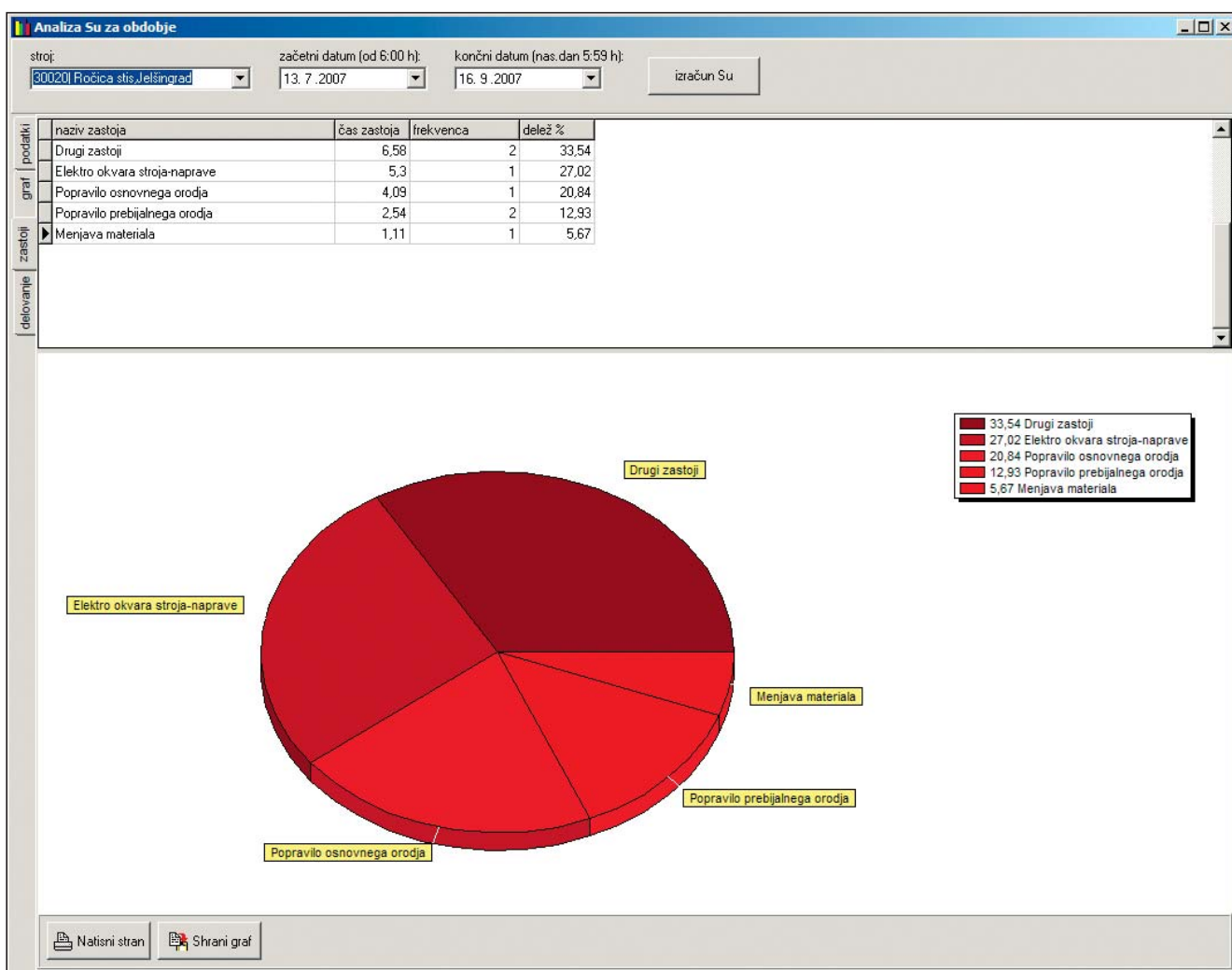
$$\text{zmogljivost} = \frac{\text{idealni čas cikla} \times \text{vsi izdelki}}{\text{čas delovanja} - \text{čas zastojev}}$$

$$\text{kakovost} = \frac{\text{vsi izdelki} - \text{izmet}}{\text{vsi izdelki}}$$

Vse potrebne podatke za izračun skupne učinkovitosti je mogoče pri-

dobiti s spremljanjem proizvodnje, kjer delavci prijavljajo dogodka za začetek in konec dela² ter za začetek in konec zastoja³. Za obratovalni čas je mogoče uporabiti pripravljen koledar stroja, lahko pa se upoštevajo dejansko zabeleženi dogodki prijav in odjav dela. Idealni čas cikla je določen z zmogljivostjo stroja. Pri strojih, ki izdelujejo različne izdelke, je teh časov več – potrebno je izmeriti ali določiti čas cikla za vsak par stroj - izdelek. Kot izmet pa se štejejo vsi izdelani kosi, ki ne dosežajo predpisane kakovosti in zato niso primerni za predvideno uporabo.

Skupno učinkovitost stroja je mogoče spremljati na več nivojih. Na nivoju strojev upoštevamo samo tiste zastoje, ki se nanašajo neposre-



Slika 4. Prikaz zastojev za izbrano obdobje

² V tem primeru pridobimo podatke o trajanju dela, stroju in izdelkih (tip izdelka, število dobro izdelanih in število slabih izdelkov).

³ Za vsak zastoj zabeležimo trajanje (začetek in konec), stroj in tip zastoja.

dno na stroj (različne okvare, ...). Na ostalih nivojih se upoštevajo tudi primeri, ko stroj stoji zaradi tega, ker ustrezni oddelki podjetja niso zagotovili dela ali vhodnih materialov.

5.2 Analiza zastojev

Za vzdrževalne službe so zelo pomembni točni podatki o zabeleženih zastojih na strojih. Pri tem imamo za vsak zastoj na voljo podatke o celotnem času, frekvenci in odstotku časa v primerjavi z vsemi zastoji. Vzdrževalne službe se lahko osredotočijo na taka popravila, ki prinesejo največje izboljšave. Tako pri izračunu skupne učinkovitosti kot pri analizi zastojev je pomembno, da te razdelimo na različne kategorije. Ni namreč vseeno, ali stroj stoji zaradi okvare, vzdrževanja ali zaradi tega, ker ustrezni oddelki niso zagotovili dela ali surovin. Tako tudi odgovornost za posamezne skupine zastojev nosijo posamezni oddelki. Pri analizi zastojev lahko za poljuben stroj v poljubnem časovnem obdobju pripravimo poročilo, ki v obliki tabele in grafa prikazuje trajanje in strukturo zastojev. Zastoje je mogoče spremljati tudi tako, da v nekem obdobju zajamemo le eno izmed izmen in tako primerjamo število in čas zastojev med posameznimi izmenami.

5.3 Analiza izmeta

Analiza izmeta je, podobno kot analiza zastojev, pomembna pri izboljševanju kakovosti in učinkovitosti proizvodnega procesa. Pri spremljanju proizvodnje imajo delavci po koncu dela možnost vnosa podatkov o izmetu. Ti podatki so lahko

bodisi opisni ali pa obstaja seznam mogočih okvar, s katerega se izbere ustrezen nabor. V prvem primeru je mogoče dobiti podrobnejše opise okvar, vendar taki podatki niso primerni za nadaljnje obdelave in analize. Pri analiziranju izmeta se po posameznih strojih opazujejo količine in deleži posameznih okvar. Ker so na voljo podatki o delovnih nalogih, pri katerih je prihajalo do posameznih okvar, so mogoče tudi primerjave količin izmeta glede na vhodne surovine. Količino izmeta je mogoče primerjati tudi med posameznimi izmenami, dnevi v tednu, letnih časih ali poljubnih obdobjih.

■ 6 Sklep

V proizvodnih obratih podjetij nastaja mnogo podatkov. To so različni parametri izdelovanja, podatki o realizaciji, zastojih in izmetu v proizvodnji. Ti podatki so pomembni za poslovne informacijske sisteme, saj predstavljajo povratno informacijo o dejanskem stanju in dogajanju v proizvodnji. Na podlagi teh podatkov se primerja skladnost izvajanja proizvodnje z zastavljenimi plani. S trajnim spremljanjem proizvodnje in analiziranjem podatkov je mogoče pridobiti boljše informacije o trajanju posameznih faz proizvodnega procesa in temu primerno prilagoditi tudi planiranje. Seveda pa je vse omenjeno izvedljivo ob predpostavki, da so zbrani podatki točni in zanesljivi.

Pri učinkovitem zbiranju podatkov pa ni pomembna le kakovost informacije, ampak tudi vpliv zbiranja na sam poslovni proces. Postopki, ki so potrebni za vnos različnih podatkov,

morajo biti hitri in enostavni. Le tako se lahko izognemo nepotrebnemu izgubi časa. Z uporabo sodobnih informacijsko-komunikacijskih tehnologij in s pripravo primernih postopkov za registracijo dogodkov je mogoč razvoj učinkovitega informacijskega sistema, katerega naloga je zbiranje proizvodnih podatkov in njihovo posredovanje ostalim informacijskim sistemom podjetja.

Točni in zanesljivi podatki iz proizvodnje pa niso pomembni le za poslovni informacijski sistem. So tudi pokazatelj učinkovitosti in uspešnosti proizvodnega procesa. Med cilji proizvodnega podjetja sta tudi učinkovita izraba delovnih sredstev in zmanjšanje deleža neustreznih izdelkov.

Literatura

- [1] Boyer, S: Supervisory Control and Data Acquisition, ISA, Research Triangle Park, 1999.
- [2] Gradišar, M., Resinovič, G.: Informatika v poslovnem okolju, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, 2001.
- [3] Wallace, T., Kremzar, M.: ERP: Making It Happen, John Wiley & Sons, New York, 2001.
- [4] Kleindienst, J.: Razvoj in uvajanje informacijskega sistema za spremljanje proizvodnje, Magistrsko delo, Ekonomska fakulteta, 2004.
- [5] Tomažin, J.: Skupna učinkovitost in benchmarking, Vzdrževalec, 2002, str. 12–15.
- [6] Willmott, P., McCarty, D.: TPM – A Route to World-Class Performance, Butterworth-Heinemann, 2001.

Peer online monitoring in manufacturing industries

Abstract: The problem treated in this paper is how to collect, store and transfer data in manufacturing industries. Here, we present different ways to acquire data as well as how to combine them in order to achieve optimal results. We also introduce important production performance indicators.

Keywords: production systems, production monitoring, production control, traceability, performance indicators, overall equipment effectiveness,

Težko gorljive hidravlične tekočine

Uporaba v industriji in rudarstvu

Wolfgang BOCK

Izvleček: Težko gorljive hidravlične tekočine uporabljamo od začetka 60. let zaradi varnosti obratovanja in zaščite zdravja. Luksemburško poročilo 7. izdaje iz leta 1994 je referenčni standard za zahteve in preizkuse, ki jih morajo izpolnjevati težko vnetljive hidravlične tekočine pri uporabi pri hidrostaticnem in hidrokinetičnem prenosu moči in krmiljih. Pomembni preizkusi in zahtevani kriteriji, predstavljeni v tem poročilu, so v veliki meri postali tudi del standardov DIN, DIN EN ali DIN ISO.

Prispevek podaja številna pojasnila in praktične napotke za uporabo tovrstnih tekočin kot tudi medsebojno primerjavo njihovih lastnosti.

Ključne besede: težko gorljive hidravlične tekočine, testne metode, klasificiranje, primerjava,

■ 1 Uvod

Skupna letna poraba hidravličnih tekočin v Nemčiji znaša približno 155.000 ton, od tega je delež težko vnetljivih hidravličnih tekočin približno 10.000 ton. Največji del težko vnetljivih hidravličnih tekočin v Nemčiji uporabljajo v rudnikih črnega premoga (podzemni rudniki), in sicer v skladu z vladnimi predpisi iz leta 1964. Ti predpisi temeljijo na Luksemburškem poročilu, ki so ga izdale visoke oblasti Evropskega združenja premoga in jekla ECSC (European Coal and Steel Community) [1]. Luksemburško poročilo je bilo pripravljeno kot vodilo za varnost obratovanja in zaščito zdravja v rudnikih črnega premoga kot reakcija na hud požar v belgijskem rudniku Marcinelle leta 1956, ko je umrlo 262 rudarjev. Naslednja pomembna področja uporabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin so stroji za tlačno litje, jeklarne in druga metalurška industrija (slika 1).

Dipl.-Ing. Wolfgang Bock, FU-CHS SCHMIERSTOFFE GmbH, Mannheim, Germany



Kolobar v vroči valjarni



Jeklarna z vpihanjem zraka

Vir: ThyssenKrupp Steel, Nemčija

Slika 1. Področja uporabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin (primera)

Ker 7. Luksemburško poročilo v prihodnosti ne bo revidirano, se tam opisani najpomembnejši preizkusi in standardizirane zahteve trenutno vključujejo v ustrezne nacionalne evropske standarde. Delovna skupina ekspertov pod vodstvom okrajne vlade Arnsberga nadaljuje s predpisovanjem zahtev za nemško rudarsko industrijo. Bistvene vsebinske točke so med drugim:

- splošni predpisi in uredbe,
- testne metode za določanje težke vnetljivosti,
- testne metode za oceno ogrožanja zdravja,
- obvezni tehnološki testi,
- priporočene preizkusne metode za

oceno združljivosti z okoljem,

- priporočene tehnološke preizkusne metode.

Odpornost proti požaru je določena s sestavo tekočine in jo dosežemo bodisi z visoko vsebnostjo vode pri tekočinah HFA, HFB in HFC ali s kemično strukturo pri tekočinah HFD brez vode (poliglikoli HFDU, estri ogljikove kisline HFDU, estri fosforjeve kisline HFDR).

■ 2 Preizkušanje hidravličnih tekočin na odpornost proti požaru

7. Luksemburško poročilo med dru-

Tabela 1. Sestava težko gorljivih hidravličnih tekočin

Vrsta	Vsebnost vode	Količina vode/koncentracija	Sestava
HFA E	da	koncentracija < 20 %	emulzija olje v vodi
HFA S	da	koncentracija < 10 %	sintetična raztopina
HFB	da	koncentracija > 40 %	emulzija voda v olju
HFC	da	35–50 %, tipično: 45 %	vodna raztopina polimerov, voda/glikol
HFC E	da	20 %	vodna raztopina polimerov, voda/glikol
HFD R	ne	0 %	estri fosforjeve kisline
HFD U – ester	ne	0 %	estri ogljikove kisline
HFD U – poliglikol	ne	0 %	poliglikol

gim razlikuje med različnimi testnimi metodami za določanje odpornosti proti požaru. Te so podrobneje predstavljene v nadaljevanju.

2.1 Spray test vžiga (test z razprševanjem) po metodi »skupnosti 6 držav« glede na 7. Luksemburško poročilo [1], poglavje 3.1.1.1 (NF E48-618)

Princip:

Acetilensko-kisikov plamen usmerimo v curek preizkusne tekočine, ki ga pršimo pod tlakom. Opazujemo vpliv ognja na pršenci curek (1 liter tekočine, temperatura 65 °C, tlak 70 bar, premer odprtine šobe 0,4 mm). Plamen ne sme doseči 75 cm široke in 100 cm visoke kovinske zaščite, ki je nameščena na razdalji 1,75 m od pršilne šobe, in sicer pravokotno na smer curka, tako da je središče približno v podaljšku osi šobe.

Rezultati:

Stopnja 1: Curek se ne vname.

Stopnja 2: Curek se vname, vendar ne doseže kovinske zaščite.

Stopnja 3: Curek se vname in doseže kovinsko zaščito.



Slika 2. Odpornost proti požaru po 7. Luksemburškem poročilu »Spray test vžiga skupnosti 6 držav«

Tabela 2. Maksimalno trajanje gorenja ne sme presegati 30 sekund – čas vzdrževanja gorenja po DIN EN ISO 15029-1 [3]

Naziv izdelka	Vrsta tekočine	Povprečni čas gorenja
PLANTOFLUX AT 46 S	HFUDU 46 – ester	3,8 s
PLANTOFLUX AT 68 S	HFUDU 68 – ester	3,7 s
PLANTOFLUX AT 46 S + "anti-mist"	HFUDU 46 – ester	3,0 s
RENOLIN PGW 46	HFUDU 46 – poliglikol	5,3 s
HYDROTHERM 46 M	HFC 46 – voda/glikol	< 2 s
HYDROTHERM 68 LW	HFCE 68 – voda/glikol	< 2 s
Mineralno olje	HLP 46	> 30 s

V petih zaporednih testih mora tekočina doseči stopnjo 1 ali 2 (slika 2).

Opisani testni postopek je izpeljan iz ameriške testne procedure AMS-3150 C. Tlak brizganja in dimenzije odprtine šobe odgovarjajo vrednostim, predpisanim v tem standardu.

2.2 Spray test vžiga po metodi United Kingdom (DIN EN ISO 15029-1: 2002-10) [2]

Princip:

Testno tekočino pršimo s tlakom 70 bar. Pršenci curek usmerimo neposredno proti standardiziranemu acetilensko-kisikovemu plamenu. Ko se pršenci tekočina vname, odstranimo vžigni plamen in merimo čas vztrajanja gorenja (količina testne tekočine znaša 1,1 litra, temperatura: tekočine na osnovi vode 65 °C, ostale tekočine

Določanje odpornosti proti ognju:

- fluid se testira pod tlakom,
- tlak 70 bar,
- temperatura 65 °C (HFC), 85 °C (HLP, HFUDU)
- ameriška metoda AMS 3150 C
- acetilensko-kisikov plamen, plamen ne sme doseči kovinske zaščite na razdalji 175 cm.

85 °C). To ponovimo nekajkrat, in sicer vzdolž curka od konice pršilne šobe. Običajno opravimo 10 testov. V vseh primerih mora biti maksimalni čas vztrajanja gorenja po odstranitvi vžignega plamena krajši od 30 sekund. Podajamo maksimalni čas vztrajanja gorenja posameznih testov in povprečni čas vztrajanja gorenja, pri tem pa pri nobenem od testov čas vztrajanja gorenja ne sme biti daljši od 30 sekund (tabela 2).

Testiranje je bilo opravljeno s tekočinami HFDU na bazi estrov ogljikove kisline. Vpliv viskoznosti na čas gorenja je bil majhen (kljub višji viskoznosti – ISO VG 68 – niso bili izmerjeni krajši časi gorenja). Dodajanje tako imenovanega "anti-mist" aditiva, torej aditiva proti megljenju, v tekočino HFDU 46 je skrajšalo čas gorenja. To pomeni, da z nizko vsebnostjo aditivov proti megljenju lahko skrajšamo čas gorenja tekočine HFDU 46. Ti aditivi lahko pri pršenju tekočin povečajo velikost kapljic, kar pomeni zmanjšanje aktivne površine in s tem pozitiven vpliv na težko vnetljivost tekočine. Aditive proti megljenju moramo uporabljati v nizkih koncentracijah. Ker imajo največkrat visoko molekularno težo in dolge verige, se te pri ekstremnih strižnih obremenitvah lahko prekinejo. Takšne prekinitve kot posledica striga se pojavljajo večinoma v črpalkah/motorjih in/ali v ventilih. To je posebej pomembno upoštevati pri izbiri aditivov proti megljenju. Če uporabljamo aditive proti megljenju z nizko strižno stabilnostjo, se bodo zaradi striga ti aditivi porabili v relativno kratkem času (nekaj ur). Zaradi tega tekočina izgublja odpornost proti požaru. Rezanje lahko spremlja tudi padec viskoznosti, ker imajo aditivi proti megljenju tudi učinek zgoščanja. V obravnavanem primeru je bil v tekočini HFDU 46 v nizki koncentraciji uporabljen aditiv proti megljenju z relativno visoko strižno stabilnostjo, da bi demonstrirali pozitiven učinek takšnih aditivov.

Testirana je bila tudi tekočina HFDU na bazi poligljkola. Njeni časi gorenja so približno v enakem območju kot v primeru tekočin HFDU na bazi estrov.

Tekočine z vsebnostjo vode so se izkazale z najkrajšimi časi gorenja. Tako tekočina HFC 46 (vsebnost vode 45 %) kot tudi tekočina HFCE 68 (vsebnost vode 20 %) sta goreli manj kot 2 sekundi in tako imeli daleč najboljši rezultat.

Kot referenčna tekočina je bilo testirano tudi mineralno olje (HLP 68, z vsebnostjo cinka, deemulgirno). Čas gorenja te tekočine je bil uporabljen kot referenčna vrednost. Čas gorenja tekočine na bazi mineralnega olja je bistveno daljši (> 30 sekund).

2.3 Spray test vžiga "Sproščanje toplote stabiliziranega plamena" / Buxton test (DIN EN ISO 15029-2) [4]

Princip:

V zgorevalni komori, po kateri se pretaka zrak, izpostavimo brizgajoči curek mešanice tekočine in zraka pod tlakom določenemu plamenu plinskega gorilnika. Temperaturo preizkusne opreme merimo na strani dotoka svežega zraka in na izpušni strani. Meritev temperature opravimo med delovanjem gorilnika, in sicer enkrat brez dovajanja tekočine in enkrat ob dovajanju tekočine skozi šobo. V obeh primerih zrak izhaja iz šobe. Na osnovi izmerjenih temperatur lahko določimo indeks vnetišča RI (relativna vnetljivost). Vrednost RI lahko izračunamo iz razmerja temperaturne razlike med svežim zrakom in izpušnim plinom pri delovanju samega gorilnika in temperaturne razlike med svežim zrakom in izpušnim plinom pri zgorevanju tekočine (zmešane z zrakom pri stabiliziranem plamenu). Plamen prešeče mešanice lahko štejemo kot stabiliziran tedaj, ko je sproščena energija v odvisnosti od časa skoraj konstantna.

Med testom dovajamo konstantno količino toplote (z gorilnikom/s pretokom propana), da vnamemo prešč curek in vzdržujemo stabiliziran plamen. Delež sproščene toplote ognja določimo s temperaturo izpušnega plina, ki je v medsebojni odvisnosti z vnetiščem tekočine. Preizkušano tekočino, katere temperatura mora biti med 13 in 20 °C, pršimo z razpršilno šobo horizontalno. V razpršilno šobo hkrati dovajamo preizkušano tekočino in zrak pod tlakom. Volumski pretok preizkušane tekočine znaša 90 ml/min. Pri neprekinjeno gorečem plamenu, predvidenem za vžig prešeče zmesi, gre za predhodno z zrakom zmešan propani plamen.

Preizkuse z nizkim pretokom propana (0,13 Nm³/h) opravljamo pri tekočinah z vžignim indeksom 0 < RI

< 50. Preizkuse z visokim pretokom propana (0,40 Nm³/h) pa opravljamo pri tekočinah z RI > 50.

Pri tekočinah, katerih približne razvstitve RI ne moremo predvideti, moramo opraviti orientacijska preizkusa z obema pretokoma, da dosežemo ustrezne temperaturne razlike za ovrednotenje.

Preizkusna oprema je kalibrirana z raztopino etilenglikol-voda, ki ima na primer naslednje vrednosti RI (vse navedbe so v volumskih %):

- 100 % etilenglikola, 0 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 17,1
- 75 % etilenglikola, 25 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 45,6
- 85 % etilenglikola, 15 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 23,8

Enako kalibracijo opravimo z višjim pretokom propana:

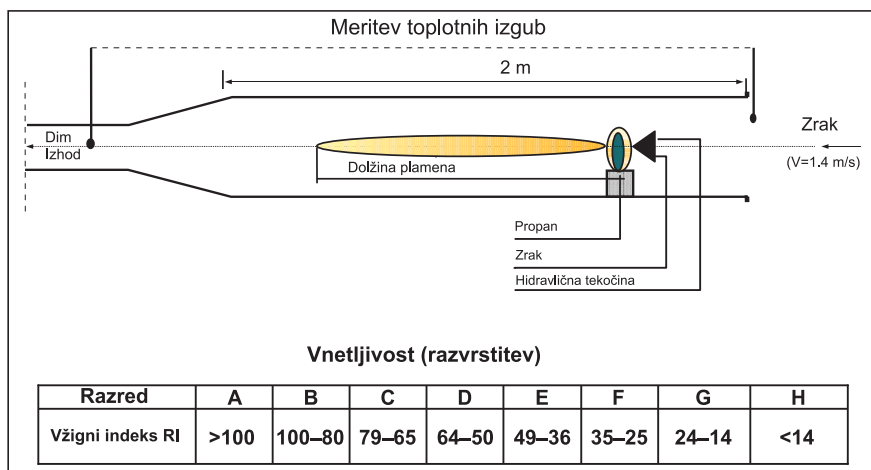
- 70 % etilenglikola, 30 % demineralizirane vode, pretok propana 0,40 Nm³/h: RI = 59,7

Izvedba preizkusa:

Količina vzorca: 1,5 litra, temperatura 13 do 20 °C, razpršitev dosežemo z dušikom pod tlakom. Najprej prižgemo plinski gorilnik in nastavimo pretok propana (0,13 Nm³/h ali 0,40 Nm³/h). V tej fazi še ni pretoka tekočine. Zgorevalno komoro ogrevamo tako dolgo, da temperaturna razlika med izpušnim plinom na izstopu zgorevalne komore in svežim zrakom na vstopu ne doseže konstantne vrednosti. Potem dovajamo tekočino z volumskim pretokom 90 ml/min skozi šobo tako, da prešeči curek preči plinski plamen gorilnika in se vname. Ugotovimo temperaturi izpušnega plina na izstopu zgorevalne komore in svežega zraka ter izračunamo vžigni indeks RI. Če izračunana vrednost RI preseže 50, moramo opraviti nov preizkus z višjim pretokom propana. Pri tekočinah z RI > 50 moramo izbrati pretok propana 0,13 Nm³/h.

Izračun vžignega indeksa RI poteka po spodnji enačbi:

$$RI = \frac{500 \times (T \text{ izpušnega plina} - T \text{ vstopnega zraka}) \text{ brez pršenja tekočine}}{7 \times (T \text{ izpušnega plina} - T \text{ vstopnega zraka}) \text{ pri pršenju tekočine}}$$



Slika 3. Spray test vžiga (7. Luksemburško poročilo – Poglavje 3.1.3 – “Sproščanje toplote stabiliziranega plamena” – test Buxton: Določitev vžignega indeksa RI [5])

Za določitev srednje vrednosti je potrebno opraviti zadostno število posameznih preizkusov oziroma izračunov RI (najmanj osem).

Razvrstitev hidravličnih tekočin glede na nevarnost požara

Spray test omogoča enostavno razvrstitev hidravličnih tekočin glede na nevarnosti, povezane z vnetiščem. Kot je razvidno s slike 3, je vsaka tekočina uvrščena v skupino. Za to razvrstitev potrebujemo vžigni indeks RI. Slika 3 prikazuje razvrstitev v razrede A do H, pri čemer razred A vsebuje najvarnejše hidravlične tekočine (RI > 100), razred H pa najbolj nevarne; na primer mineralna olja (RI < 14; vir: ATEST, preizkusni laboratorij ASCAL, Francija). Vžigni indeks in razvrstitev v skupine na osnovi RI sta najbolj pomembna faktorja za oceno tekočine. Kot izpeljanki tega testa lahko za razvrstitev hidravličnih tekočin uporabimo tudi indeks dolžine plamena RL in gostoto dima (indeks D).

Informacija – Primerjava ocene z drugimi testi:

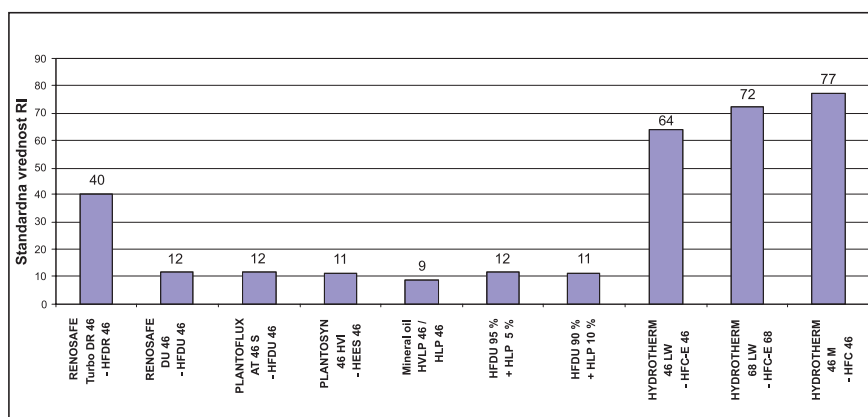
Spray test vžiga: stopnja 1 (curek se ne vname): odgovarja RI ≥ 80

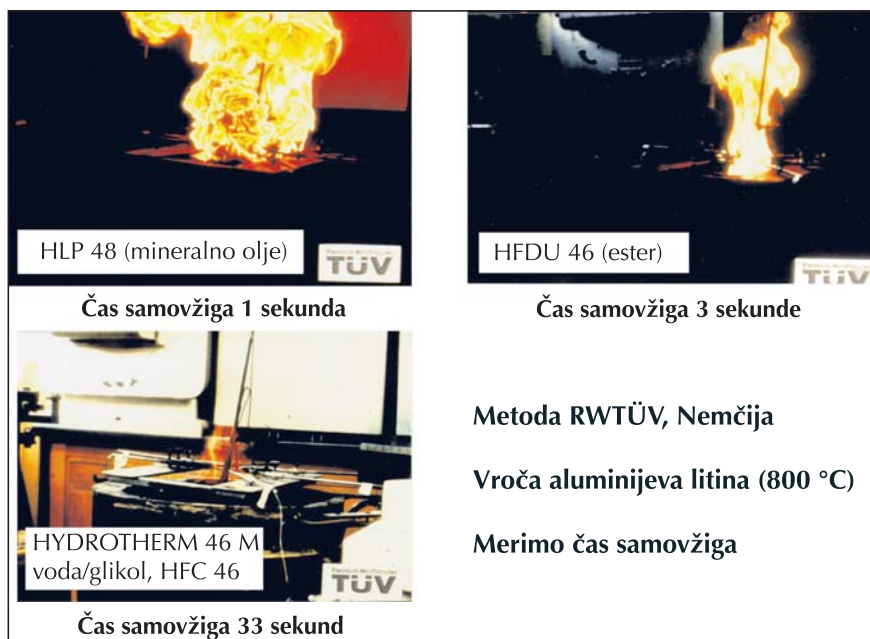
Spray test vžiga: stopnja 2 (ogenj ne doseže kovinske zaščite): odgovarja RI ≥ 60

Spray test vžiga po metodi United Kingdom: vrednost RI > 25 odgovarja času gorenja < 30 sekund (glede na 7. Luksemburško poročilo).

Tabela 3 in slika 4. Spray test vžiga (7. Luksemburško poročilo – Poglavje 3.1.3 – “Sproščanje toplote stabiliziranega plamena” – test Buxton [4, 5])

Vrsta tekočine	Naziv izdelka	RI	Razred	Pretok propana
HFDR (Ester fosforjeve kisline)	RENOSAFE Turbo DR 46 - HFDR 46	40	E	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Ester ogljikove kisline)	RENOSAFE DU 46 - HFDU 46	12	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Ester ogljikove kisline)	PLANTOFLUX AT 46 S - HFDU 46	12 / 14	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Poliglikol)	RENOLIN PGW 46	15	G	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Poliglikol)	RENOLIN PG 46 NG (1991)	28	F	0,13 Nm ³ /h
HEES (Ester ogljikove kisline)	PLANTOSYN 46 HVI - HEES 46	11	H	0,13 Nm ³ /h
HLP / HVLP	Mineral oil HVLP 46 / HLP 46	9	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU + HLP	HFDU 95% + HLP 5%	12	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU + HLP	HFDU 90% + HLP 10%	11	H	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 46 LW - HFC-E 46	38	E	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 68 LW - HFC-E 68	45	E	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 46 LW - HFC-E 46	64	C	0,40 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 68 LW - HFC-E 68	72	C	0,40 Nm ³ /h
HFC	HYDROTHERM 46 M - HFC 46	77	C	0,40 Nm ³ /h





Slika 5. Odpornost proti požaru – RWTÜV Essen, Nemčija (pogoji v livarski industriji)

bistveno višje, kar pomeni, da ta skupina izdelkov zagotavlja odlično zaščito pred požarom pri tem testu vnetljivosti. Pri navajanju vrednosti RI je obvezno potrebno navesti pretok propana pri meritvi. Pri pregledu podatkov, navajanih v literaturi, so dobljeni rezultati vrednosti RI za tekočine HFDU (estri ogljikove kisline in poliglikoli) višji. Glede na to bo v bodoče potrebno bolj podrobno raziskati primerljivost in ponovljivost preizkusov in preizkusne opreme. Obstoječi preizkusni napravi v Buxtonu (Velika Britanija) in Forbachu (Francija) sta medsebojno že izenačeni s korekturnim faktorjem [5].

■ 3 Vnetljivost tekočin v stiku s tekočo talino (v skladu z DIN EN ISO 20823: 2003-10) [6]

Poleg opisanih Spray testov po Luksemburškem poročilu se je v Nemčiji uveljavil nov požarni test, ki na bolj realen način odraža pogoje uporabe, primarno v livarski industriji: Testna metoda za določitev vnetljivosti hidravličnih tekočin v stiku z vročimi kovinskimi talinami, ki ga je razvilo Rheinisch-Westfälischer-Technischer-Überwachungsverein¹ (RWTÜV) v Essnu, Nemčija. Kot je razvidno s *slike 5*, preizkušano

¹ Rensko-westfalsko tehnično nadzorno združenje

tekočino pršimo na kovinsko talino s temperaturo 800 °C in merimo čas do samovžiga tekočine. Pri mineralnem hidravličnem olju (HLP 46, DIN 51524-2) znaša čas samovžiga manj kot 1 sekundo. Pri tekočini z vsebnostjo vode vrste HFC (HYDROTHERM 46 M, - HFC 46) znaša čas samovžiga okoli 33 sekund. Daljši čas samovžiga omogoča dovolj časa, da se delovno osebje odstrani od izvora požara in izvede protiukrepe.

■ 4 Testne metode za določitev časa samovzdrževanja ali širjenja ognja

S tovrstnimi testi lahko zagotovimo, da nastali ogenj pod vplivom hidravlične tekočine ne gori dalje in se tako tudi ne širi.

4.1 Testna metoda za določitev časa samovzdrževanja ognja na stenju

Čas samovzdrževanja ognja na stenju določamo po DIN EN ISO 14935 [7]. Kos aluminijevega silikatnega traku impregniramo s testno tekočino in namestimo v rezervoar, tako da eden od njegovih koncev štrli ven in tvori stenj. Z majhnim vžigalnim plamenom prižgemo štrleči konec traku. Po odstranitvi plamena merimo čas gorenja traku. Tekočina uspešno

opravi test, če je srednji čas gorenja traku krajši od 60 sekund. Pri tem ima kvaliteta robu stenja bistven pomen. Ta mora biti raven in enakomeren, saj že manjša razcefranost zelo izkrivi rezultat.

4.2 Testna metoda za določanje širjenja ognja v mešanici premogovega prahu in tekočine po 7. Luksemburškem poročilu [1], poglavje 3.2.2

Pri tej metodi merimo propanski plinski plamen v mešanici 75 g premogovega prahu in 37,5 cm³ tekočine. Test izvajamo v prostoru pri sobni temperaturi in brez umetne ventilacije. S propanskim plinskim gorilnikom usmerimo plamen na kovinsko površino, na kateri je vzorec tekočine (temperatura približno 1000 °C). Razdaljo do vrha plamena, ki nastane po vžigu, merimo v milimetrih. Poleg tega merimo čas do konca gorenja vzorca (najmanj 10 meritev). Največja razdalja do konice plamena ne sme presežati 100 mm.

■ 5 Ostale testne metode, priporočila in standardi

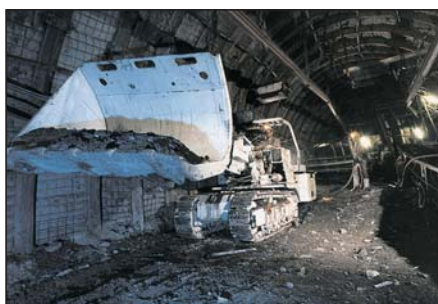
V Evropi so se med drugim uveljavili testi, ki jih prikazuje tabela 4. Nekateri od njih so standardizirani in so ali so bili pomembni za odobritev uporabe v rudarstvu. Poleg teh testov so navedene specialne nacionalne zahteve za težko vnetljive hidravlične tekočine.

Predvsem v ZDA je neizogiben test odpornosti proti požaru po zahtevah Factory Mutual. Najbolj uporabljana testna metoda je FM 6930 [8]. V zadnjem obdobju razpravljajo o tem, da bi ta standard prevedli v standard ASTM. FM 6930 je daleč najbolj razširjen test na ameriškem angleškem govornem področju. Novi testni standard FM 6930 določa tako imenovane "Spray Flammability Parameters (SFP)", ki jih določata dva ključna testa vnetljivosti:

1. določitev stopnje kemičnega sproščanja toplote pri razpršenih požarih,
2. meritev kritičnega toplotnega toka za vžig.

Tabela 4. V Evropi uveljavljene testne metode za določanje odpornosti proti požaru

Testna metoda	Alternativno ime	Standard po:	Vsebovan v 7. Luks. poročilu	Zahtevan za odobritev v nemški rudarski industriji	Potreben za HSE (Health and Safety Executive)	V ISO 12922: 2006
Spray test vžiga z zaščitno ploščo (p = 70 bar)	Spray test vžiga skupnosti 6 držav	NF E48-618:1973	da	ne	ne	ne
Spray test vžiga z votlim konusom (p = 70 bar)	Spray test vžiga United Kingdom	ISO 15029-1	da	ne	da	da
Spray test vžiga Sproščanje toplote stabiliziranega plamena	Buxton test/ testna metoda Yule&Moodie	ISO DIS 15029-2	da	da	da	da
določitev časa gorenja s plamenom na stenju	metoda s stenjem	ISO 14935	da	ne	da	da
določitev vnetljivosti pri kontaktu z vročimi površinami, test vnetljivosti	manifold ignition test	ISO 20823	da	ne	da	da
testna metoda za določitev širjenja ognja v mešanici premogovega prahu in tekočine		—	da	ne	ne	ne
vnetljivost na vroči kovinski talini (Al; 800 °C)	zasnova pri RWTÜV, Essen	—	ne	ne	ne	ne
plamenišče COC		ISO 2592	ne	ne	da	ne
določitev temperature samovžiga	AIT (Auto-Ignition Temperature), temperatura samovžiga	DIN 51794, ISO DIS 3988, ASTM E 659:1978	ne	ne	ne	ne

**Vozilo v rudniku****Rotacijski sekač**

Vir: RAG – Deutsche Steinkohle AG

Slika 6. Uporaba težko gorljivih hidravličnih tekočin v nemški rudarski industriji (primera)

Iz obeh testov dobljene vrednosti vnetljivosti uporabljajo za določitev vrednosti SFP. Na osnovi te vrednosti razvrščamo tekočine v kategorije vnetljivosti:

– skupina 0: nevnetljivo

- skupina 1: SFP 5×10^4 ali manj
- običajno neprimerno za stabiliziranje razpršenega plamena
- skupina 2: SFP >5 do 10×10^4 – težje vnetljivo kot mineralna olja, v določenih okoliščinah je možno razpršeni plamen stabilizirati

Tekočine z vsebnostjo vode so običajno razvrščene v skupino 0 (na primer HYDROTHERM 46 M, HYDROTHERM 68 LW), tekočine HFDU (na primer PLANTOFLUX AT 46 S) pa v skupino 1.

Nadaljnji pomembni standardi in testne metode, ki so zlasti pomembni pri uporabi težko gorljivih hidravličnih tekočin (povzetek veljavnih in starejših standardov):

- VDMA 24314 (1981): Tehnologija hidravličnih tekočin – Menjava hidravličnih tekočin – Smernice
- VDMA 24317 (2005): Fluidna tehnika – Težko vnetljive hidravlične tekočine – Minimalne tehnične zahteve
- Stokovno poročilo DIN CENTR 14489 (2006): Težko vnetljive hidravlične tekočine – Razvrstitev in specifikacije, Izbira – Smernice za varnost, zdravje in zaščito okolja

- DIN EN ISO 4404-1 in -2 (2006): Proizvodi na bazi mineralnih olj in sorodni proizvodi – Določitev protikorozijskih lastnosti težko vnetljivih hidravličnih tekočin
Del 1: Tekočine z vsebnostjo vode
Del 2: Tekočine brez vode
- DIN EN ISO 12922 (2002): Maziva, Industrijska olja in sorodni proizvodi – Družina H – Hidravlični sistemi – Zahteve za kategorije HFA-E, HFA-S, HFB, HFC, HFD-R, HFD-U
- DIN 24320 (2006): Težko vnetljive tekočine – Hidravlične tekočine kategorij HFA-E in HFA-S – Lastnosti in zahteve
- DIN EN ISO 20823: Proizvodi na bazi mineralnih olj in sorodni proizvodi – Določitev lastnosti vnetljivosti tekočin v stiku z vročimi površinami

Poleg naštetih je v uporabi še nekaj standardov ISO z obravnavanega področja, npr. ISO 7745 (1989): Hidravlične tekočine – Težko vnetljive tekočine – Smernice za uporabo.

■ 6 Raziskava in ocena kriterijev težke vnetljivosti hidravličnih tekočin

Večino hidravličnih tekočin uporabljamo v procesih industrijske proizvodnje v orodnih strojih, stiskalnicah, strojih za tlačno litje itd. Poleg primarnih tehničnih lastnosti mora imeti hidravlična tekočina tudi sekundarne in terciarne lastnosti. Pri tem je še zlasti potrebno izpolniti ustrezne smernice, kot je smernica ATEX [9]. Standard DIN EN 13463-5 iz marca 2004 (neelektrične naprave za uporabo v potencialno eksplozivnem okolju) navaja v točki 4.5.1.: Maziva in/ali hladilna sredstva ... morajo imeti vnetišče najmanj 50 Kelvinov nad maksimalno temperaturo površine naprave, v kateri tekočino uporabljamo (glej IEC 60079-4). Vnetišče, podano po DIN 51794, je enako kot pri IEC 60079-4 [10].

6.1 Določevanje vnetišča – Testiranje mineralnih olj in ogljikovodikov – skladno z DIN 51794 [11]

Navedeni standard velja za gorljive tekočine in pline, pa tudi za mine-

Tabela 5. Vnetišča maziv DIN 51794 – Določanje vnetišča – Preizkušanje ogljikovodikov [11]

Bazno olje / Vrsta		Viskoznost pri 40°C [mm ² /s]	Vnetišče DIN 51794
Mineralno olje / vrsta	Vretensko olje	10	330
	Vretensko olje	15	330
	Hidravlično olje	30	350
	Hidravlično olje	46	350
	Cirkulacijsko / olje za zobniške prenosnike	110 460	370 > 400
Sintetično olje polialfaolefini (PAO)	Hidravlično / kompresorsko olje	46	380
	Olje za zobniške prenosnike	460	> 400
Polsintetično, hidrirano bazno olje - HC olja	ISO VG 10	10	339
	ISO VG 32	32	359
	ISO VG 46	46	376
Sintetično estrsko olje (POE)	ISO VG 46	46	400
	ISO VG 100	100	420
	ISO VG 320	320	390
Sintetično olje Poliglikoli (PAG)	ISO VG 46	46	365
	ISO VG 150	150	365
	ISO VG 320	320	365
Izdelek	Vrsta fluida	Viskoznost pri 40°C [mm ² /s]	Vnetišče DIN 51794
Hidravlična olja			
PLANTOFLUX AT 46 S	HFDU 46 (Ester)	46	400
PLANTOFLUX AT 68 S	HFDU 68 (Ester)	68	410
95% PLANTOFLUX AT 46 S + 5% HLP 46	HFDU 46 + HLP 46	46	400
RENOLIN B 3 VG 10	HLP 10	10	320
RENOLIN B 10 VG 32	HLP 32	32	345
RENOLIN B 30 VG 100	HLP 100	100	370
PLANTOSYN 46 HVI	HEES 46 (Ester)	46	395
PLANTOSYN 46 S	HEES 46 (Ester)	46	410
RENOLIN UNISYN OL 46	VDL 46 (PAO)	46	385
RENOLIN COOL+	VDL 46 (HC)	46	390
Olja za zobniške prenosnike			
RENOLIN CLP 220	CLP 220	220	390
RENOLIN CLP 460	CLP 460	460	400
RENOLIN UNISYN CLP 320	CLP-HC 320	320	400
PLANTOGear 320 S	CLP-E 320	320	410
RENOLIN PG 220	CLP-PG 220	220	385

ralna olja, ogljikovodike in njihove zmesi z vnetiščem med 75 in 650 °C. Določeno vnetišče predstavlja merilo za nagnjenost gorljivih snovi k vžigu zmesi z zrakom na vročih telesih in med drugim omogoča razvrstitev snovi glede na varnostno-tehnični vidik. Pri vsakem posameznem testu vžiga damo majhen vzorec testirane gorljive snovi v odprto Erlenmeyerjevo posodo, ki jo ogrevamo z električnim grelcem. Pri tem opazujemo, ali pri posamezni temperaturi in količini vzorca pride do vnetja vzorca ali ne.

Potem iz posode z izpihovanjem z zrakom odstranimo preostale izparljive dele. S spreminjanjem temperature in količine vzorca z več meritvami določimo najnižjo temperaturo, pri kateri se vzorec vname.

V okviru razvojnega projekta so pri Fuchsu raziskovali vnetišča različnih vrst baznih olj. Ugotovili so, da je vnetišče odvisno od viskoznosti olja. Nizkoviskozna mineralna olja imajo običajno nižje vnetišče kot izdelki z višjo viskoznostjo. Z uporabo sinte-

Tabela 6. Pomembni podatki za načelno razvrstitev tekočin po ANSI (NFPA) T2.13.8 R1 (april 2004) [12]

Vrsta tekočine	Zgorevalna toplota (kJ/g)	Kalorična vrednost (kJ/g)	Poraba zraka (kg/kg fluida)
mineralno olje (npr. HLP)	29,1	44,9	14,1
emulzija voda v olju (npr. HFB)	16,3	25,7	8,5
ester fosforne kisline (npr. HFD-R)	19,0	30,8	6,7
voda glikol (npr. HFC)	5,3	14,7	2,7

tičnih izdelkov, predvsem estrskih olj in polialfaolefinov, lahko vnetišče v primerjavi z izdelki na mineralni bazi bistveno zvišamo.

Poleg tega so raziskovali formulirane hidravlične tekočine glede na njihova vnetišča. Ugotovili so, da je vnetišče zelo pogojeno z vrsto in kvaliteto bazne tekočine, medtem ko je vpliv aditivov zanemarljiv. Težko vnetljive hidravlične tekočine brez vode vrste HFDU na estrski bazi in vrste hidravličnih tekočin HEES imajo vnetišča približno 50 °C višja kot pri mineralnih oljih. Izdelki z višjo viskoznostjo imajo višja vnetišča v primerjavi z nizkoviskoznimi izdelki. Vnetišča različnih baznih olj in Fuchsovih industrijskih maziv prikazuje *tabela 5*. *Tabela 6* prikazuje pomembne podatke za splošno razvrstitev tekočin glede na njihovo zgorevalno toploto, kalorično vrednost in porabo zraka po ANSI (NFPA) T2.13.8 R1, april 2004 [12].

Literatura

- [1] Europäische Kommission: 7. Luxemburger Bericht – Anforderungen und Prüfungen schwerentflammbarer Hydraulikflüssigkeiten zur hydrostatischen und hydrokinetischen Kraftübertragung und Steuerung, Dok. Nr. 4746/10/91 DE, Luxemburg, April 1994. [European Commission: 7th Luxemburg Report – Requirements and Tests of Fire-Resistant Hydraulic Fluids for Hydrostatic and Hydrokinetic Power Transmission, Doc. No. 4746/10/91 DE, Luxemburg, April 1994.]
- [2] DIN EN ISO 15029-1: 2002-10: Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung der Zündeigenschaften von Sprühstrahlen schwer entflammbarer Flüssigkeiten. Teil 1: Nachbrennzeit des Sprühstrahls mit Flamme – Verfahren mit Hohlkegelstrahl (ISO 15029-1: 1999) – Deutsche Fassung EN ISO 15029-1: 1999. [DIN EN ISO 15029-1: 2002-10: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Ignition Characteristics of Fire-Resistant Fluid Sprays. Part 1: Sustaining time of the jet with flame – Hollow-jet procedure (ISO 15029-1: 1999) – German version EN ISO 15029-1: 1999.]
- [3] DMT GmbH, Fachstelle für Brandschutz, Tremoniastrasse 13, 44137 Dortmund, Herr Petersmann: Brandtechnische Prüfungen gemäß DIN EN ISO 15029-1, Fuchs-Prüfberichte [DMT GmbH, Fire-Protection Office, Tremoniastrasse 13, 44137 Dortmund, Mr Petersmann: Fire and Flammability Tests According to DIN EN ISO 15029-1, Fuchs Test Reports.]
- [4] E DIN EN ISO 15029-2 – (prEN 15029-2): Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung der Zündeigenschaften von Sprühstrahlen schwer entflammbarer Flüssigkeiten. Teil 2: Sprühstrahl-Zündprüfung – Wärmeabgabe einer stabilisierten Flamme Diese Norm ist in Arbeit und liegt als ISO DIS 15029-2 vor. [E DIN EN ISO 15029-2 – (prEN 15029-2): Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Ignition Properties of Fire-Resistant Fluid Sprays. Part 2: Spray jet ignition test – Heat release of a stabilised flame. This standard is being prepared and is available as ISO DIS 15029-2.]
- [5] ASCAL (ATEST) Prüflabor, Parc d'activités Forbach-Ouest, F-57600 Forbach, Claude Barbian: Rapport d'analyses – Entflammbarkeits-Test, 7. Luxemburger Bericht § 3.1.3 – Wärmeabgabe einer stabilisierten Flamme (Buxton-Test). [ASCAL (ATEST) Test Lab, Forbach-Ouest Industrial Estate, F-57600 Forbach, Claude Barbian: Analysis Report – Flammability test, 7th Luxemburg Report § 3.1.3 – Heat Release of a Stabilised Flame (Buxton Test).]
- [6] DIN EN ISO 20823: 2003-10: Mineralölprodukte und verwandte Erzeugnisse – Bestimmung der Entflammbarkeits-Charakteristik von Flüssigkeiten bei Kontakt mit heißen Oberflächen [DIN EN ISO 20823: 2003-10: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Flammability Characteristics of Fluids in Contact with Hot Surfaces.]
- [7] DIN EN ISO 14935: 1998-12: Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte – Bestimmung der Nachbrennzeit schwer entflammbarer Flüssigkeiten an einem Docht (ISO 14935: 1998) – Deutsche Fassung EN ISO 14935: 1998. [DIN EN ISO 14935: 1998-12: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of the Flame Sustaining Time of Fire-Resistant Fluids by Means of a Wick. (ISO 14935: 1998) – German version EN ISO 14935: 1998.]
- [8] Factory Mutual, USA, FM Standard 6930, Jan. 2002 / July 2003.
- [9] Atmosphere Explosive, Europäische Bestimmung für die Verwendung von Pumpen und Spritzanlagen in potentiell gefährlichen Umgebungen, ATEX-Richtlinie Nr. 1999/92/CE. [Explosive Atmosphere, European Regulation on the Use of Pumps and Spray Equipment in Potentially Hazardous Environments, ATEX Guideline No. 1999/92/CE.]
- [10] W. Hirsch, E. Brandes: Veröffentlichung des PTB über Zündtemperaturen, 2005 [W. Hirsch, E. Brandes; Publication by the Physikalisch-Technisches Bundesamt on ignition temperatures, 2005.]
- [11] DIN 51794, Mai 2003 – Bestimmung der Zündtemperatur – Prüfung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen. [DIN 51794, Mai 2003 – Determination of the Ignition Temperature – Testing of Mineral Oil Hydrocarbons.]
- [12] ANSI (NFPA) T2.13.8 R1-200X (April 2004) – Hydraulic Fluid Power – Fire-Resistant Fluids.



Fire-resistant hydraulic fluids for industrial and mining applications

Abstract: Fire-resistant fluids have been in use since the early 1960s for reasons of operational and occupational safety. The Luxemburg report is available in its 7th edition, from 1994, and is the standard work of reference for requirements and tests of fire-resistant hydraulic fluids for hydrostatic and hydrokinetic power transmission and control. The important tests and requirement criteria described in this report have largely become part of the DIN-, DIN EN- or DIN ISO standards. The following paper presents numerous explanations and practical instructions for the use of fire-resistant fluids as well as a comparison of the characteristic properties of various different fluids.

Key words: Fire-resistant hydraulic fluids, test methods, classification, comparison,

Op.: V prispevku navedeni nazivi tekočin kot Hydrotherm, Renolin, Renosafe, Plantoflux, Plantosyn, Plantogear, ... so proizvodi podjetja Fuchs Schmierstoffe GmbH.

Originalni prispevek je bil objavljen v reviji O+P, 3/2008.

Zavarujte
svoje dragulje*

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



FUCHS MAZIVA LSL d.o.o., Trdinova ulica 1, 8250 Brežice, Tel.: 07 499 10 30, Fax: 07 499 10 40, www.fuchs.si

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic

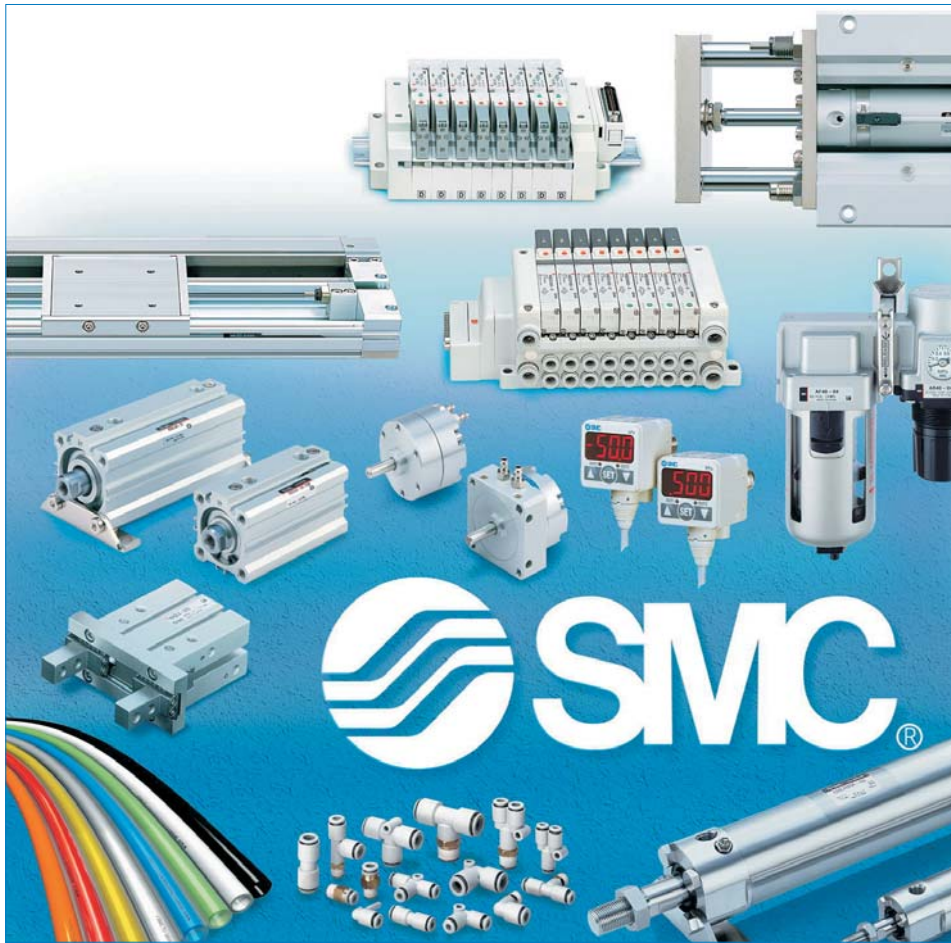
28.-30. 01. 2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si



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

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

icm
PASSION FOR PERFECTION
ifam@icm.si



www.smc.si

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

01.-03.10.2008
 CELJE, SLOVENIJA

Mednarodni
 strokovni sejem
 za profesionalno
 elektroniko

International
 Trade Fair
 for professional
 electronic

ICM
 PASSION FOR PERFECTION
www.intronika.si
 e-mail: intronika@icm.si

Mehatronska učila za prikaz delovanja elektromotornih pogonov

Ivan VENĠUST

■ Uvod

V letu 2007 je podjetje PS, d. o. o., Logatec, za potrebe izobraževalnih programov na področju mehatronike v slovenskih šolah razvilo paleto učil za prikaz delovanja elektromotornih pogonov [1]. Skupaj s podjetjem Virles, d. o. o., smo uspeli na razpisu Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije za dobavo opreme za mehatroniko v srednje in višje šole. Paleta učil zajema štiri osnovne tipe električnih motorjev – klasični asinhronski motor, koračni motor, enosmerni servomotor in brezkrtačni izmenični servomotor ter dve merilni enoti: inkrementalni rotacijski dajalnik za meritve zasuka in tahogenerator za meritve hitrosti vrtenja. Motorji so dopolnjeni z ustreznimi elektronskimi krmilniki in mehanskimi elementi, tako da tvorijo samostojne enote. Mehatronska učila so načrtovana tako, da so varna za uporabo in se lahko med seboj kombinirajo, da so modularna. Učila so podrobneje predstavljena v nadaljevanju.

■ Asinhronski motor s frekvenčnim regulatorjem

To učilo je namenjeno spoznavanju delovanja klasičnih asinhronskih motorjev in krmiljenju teh motorjev s frekvenčnim pretvornikom (slika 1). Asinhronski motor je trofazni, 4-polni motor s prigrajeno zavoro in zmore 0,55 kW moči. Frekvenčni regulator Commander SK omogoča priklop na enofazno omrežno napetost 230 V in uporablja odprtozančno vektor-

Dr. Ivan Vengust, univ. dipl. inž., PS, d. o. o., Logatec; Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

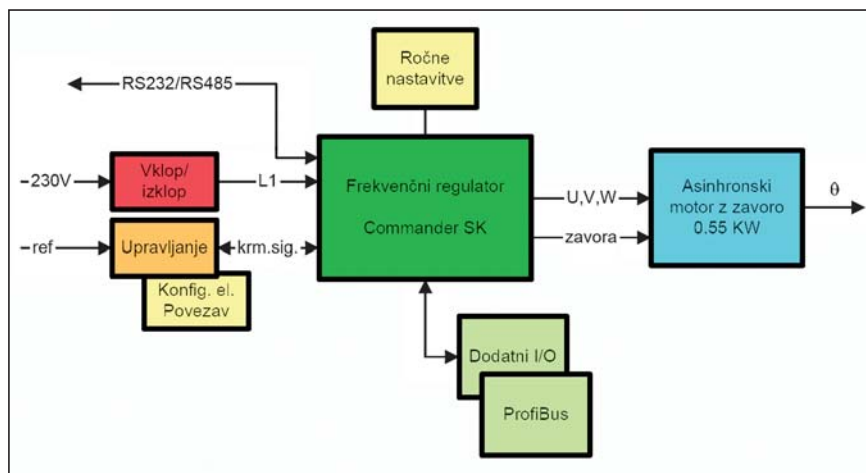


Slika 1. Asinhronski motor s frekvenčnim krmilnikom

sko regulacijo. Motor lahko deluje v hitrostnem ali momentnem načinu. Funkcionalnost frekvenčnega regulatorja je dopolnjena še z moduloma za dodatne vhodno/izhodne linije SM-I/O Lite in komunikacijo Profibus-DP.

Regulator lahko nastavljamo preko integriranega vmesnika ali s PC-računalnikom preko serijske komunikacije. Funkcionalna shema elementov učila je prikazana na sliki 2.

Krmilna omarica omogoča vklop in izklop moči ter upravljanje učila s preklopnimi stikali in potenciometrom. Stikala, potenciometer, tuljava releja za zavoro in kontrolni priključki regulatorja so zvezani na uporabniku dostopne sponke in omogočajo hitre spremembe konfiguracij krmiljenja. Namesto kontrolnih elementov v krmilni omarici lahko za upravljanje

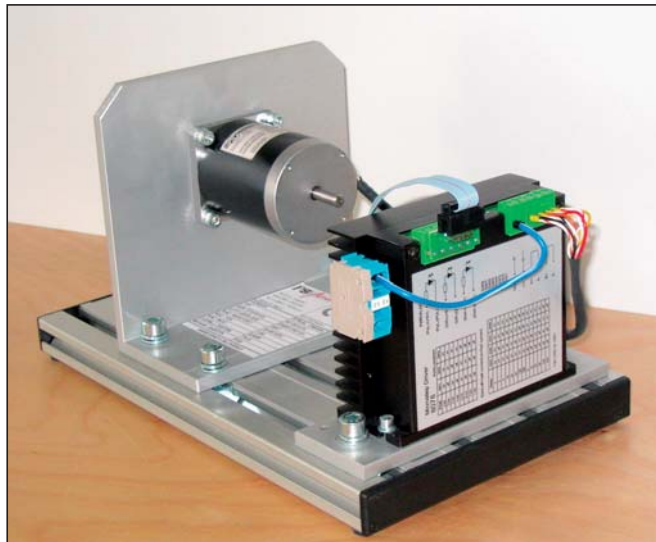


Slika 2. Funkcionalna shema učila 'asinhronski motor s frekvenčnim regulatorjem'

učila uporabimo zunanji PLC-krmilnik. Motor je pritrjen na univerzalno montažno ploščo Rexroth.

■ Koračni motor s krmilnikom

To učilo je namenjeno spoznavanju delovanja in krmiljenja koračnih motorjev. Sestavljeno je iz hibridnega koračnega motorja Isel MS 110, mikrokoračnega močnostnega krmilnika HP8078 in montažnih sestavnih delov za pritrditev in priklop motorja in krmilnika (slika 3). Uporabljeni 1,8° koračni motor zmore 1,1 Nm držalnega momenta v bipolarnem načinu delovanja. Hitrost in rotacijski položaj motorja določamo s 5-voltnima signaloma 'korak' in 'smer'. Krmilnik HP8078 omogoča nastavljanje maksimalnega toka skozi motor, redukcijo toka v mirovanju ter izbiro števila mikrokorakov od 400 do 51.200 korakov na en vrtljaj motorja. Mogoč je priklop na PC-

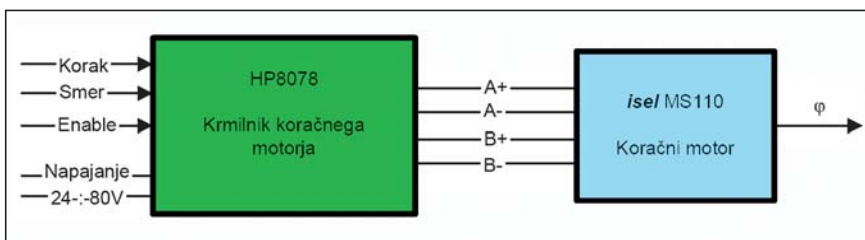


Slika 3. Koračni motor z mikrokoračnim krmilnikom

signalom v območju +/-10 V. Motor in regulator sta pritrjena na univerzalno montažno ploščo Rexroth. Funkcionalna shema elementov učila je prikazana na sliki 6.

lo SMC LJ1 pretvarja rotacijo motorja v linearne premike. Ima 600 mm delovnega hoda in je načrtovano za premikanje bremen z maso do 30 kg pri hitrostih do 1000 mm/min. V kompaktnem aluminijastem ohišju ima integrirano linearno vodilo in vijajčno vreteno z brezračno matico. Pogonski

motor je priključen na linearno vodilo s parkljaso sklopko. Skrajni legi linearnega vodila omejujeta dve končni stikali. Servoregulator Unidrive SP1201 omogoča natančno hitrostno, pozicijsko ali momentno kontrolo servomotorja. V regulator sta vgrajena PID-regulator in PLC-krmilnik. Omogoča povezovanje z zunanjimi enotami preko komunikacije RS485 s protokoloma MODBUS in ANSI. Regulatorju so dodani trije razširitveni moduli: modul za komunikacijo Profibus DP, modul za pozicijske dajalnike SM-Universal Encoder Plus in aplikacijski modul SM-Applications. Slednji omogoča realizacijo zahtevnih aplikacij kar na nivoju regulatorja. V aplikacijski modul je že vgrajena univerzalna aplikacija POZ-PRO [2], ki omo-



Slika 4. Funkcionalna shema učila 'koračni motor z mikrokoračnim krmilnikom'

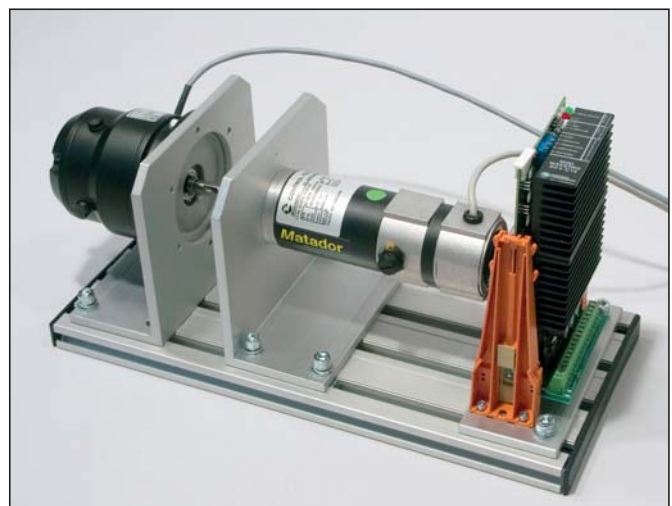
računalnik, kjer lahko za upravljanje uporabimo paralelni vmesnik ali kak drugačen krmilnik. Motor in močnostni krmilnik sta pritrjena na univerzalno montažno ploščo Rexroth. Funkcionalna shema elementov učila je prikazana na sliki 4.

■ Enosmerni motor s servoregulatorjem

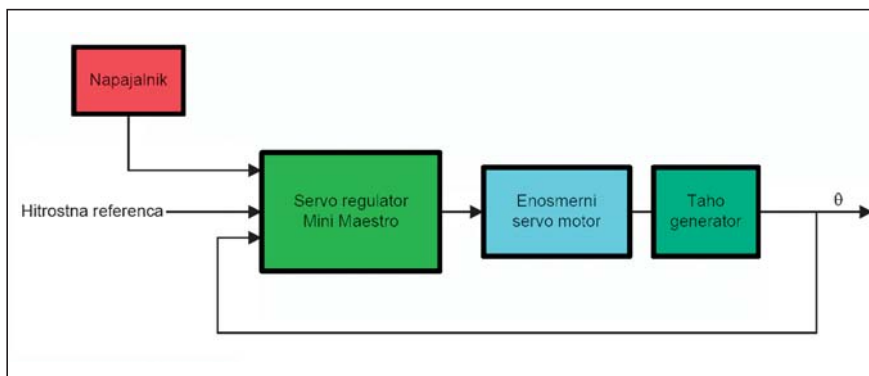
To učilo je namenjeno spoznavanju delovanja in krmiljenja enosmerne servomotorjev (slika 5). Uporabljeni motor Matador DCM2B30/03 ima prigraden merilnik hitrosti (tahogenerator). Zmora trajni/kratkotrajni moment 0,3/0,98 Nm v območju od 0 do 3000 obr./min. Servoregulator Maestro DCD 60*7/14 lahko napajamo z napetostjo od 20 do 80 V. Hitrost vrtenja motorja nastavljamo z analognim vhodnim

■ Pozicionirna enota

To učilo je namenjeno spoznavanju delovanja in krmiljenja sodobnih brezkrtačnih servopogonov, predvsem v pozicionirnih aplikacijah (slika 7). Brezkrtačni izmenični servomotor Unimotor FM 075 ima integrirano zavoro in pozicijski dajalnik. Zmora trajni/kratkotrajni moment 2,2/6,6 Nm pri 3000 obr./min. Linearno vodi-



Slika 5. Enosmerni motor s servoregulatorjem in dodatnim merilnikom hitrosti



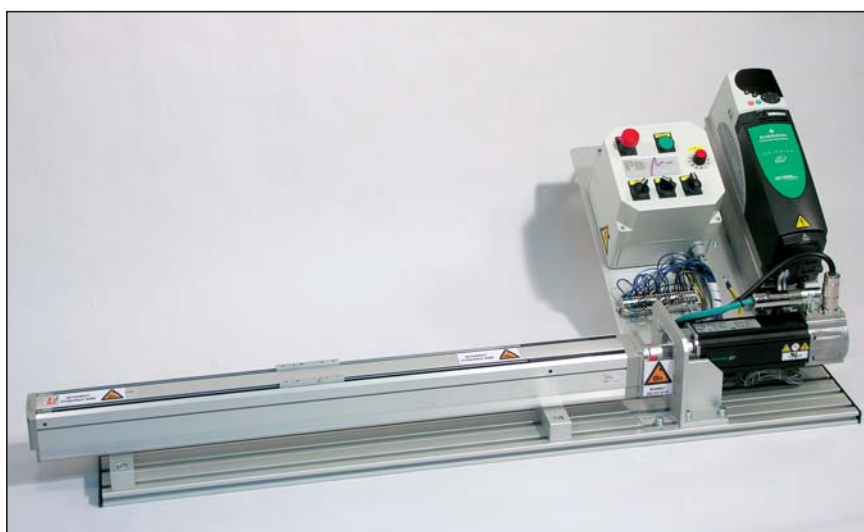
Slika 6. Funkcionalna shema učila 'enosmerni motor s servoregulatorjem'

goča pozicijsko upravljanje učila ročno in avtomatsko. S priloženimi programskimi aplikacijami za PC-računalnik (Ctsoft, SyptLite) je preko komunikacije mogoče parametranje in programiranje regulatorja ter spremljanje parametrov med izvajanjem gibov (Ctscope). Funkcionalna shema elementov učila je prikazana na sliki 8.

Krmilna omarica omogoča vklop in izklop moči ter upravljanje učila s preklopnimi stikali in potenciometrom. Stikala, potenciometer, tuljava releja za zavoro in kontrolni priključki regulatorja so zvezani na uporabniku dostopne sponke in omogočajo hitre spremembe konfiguracije krmiljenja. Motor in pozicionirna enota sta pritrjena na univerzalno montažno ploščo Rexroth.

Učilo je zaradi izredno prilagodljivega digitalnega krmilnika mogoče uporabiti na različne načine.

Sistem lahko skonfiguriramo za samostojno obratovanje, brez dodatnega zunanega krmilnika. Uporabiti moramo aplikacijski modul in mu s programom določiti način delovanja. Program POZ-PRO [2] je univerzalen, že naložen v aplikacijski modul. Izdelan je bil z namenom, da se na enostaven način realizirajo osnovni načini pozicijskega krmiljenja. Stikala na krmilni omarici so v tem načinu zvezana na vhodne sponke regulatorja Unidrive SP in aplikacijskega modula in omogočajo preklape med tremi načini delovanja: iskanje ničelne lege linearne enote, ročno upravljanje in avtomatsko upravljanje. S parametri regulatorja določamo zelene hitrosti in pozicije.



Slika 7. Pozicionirna enota – servoregulator, izmenični brezkrtačni servomotor, sklopka in linearna enota

Parametre lahko spreminjamo ročno s tipkovnico in prikazovalnikom na regulatorju ali pa preko komunikacijske povezave iz zunanjega krmilnika.

Če odstranimo aplikacijski modul, dobimo klasični način uporabe servopogona: vhodna hitrostna referenca določa želeno hitrost vrtenja servopogona, povratni pozicijski signal nam daje trenutno lego servopogona. Hitrostna referenca je lahko analogni ali digitalni signal. Servopogon v tem načinu krmilimo z zunanjim CNC- ali pozicijskim krmilnikom, ki zapira pozicijsko povratno zanko.

Servopogon lahko upravljamo podobno kot koračne motorje s signaloma 'korak' in 'smer'. Uporabiti moramo razširitveni modul SM-Universal Encoder Plus. Signala 'korak' in 'smer' v tem načinu določata hitrost in želeno pozicijo servopogona. Pozicijska zanka je zaprta znotraj regulatorja, zato servopogon ne spregleda nobe-

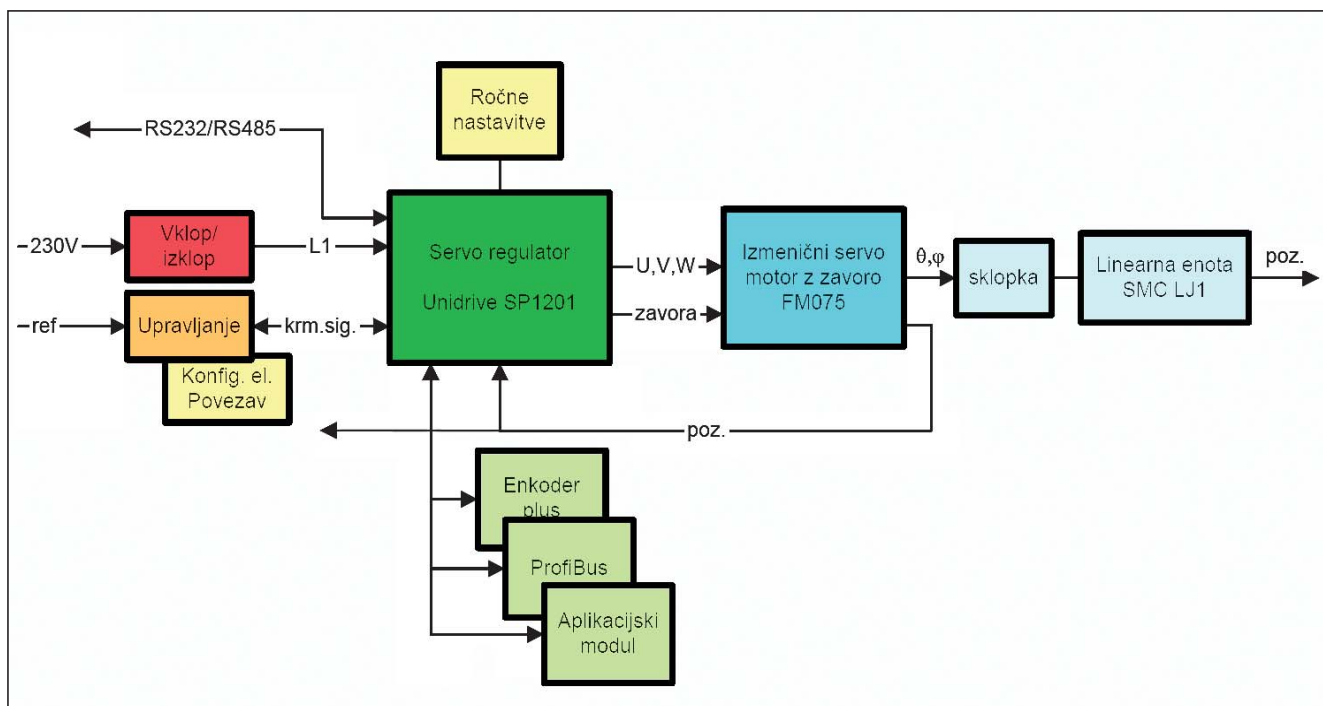
nega vhodnega impulza. Resolucijo pulzov določimo s parametri regulatorja v širokem območju.

Prikazani so bili trije načini uporabe pozicionirne enote, ki pokrivajo večino tipičnih aplikacij servopogonov. Poleg teh so možne še številne druge variante, ki izkoriščajo digitalno zasnovano servokrmilnika in omogočajo izvedbo široke palete industrijskih aplikacij tega servopogona.

■ Značilnosti

Pri načrtovanju mehatronskih elektromotornih učil je bilo zaradi specifične uporabe v šolah posvečene veliko pozornosti varnosti delovanja naprav. Dostop do rotacijskih elementov pogonov z večjimi močmi je onemogočen, pri vseh elementih, kjer obstaja varnostno tveganje, so nameščeni opozorilni simboli, visokonapetostni elementi so nedostopni, učila z močnejšimi motorji imajo gobico za izklop v sili.

Drug princip, ki je bil upoštevan pri načrtovanju, je modularnost posameznih elementov. Uporabnost učil se precej poveča, če je posamezna učila med seboj mogoče kombinirati. Višine osi motorjev in merilnikov so enake, sklopke so izbrane tako, da so kompatibilne za vse tipe osi, elementi so pritrjeni na univerzalne montažne plošče. Tako lahko npr. za



Slika 8. Funkcionalna shema učila 'pozicionirna enota'

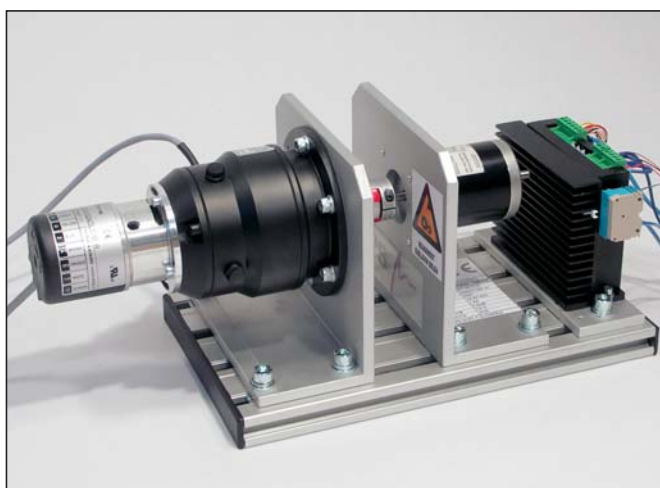
pogon linearnega vodila uporabimo tudi koračni ali enosmerni motor, asinhronski motor lahko uporabimo kot zavoro za brezkrtačni motor, tahogenerator lahko meri hitrost vrtenja asinhronskega motorja, z merilnikom pozicije lahko nadziramo pravilnost vrtenja koračnega motorja (slika 9).

latorja preko konfiguracijskih sponk, dostopnih uporabniku. Vsi signali na teh sponkah so nizkonapetostni. Konfiguracijo krmilnika je mogoče enostavno spremeniti, dodati je mogoče nova stikala, stikala lahko nadomestimo s signali iz krmilnika ipd.

izmenjavo znanja in izkušenj pri uporabi teh učil.

Reference

- [1] P. Butala, J. Marn, M. Petrovčič, V. Saksida, J. Šink, T. Štular, I. Vengust, M. Vrabl. *Mehatronika: mehatronska učila za podporo izobraževanju s področja mehatronike na vseh nivojih*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, LAKOS, 2006. [COBISS.SI-ID 9235739]
- [2] PS, d. o. o., Logatec, *Navodila za upravljanje servoregulatorja Unidrive SP s pozicionerjem POZ-PRO*, Logatec 2005-2006 (<http://ps-log.si/aplikacije.php>).



Slika 9. Povezovanje različnih učil – koračnemu motorju sta dodana tahogenerator in inkrementalni merilnik pozicije

Za modularnost je poskrbljeno tudi pri električnih povezavah. Učila z upravljalnimi elementi (stikala, potenciometer, tuljava releja za zavoro, limitna stikala) imajo slednje zvezane na priključne sponke regu-

višjih šolah. Zaradi modularnosti so uporabna tudi na drugih področjih, na primer v razvojnih oddelkih podjetij kot testne naprave, naprave za pilotne projekte in podobno. Podjetje PS, d. o. o., Logatec spodbuja tudi

Zaključek

Tako zasnovana mehatronska elektromotorna učila omogočajo izvedbo različnih vaj na šolah z mehatronskimi programi in postavljajo standarde za bodoče nadgradnje. Učila so v šolskem letu 2007/08 začeli uporabljati na številnih slovenskih srednjih in



5. poletna šola programiranja mikrokrmilnikov s programskim jezikom C

Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani smo med 30. 6. in 4. 7. pripravili že 5. tradicionalno poletno šolo programiranja mikrokrmilnikov s programskim jezikom C. Namen šole je, da se študenti 2. letnika fakultete поблиže seznanijo z mehatroniko, predvsem s programskim jezikom C, programiranjem mikrokrmilnikov in z osnovami digitalne elektronike. Znanja, pridobljena v prvih dneh, zadnji dan izkoristijo za programiranje večjih mehatronskih sistemov, letos pa smo temu dodali tudi tekmovanje, na katerem so se študenti pomerili v programiranju mobilnega robota.



Slika 1. Vaje so potekale v delovnem ozračju

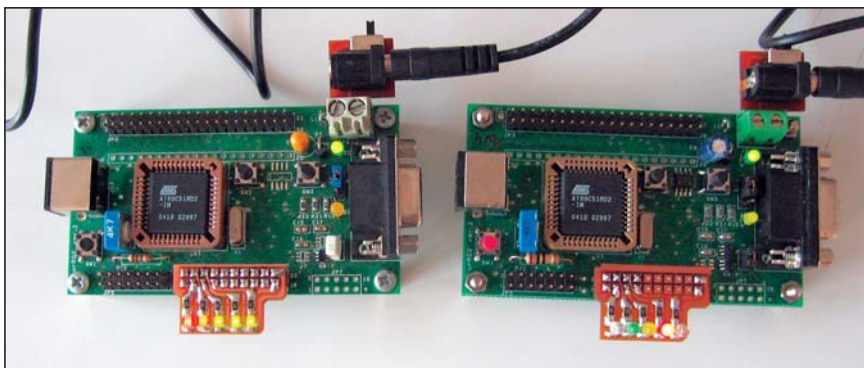
Na letošnji poletni šoli je sodelovalo 34 študentov, od katerih se večina s programiranjem še ni srečala, zato smo se pri pripravi vsebin osredotočili na praktično delo. Vsak dan so potekala predavanja, podprta z nalogami, ki so jih študenti reševali pod mentorstvom ekipe, ki je šolo pripravila (slika 1). V prvih dneh je bil obravnavan programski jezik C, nato pa smo študente spoznali z mikrokrmilniki, njihovim programiranjem, z osnovami digitalne elektronike, modelarskimi aktuatorji, FPGA-vezji in splošnim pregledom elementov mehatronskih sistemov.

Prve korake v C smo naredili z odprtokodnim razvojnim okoljem DevC++, ki privzeto uporablja prevajalnik GCC. Spoznali smo postopek ustvarjanja programskih projektov in prevajanja programov. Nadaljevali smo s programiranjem mikrokrmilnikov, pri čemer smo uporabili sorodno razvojno okolje DevMic in prevajalnik SDCC. Pri tem je bila razvojna platforma mikroročunalnik urRD2, katerega srce je mikrokrmilnik AT89C51RD2, predstavnik Intelove družine 8051. Mikroročunalnik omogoča programiranje prek serijske

povezave z računalnikom, za kar smo uporabili programski paket Flip podjetja Atmel, ki je proizvajalec uporabljanega mikrokrmilnika.

Naloge, ki so jih študenti reševali v okviru učenja C-ja, so obsegale vse od preproste interakcije z uporabnikom, kot je izpis na ekran in branje uporabnikovega vnosa, pa do zahtevnejših algoritmov, kot je preverjanje, ali je neko število praštevilo, in sortiranje podatkovnih polj. Za mikroročunalnike smo pripravili preprosta vezja, s katerimi smo študentom pomagali razumeti osnovne principe digitalnih vhodov in izhodov. Primera takih vezij sta

polje LED-diod in 7-segmentni LED-prikazovalniki. S pomočjo praktičnih nalog, kot je programiranje sekvenc prižigavanja diod (slika 2) in izpisovanje različnih števil na LED-prikazovalniku, so študentje hitro osvojili potrebna znanja za obvladovanje vhodno/izhodnih enot mikrokrmilnika. Vsebinsko programiranja smo nato razširili na uporabo notranje strojne opreme mikrokrmilnikov, uporabo njegovih časovnikov in prekinitev. Na koncu smo se osredotočili še na obvladovanje programskega vmesnika za PC-tipkovnico in LCD-prikazovalnik, s čimer smo študentom omogočili pisanje lastnih zmogljivejših aplikacij.



Slika 2. Sekvence prižigavanja LED-diod z mikroročunalnikom urRD2

V zaključnem delu šole so bili predstavljeni različni mehatronski sistemi. Njihovega programiranja so se študenti nato lotili v projektnih skupinah. Za vsak sistem je bila pripravljena naloga in definiran cilj, ki so ga morali izpolniti. Te naloge so obsegale:

- krmiljenje koračnih motorjev, pozicionirne enote (slika 3) in robotske roke, pri čemer so se študenti spoznali s standardnim vmesnikom korak/smer. Študenti so za mikroračunalnik napisali program, ki je ustvarjal signale z obliko, primerno za premikanje koračnih motorjev;
- krmiljenje modelarskih aktuatorjev, kjer so študenti napisali program, s katerim so aktuator postavljali v lego, definirano s strani uporabnika. Tudi pri tej nalogi so morali študenti spoznati, kakšni signali so potrebni, nato pa so te signale ustvarili s pomočjo mikroračunalnika. Pred priklopom mikroračunalnika na aktuator so s pomočjo osciloskopa preučili obliko signalov;
- krmiljenje DC-motorja, ki je obsegalo spoznavanje zaprtozančnega krmiljenja mehatronskih sistemov. Študenti so imeli pri tej nalogi cilj razviti algoritem, s katerim so zagotovili, da bo hitrost vrtenja motorja enaka referenčni, pri čemer so se spoznali z osnovami PID-krmiljenja;



Slika 3. Pozicionirna enota, mehatronsko učilo podjetja PS Logatec

je bila, da napišejo program, s katerim prek serijske komunikacije na mikrokrmilnik iz računalnika pošiljajo ustrezna sporočila za krmiljenje roke. Pri tej nalogi so spoznali visokonivojsko programiranje s programskim jezikom C#, ki je soroden C-ju.

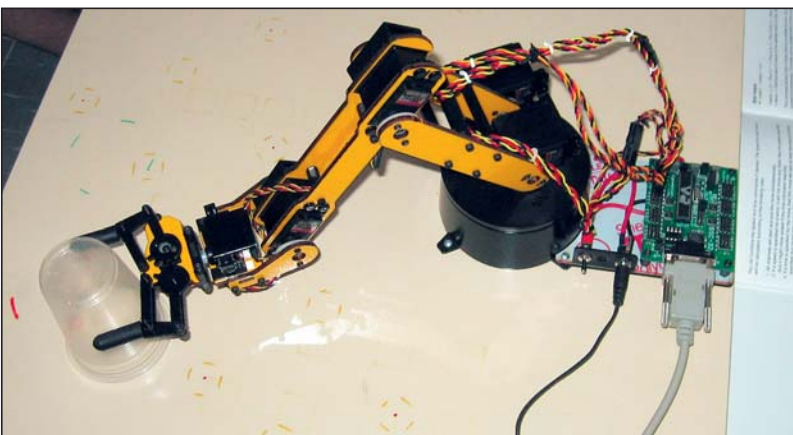
Opremo za šolo sta posodila organizatorja: Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologij (LAKOS) in Laboratorij za digitalne sisteme in elektrotehniko (LDSE) Fakultete za strojništvo in industrijski podpornik podjetja PS Logatec. Del mikroračunalnikov so posodili študenti višjih letnikov mehatronike, s čimer so pokazali zavzetost za to smer študija.

Zadnji dan so se študenti spoznali tudi s programiranjem mobilnega robota. Ta je zmožen avtonomnega delovanja v nepoznanem okolju, kar mu omogoča laserski senzorski sistem za zaznavanje ovir. Poleg tega je na mobilnem robotu tudi pomanjšan osebni računalnik z možnostjo brezžične komunikacije, kar omogoča programiranje na daljavo. Za krmiljenje pogonskih koles robota je uporabljen mikroračunalnik urRD2. Za sam zaključek so se projektne skupine pomerile v programiranju mo-

bilnega robota (slika 5). Cilj tega atraktivnega tekmovanja je bilo v čim krajšem času premagati poligon, na katerem so bile postavljene ovire. Študenti so sprogramirali pot gibanja robota, nato pa njeno ustreznost preverili in po potrebi

program popravljali. Najuspešnejše skupine so bile deležne praktičnih nagrad podjetja PS Logatec.

Šola programiranja je postala na Fakulteti za strojništvo tradicija, saj je bila to že njena 5. izvedba. Letošnje izvedbe se je udeležilo največje število študentov doslej, kar potrjuje, da razpoznavnost šole narašča. Študenti so poudarili, da je šola zanje odlična izkušnja v času študija, in ugotavljali, da jim bo pridobljeno znanje koristilo pri nadaljevanju študija. Eden izmed udeležencev je to zapisal z naslednjimi besedami: »Šola je preseгла vsa moja pričakovanja in predstavlja najboljšo izkušnjo, ki sem jo do sedaj doživel v času študija.«



Slika 4. Robotska roka Lynx 6

- upravljanje robotske roke Lynx 6 (slika 4) proizvajalca Lynxmotion. Robotsko roko sestavlja več modelarskih aktuatorjev, ki jih krmili mikrokrmilnik. Naloge študentov

programiranje na daljavo. Za krmiljenje pogonskih koles robota je uporabljen mikroračunalnik urRD2. Za sam zaključek so se projektne skupine pomerile v programiranju mo-



Slika 5. Priprave na poizkusno vožnjo robota

Več informacij o poletni šoli je dostopnih na spletni strani: <http://www.lakos.fs.uni-lj.si/lakos/poletnasola/poletnasola.aspx>

Rok Vrabič, FS Ljubljana
Foto: Rok Vrabič, Lovro Kuščer in Ivan Vengust

Od teorije k praksi

Strokovna sekcija elektronikov in mehatronikov pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije je v Šolskem centru Ptuj organizirala svoj 10. Tehnološki dan in 39. strokovni seminar, na katerem so bile predstavljene napredne tehnologije s področja avdio- in videotehnike ter delovanja vodikovih celic oziroma kemične pretvorbe v električno energijo.

Tehnologijo stereoskopskega računalniškega vida nove generacije in plazmazvočnikov je predstavil doc. dr. Iztok Kramberger, delovanja vodikovih celic oziroma kemično pretvorbo v električno energijo pa prof. dr. Miro Milanovič iz FERl, Univerza v Mariboru. Prisotni so se seznanili z napravo, ki jo že uporabljajo na fakulteti, kjer razvijajo komponente za hibridne avtomobile na električni pogon.

V praktičnem delu seminarja so bili prikazani plazma- in LCD-televizijski aparati. Ker je bila večina udeležencev s področja RTV, sta strokovnjaka, ki imata bogate praktične izkušnje, Igor Budja in Dušan Hojs, opisala določene napake in način popravila.



Od teorije k praksi bi lahko naslovili nazorno predavanje, na katerem so vsi udeleženci prejeli tudi certifikat



Poslušalci so pozorno spremljali predavanja

Sekcija elektronikov in mehatronikov šteje preko 1100 članov iz vseh regij Slovenije. Med udeleženci tega za stroko zelo pomembnega dogodka so bili tudi ravnatelj Poklicne in tehniške elektrošole ŠC Ptuj Rajko Fajt, ravnatelj Višje strokovne šole ŠC Ptuj Robert Harb in predsednik Odbora za izobraževanje pri OZS Ignac Šteferl, ki je povedal, da je sekcija uspešna in da so njene aktivnosti zelo aktualne in zanimive.

V pogovoru z njim in predsednikom sekcije Janezom Škrlecem, ki je bil tokrat tudi eden od predavateljev, smo izvedeli, da je strokovno srečanje, ki ga je koordiniral predavatelj Višje strokovne šole ŠC Ptuj Marjan Bezjak, izjemno uspelo; to potrjuje število prisotnih – kar 80 se jih je odzvalo vabilu; med njimi tudi precej srednješolskih učiteljev iz več elektrošol v Sloveniji, pa tudi nekaj dijakov in študentov.

Sekcija elektronikov in mehatronikov je ena od vodilnih v sistemu OZS, ki se aktivno povezuje s šolami in šolskimi centri, še zlasti s ŠC Ptuj in Velenje. Zavedajo se pomembnosti vseživljenjskega izobraževanja svojih članov, pa tudi dejstva, da sta elektronika in mehatronika propulzivni vеди, ki zahtevata ne-

prestano spremljanje razvoja in novih tehnologij. Tehnološki dan na ŠC Ptuj je tudi promocija povezovanja gospodarstva s šolsko in akademsko sfero. V sekciji v zadnjem času posvečajo veliko pozornosti alternativnim virom energije, varčnosti električne energije, ekologiji in okolju prijaznim tehnologijam ter naprednim materialom naslednje generacije.

Z izobraževanjem v ŠC Ptuj bodo nadaljevali po poletnih dopustih, in sicer na teme: tiskana elektronika kot kombinacija elektronike in papirja, biometrični sistemi in materiali ter fleksibilna elektronika. Poudarek bo na ogljikovih materialih kot nadomestilu elektronike, temelječe na siliciju (ogljikove nanocevice), na uporabi in razvoju MEMS-tehnologij, uporabi novih materialov v medicinski elektroniki ter uporabi bioaktivnih materialov, sintezi polimerov in uporabi polimerne elektronike v sodobnih aplikacijah. V sekciji bodo spoznavali tudi nove tehnike površin, pomen nanotehnologij ter prihajajoče področje nanoelektronike kot alternative sedanjim mikrosistemom.

*Silvestra Brodnjak, ŠC Ptuj
Foto: Marjan Bezjak*

■ **27 MOTEK – Die Internationale Fachmesse für Montage- und Handhabungstechnik (Mednarodni strokovni sejem montaže in strege)**

z vzporedno prireditvijo:

Internationales Forum Mechatronik 2008
(Mednarodni forum mehatronike 2008)

22.–25. 09. 2008
Stuttgart, ZRN

Organizator:
– Neue Messe Stuttgart

Tematika:

- seminarji o osnovah strege in montaže,
- montažne tehnologije,
- smeri razvoja montažne tehnike.

Informacije:

- Frau Margarete Mack:
 - tel.: + 07025/9206 614
 - e-pošta: mack@schall-messen.de
 - internet: www.motek-messe.de
- podrobnejše informacije za forum mehatronike:
 - internet: www.ifm2008.net
- prijava na seminarje (s popustom kotizacije do 22. avgusta):
 - internet: www.motek-messe.de

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



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

PROCESNA TEHNIKA



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

LINEARNA TEHNIKA



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

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

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

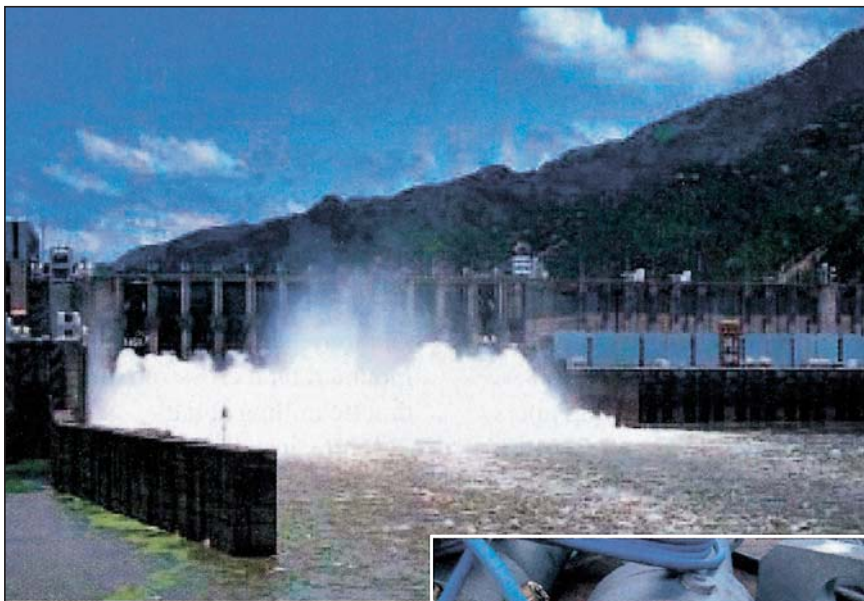
Hypex, Lesce, d.o.o.
Alpska 43, 4248 Lesce
Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: www.hypex.si
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si

Pametni hidravlični valji globoko pod vodo z magnetostriktivnimi senzorji položaja

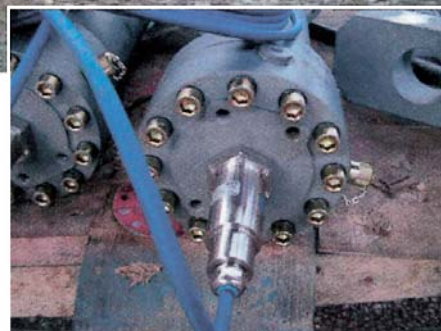
Protipoplavne zapornice različnih izvedb in velikosti so osnovne enote vodnogospodarskih objektov in sistemov po svetu. Za njihovo pozicioniranje in premikanje se zaradi velikih strižnih sil in mas največkrat uporabljajo hidravlični valji. Ti morajo spreminjati položaj zapornic v odvisnosti od spreminjajočih se okoliščin.

V odvisnosti od konstrukcijske izvedbe so dvizni valji vgrajeni tako, da so trajno ali občasno pod vodo. To zahteva tudi izbiro ustreznih izvedb merilnikov položaja, ki so primerni za zanesljivo delovanje v takšnih grobih razmerah okolja. Le redke izvedbe senzorjev položaja so za to primerne. Med njimi so magnetostriktivni senzorji prava izbira, saj omogočajo natančno brezkontaktno merjenje premočrtnih premikov tudi ob vibracijah in sunkovitem delovanju zapornic.

Po H & P 61(2008)5 – str. 12
pripravil Anton Stušek



Premikanje masivnih protipoplavnih zapornic za hidravlične valje ni vprašljivo. Če pa so nekaj deset metrov pod vodo, mora biti prenos električnih merilnih signalov iz senzorjev položaja (spodaj desno) v krmilno-nadzorno postajo posebno premišljeno izveden.



Frekvenčni regulator **Commander SK**

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



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

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

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



Prikazovalnik pozicije **Z-58**

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

Fluidna tehnika in evropska direktiva o kemikalijah REACH

Zaščito zdravja ljudi in varstvo okolja morajo upoštevati tudi vsi razvijalci, izdelovalci in uporabniki fluidne tehnike. Tudi pri uporabi delovnih tekočin, maziv, sredstev za površinsko zaščito ipd. gre za kemikalije, za katere velja lani sprejeta evropska direktiva REACH. O njej smo že v postopku priprave razpravljali tudi na generalni skupščini CETOP-a leta 2005 v Ljubljani.

Kaj je REACH?

Reach je direktiva evropske komisije o kemikalijah in njihovi varni uporabi. Gre za angleško kratico *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances*, torej za registracijo, ovrednotenje, avtorizacijo in omejevanje uporabe kemičnih substanc. Direktiva velja od 1. junija 2007.

Njen namen je izboljšati zaščito zdravja državljanov in okolja z boljšim in

zgodnejšim prepoznavanjem pravih lastnosti kemičnih snovi. Hkrati naj bi pripomogla k večji inventivnosti in konkurenčnosti kemične industrije v Evropski uniji. Koristi sistema REACH bodo vidne postopoma, saj bo vanj vključenih čedalje več snovi. V direktivi je zapisana tudi zahteva po postopnem nadomeščanju najnevarnejših kemikalij, če so na voljo primerne snovi za njihovo zamenjavo.

REACH nalaga kemijski panogi večjo odgovornost za upravljanje tveganj, povezanih s kemikalijami, in informiranje o njih. Od proizvajalcev in uvoznikov zahteva zbiranje informacij o lastnostih snovi, ki jih izdelujejo ali uvažajo. Te informacije pripomorejo k varnejšemu ravnanju z omenjenimi snovmi ter njihovi registraciji v osrednji bazi podatkov *Evropske agencije za kemikalije (ECHA)* v Helsinkih. Agencija de-

luje kot osrednja ustanova sistema. Upravlja baze podatkov, usklajuje ocenjevanje sumljivih kemikalij in organizira javne baze podatkov, v katerih uporabniki in proizvajalci lahko poiščejo informacije o tveganjih.

Evropska komisija je pred uvedbo sistema REACH razpravljala z vsemi, ki jih to področje zadeva. Dobila je približno 6.000 predlogov in odzivov, ki so ji pomagali sistem izboljšati in povečati njegovo stroškovno učinkovitost. Določbe sistema REACH bodo postopoma uveljavljali 11 let, komisija pa bo med tem izvajala tudi številne revizije.

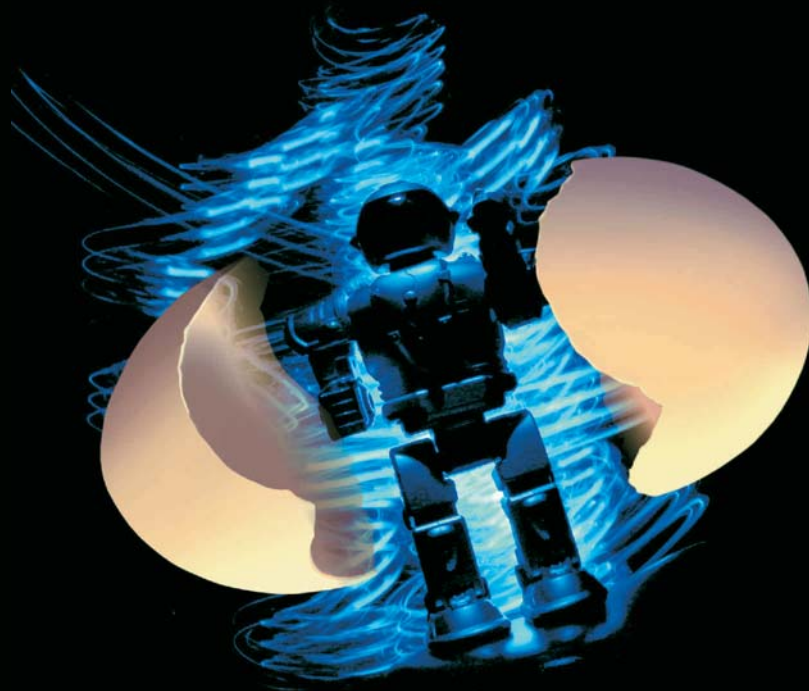
Vir: Urbanija, A-M.: Kaj je REACH – Za boljšo varnost državljanov in zaščito okolja – Delo FT, št. 108, 14. julij 2008

Pripravil: A. Stušek

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
28.-30.01.2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si

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

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



Kontaktni merilnik pomika TEX z nagibno glavo



Kontaktni merilnik pomika TEX

Zaradi vse večje »digitalizacije« industrijskega okolja je vedno večja zahteva po uporabi analognih signalov. Določanje pozicije je le eden izmed takih primerov. Zato vam **Adept plus, d. o. o.**, podjetje z bogatimi izkušnjami na področju avtomatizacije ponuja preverjeno rešitev.

Podrobneje vam predstavljamo kontaktne merilnike pomika serije TEX z nagibno glavo, ki omogoča natančno merjenje pomika do 0,1 mm. Na voljo so merilniki z merilnim razponom od 0–10 mm pa vse do 0–300 mm. Posebnost sta fleksibilni točki vpetja, kar omogoča odmike od smeri merjenja tudi do 12,5°.

Merilnik omogoča montažo z dvema nosilcema in štirimi vijaki, vključenimi v dobavo. Nosilci omogočajo natančno prilagajanje med montažo. Električni priklop je možen preko konektorja, na voljo je s standardnim konektorjem M8 x 1 ali s kablom dolžine 2 m.

Vsi uporabljeni merilni elementi so lasersko umerjeni, tako tudi merilnik serije TEX. Je kompaktna izdelava, ima dolgo življenjsko dobo, saj omogoča tudi do 100 mio premikov. Odlikuje ga izjemna linearnost v območju +/- 50 µm, kar omogoča zanesljive meritve v industrijskem okolju.

Z enostavno implementacijo je merilnik pomika serije TEX z nagibno glavo idealna rešitev za izvedbo merjenja pomika, saj je njegova cena bistveno sprejemljivejša v primerjavi z optičnimi elementi.

Zaradi fleksibilnega vpetja se merilnik priporoča za aplikacije, kjer je prisotno gibanje v smeri, ki je ne merimo. Senzor je bil razvit za uporabo v mobilnih aplikacijah. Za posebne aplikacije je na

voljo tudi krajša izvedba merilnika s kupcu prilagojeno razdaljo med točkami vpetja.

Delujejo v temperaturnem območju od -40 do +100 °C. Dobre karakteristike: aluminijasto ohišje, merilnik iz nerjavečega jekla, uporni element iz prevodne plastike, nagibna glava. Natančnost merilnika je do 0,05 %, ponovljivost 0,01 mm, maksimalna hitrost pomika drsnika je do 10 m/s, za nekatere modele pa 5 m/s.

Uporabnik ima široko možnost izbire, saj merilniki serije TEX omogočajo različne možnosti vpetja. S kombinacijo dodatkov lahko kupec praktično sestavi potenciometer po želji. Tako vam je znotraj serije TEX na voljo še merilnik pomika s povratno vzmetjo. Ta izniči vpliv histereze pri zamenjavi smeri.

Tehnični podatki:

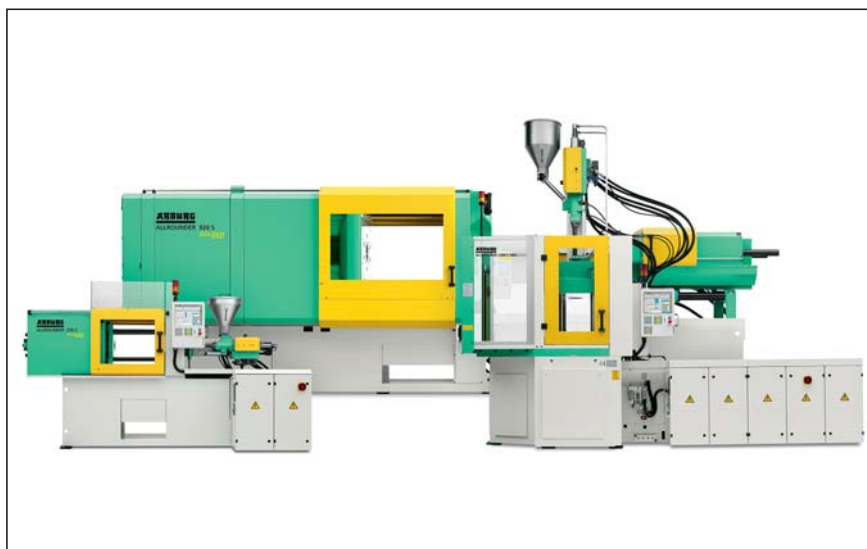
- namenjen za kompaktne izmere od 0–10 mm pa vse do 0–300 mm,
- stopnja zaščite IP 65,
- življenjska doba 100 mio premikov,
- ponovljivost 0,01 mm,
- linearnost v območju +/- 50 µm.

Na spletni strani proizvajalca lahko zasledimo naslednje reference: Liebherr, MAN Roland, Mannesmann Demag, Arburg, Battenfeld, Cincinnati Milacron, Engel, Hauni, Krauss-Maffei, Trumpf. Merilnike serije TEX smo uporabili za namene strojegradske, npr. pri merjenju pozicije orodja na strojih za brizganje plastike. V Sloveniji uporabljajo merilnike serije TEX tudi podjetja:

Inštitut za rehabilitacijo, d. o. o., Eko Rpm, d. o. o., SIP, d. o. o.

V obširnem prodajnem programu www.novotechnik.de boste brez težav našli ustrezen merilnik za vas. Za dodatne informacije in predstavitve vzorcev nas lahko pokličete. Ponudili vam bomo prave rešitve na področju merjenja.

Vir: *Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136, faks: 05-75-36-138, g. Janez Valančič*



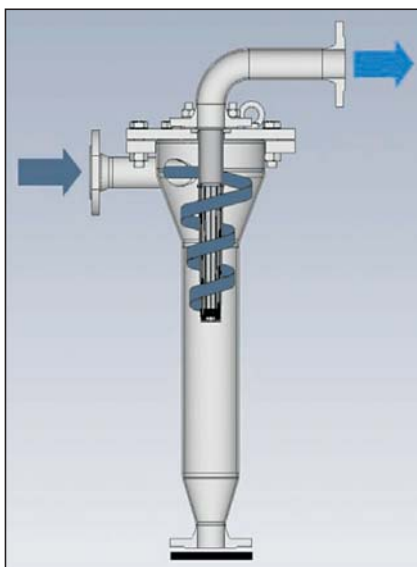
Arburg, stroj za brizgalno litje

Hibridni filter – TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS

HYDAC-ov filter AutoFilt® TwistFlow Strainer TFS predstavlja nov način odstranjevanja trdnih delcev iz vode in drugih medijev z nizko viskoznostjo in je kombinacija centrifugalnega ločevalnika in klasičnega filtra.

■ Delovanje HYDAC-ovega filtra TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS

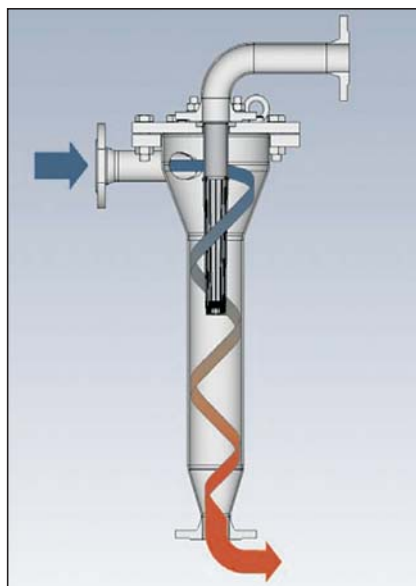
Zaradi tangencialnega vstopa tekočine v okrov filtra, katerega premer se navzdol manjša, se ustvari vrtničast, navzdol usmerjen tok, ki trdne delce z večjo gostoto vrže ob steno okrova odkoder se odlagajo na dno filtra. Ostali, lažji in manjši delčki se izločijo, ko dosepejo do konusnega filtrirnega elementa z definirano finostjo. Ta konusni element, razvit posebej za ta filter, omogoča idealne tokovne razmere znotraj filtra, kar pomeni okrog



Tok medija med filtriranjem

70 % manjši padec tlaka v primerjavi s klasičnim centrifugalnim ločevalnikom – ciklonom – enake velikosti.

Tako težki kot manjši in lažji delci, ki jih odstrani konusni filtrirni element, se odlagajo v spodnjem delu filtra in se odstranijo ob periodičnem odpiranju lopute za izpiranje. Pri tem se



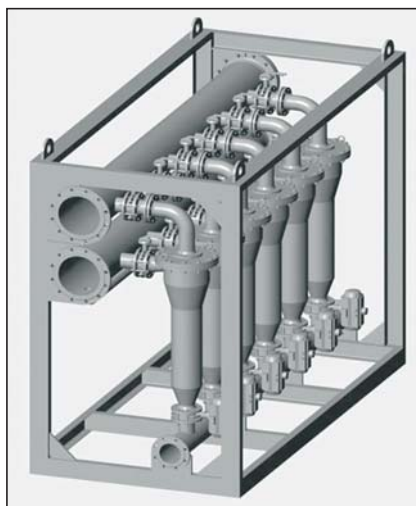
Tok medija med izpiranjem

za nekaj sekund ves tok v cevovodu uporabi za izpiranje elementa in odlaganje delcev.

Zaradi te kratkotrajne prekinitve filtracije je ta filter posebej primeren za filtracijo v vzporednem toku ali pa za procese, ki dovoljujejo kratkotrajno prekinitve filtriranja.

■ Prednosti HYDAC-ovega filtra TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS

- Filter TFS je zelo primeren za vodo in druge fluide z nizko viskoznos-



Primer vzporedne vezave 6 filtrov HYDAC TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS

tjo in veliko količino trdnih delcev, tudi po več gramov na liter, oz. za velika nihanja količine delcev.

- Z uporabo konusnih filtrirnih elementov s stopnjo filtracije od 200 do 3000 μm doseže vedno isto kvaliteto medija, neodvisno od nihanja pretoka, tlaka oz. obremenitve s trdnimi delci.
- S povezavo več HYDAC-ovih filtrov TwistFlow Strainer AutoFilt® TFS se je mogoče prilagoditi vsem zahtevanim pretokom, z vzporedno vezavo več filtrov pa je možno zagotoviti tudi neprekinjeno filtriranje.
- Filter TFS je okolju prijazen, saj poteka čiščenje filtrskega elementa z izpiranjem z nefiltriranim medijem, brez uporabe kemikalij oz. drugih medijev.

Vir: Hydac, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: 0 2 460 15 20, faks: 02 460 15 22, info@hydac.si; več informacij najdete na:

www.hydac.de/fileadmin/doc/presse/E7726-0-05-08_TFS.pdf, ga. Amela Krajnc

HYDAC



01.-03.10.2008

Celje, Slovenija

WWW.INTRONIKA.SI

Polnjenje hidravličnih akumulatorjev z dušikom – pomen stabiliziranja ter vpliv razlike med temperaturo polnjenja in delovno temperaturo akumulatorja

Aleš BIZJAK

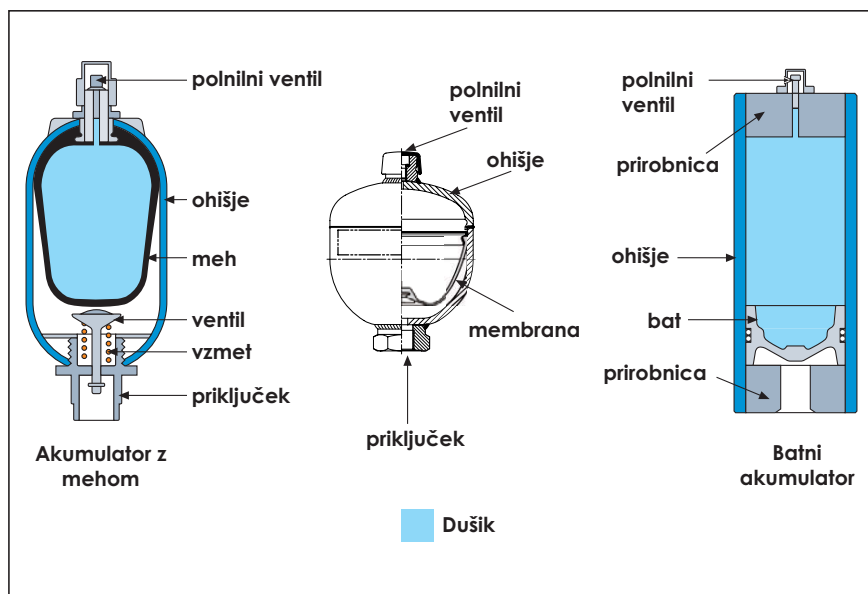
Pri polnjenju ali praznjenju hidravličnih akumulatorjev z dušikom se soočamo s temperaturnimi razlikami, ki pomembno vplivajo na tlak predpolnitve dušika in s tem na pravilnost delovanja akumulatorja v hidravličnem sistemu. V članku sta predstavljena dva vpliva temperature: vpliv temperaturnih sprememb dušika med samim polnjenjem ali praznjenjem akumulatorja ter vpliv razlike med temperaturo uravnavanja tlaka predpolnitve (oziroma temperaturo okolice) in delovno temperaturo akumulatorja.

1 Varnostno opozorilo

Nepravilna uporaba hidravličnega akumulatorja in delo z njim sta lahko zelo nevarna, zato naj ga izvaja samo za to usposobljeno osebje, ki uporablja za to namenjene pripomočke! Pred izvajanjem kakršnih koli odčitavanj ali uravnavanj tlaka plina (dušika) mora biti akumulator od hidravličnega sistema ločen (npr. z zapirnim ventilom), priključek na strani hidravlične tekočine pa razbremenjen – tlačna razbremenitev akumulatorja. Kot plin se lahko v akumulatorju uporablja le dušik (nevtralni plin) ustrezne čistoče!

2 Uravnavanje tlaka dušika v hidravličnih akumulatorjih

Na *sliki 1* so prikazane tri osnovne v praksi najpogosteje uporabljane vrste akumulatorjev. Pri akumulatorjih z mehomo (*slika 2*) in membranskih akumulatorjih razmejujeta dušik in hidravlično tekočino gumijast meh oziroma membrana, pri batnem akumulatorju pa bat.



Slika 1. Prikaz treh osnovnih izvedb hidravličnih akumulatorjev

Nastavljanje tlaka dušika v akumulatorju se izvaja preko polnilnega ventila – z odpiranjem ali zapiranjem ventila. V ta namen se uporabljajo posebne priprave (*slika 3*), ki jih namestimo neposredno na polnilni ventil. Ob dovajanju dušika v akumulator povežemo pripravo na izvor (običajno je to jeklenka) in po



Slika 2. Akumulatorji z mehomo

predpisanem postopku dovajamo v akumulator dušik, tlak pa odčitamo na manometru, ki je sestavni del polnilne priprave. V primeru zniževanja tlaka skozi to pripravo spuščamo dušik iz akumulatorja.

3 Vpliv temperaturnih sprememb med postopkom uravnavanja tlaka dušika

Med uravnavanjem tlaka se temperatura dušika spreminja. Uravnavanje tlaka poteka razmeroma hitro, zato so spremembe plina blizu adiabatnim spremembam. Ker pa se toplota preko ohišja akumulatorja ne more tako hitro izmenjevati z okolico, se med polnjenjem akumulatorja oziroma stiskanjem dušik segreva, med praznjenjem oziroma širjenjem pa ohlajuje.

Proces prehajanja toplote in izenačevanja temperatur med dušikom v akumulatorju in okolico akumulatorja imenujemo stabilizacija. Po končanem polnjenju se segreti dušik ohladi do temperature okolice, pri čemer se njegov volumen nekoliko zmanjša, tlak polnitve pa posledično upade. Da dosežemo želeni tlak, je potrebno akumulator z dušikom dopolniti. Po končanem praznjenju je proces obraten. Ohlajeni dušik se med stabilizacijo ogreje nazaj na temperaturo okolice. S tem se nekoliko poveča



Slika 3. Primer univerzalne naprave za nadzor in uravnavanje tlaka polnitve dušika Parker UCA

njegov volumen, tlak naraste, zato je ob korekciji tlaka potrebno spustiti še nekoliko več dušika. Po priporočilih mora proces stabilizacije trajati vsaj 15 minut, šele po tem času pa lahko na manometru tudi odčitamo pravo vrednost tlaka dušika.

■ 4 Vpliv razlik med temperaturo uravnavanja tlaka dušika in delovno temperaturo akumulatorja

Delovna temperatura akumulatorja je navadno višja od temperature, pri kateri uravnavamo tlak dušika v akumulatorju. Med vzdrževalnimi posegi sta navadno hidravlični sistem in s tem tudi stroj, ki ga ta žene, izklopljena in tako ohlajena na temperaturo okolice. Med delovanjem se temperatura hidravličnega sistema dvigne tako zaradi segrevanja hidravlične tekočine (navadno na približno 40–50 °C) kot tudi zaradi splošnega dviga temperature okolice ob zagonu stroja. S tem pa se segreva in širi ter tako dviguje tlak polnitve tudi dušik v akumulatorju, ki je preko delov akumulatorja v stiku s hidravlično tekočino in okolico.

Temperaturne razlike so lahko kar precejšnje, zato moramo pri določanju tlaka polnitve z dušikom upoštevati korekcijske faktorje. V nasprotnem primeru se nam ob segrevanju sistema tlak dušika v akumulatorju dvigne nad željeno vrednost, s čimer izgubimo znaten del aku-

mulacije fluida, ki je sicer potrebna za zadovoljivo delovanje sistema. V primeru, ko je delovna temperatura nižja od temperature uravnavanja tlaka dušika, je seveda obratno.

Razmerje med obema tlakoma je prikazano v spodnji formuli:

$$p_0(t_0) = p_0(t_2) \frac{t_0 + 273}{t_2 + 273} = p_0(t_2) \times K$$

pri čemer v zgornji enačbi predstavlja:

- $p_0(t_2)$ = tlak polnjenja pri delovni temperaturi t_2 [°C]
- $p_0(t_0)$ = tlak polnjenja pri temperaturi polnjenja t_0 [°C]
- K = korekcijski faktor

Primer: Za zadovoljivo delovanje sistema mora biti akumulator napolnjen z dušikom na 100 bar. Delovna temperatura t_2 je 50 °C, temperatura polnjenja t_0 pa 20 °C. Iz formule izračunamo korekcijski faktor $K = 0,91$. Tlak polnjenja pri 20 °C mora biti tako 91 bar.

■ 5 Zaključek

Tlak dušika v akumulatorju se odziva na temperaturne spremembe, ki nastanejo zaradi samega uravnavanja tlaka dušika med vzdrževalnimi posegi na akumulatorju ali zaradi spreminjanja temperature med delovanjem hidravličnega akumulatorja. Pravilno delovanje hidravličnega akumulatorja pa lahko dosežemo le z ustreznim tlakom dušika v akumulatorju, zato moramo te pojave poznati in jih ustrezno upoštevati.

Pri uravnavanju tlaka polnitve je treba upoštevati navodila proizvajalcev priprav za nadzor in uravnavanje tlaka dušika, ki navadno omenjajo tudi te posebnosti. Slovenska navodila za uporabo Parkerjeve univerzalne priprave UCA so na voljo na spletni strani podjetja Kladivar Žiri, d. d. (http://www.kladivar.com/document/NAV_4_112.03_10.05.pdf).

Mag. Aleš Bizjak,
Kladivar Žiri, d. d., Žiri

Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki

Kreiranje shem:

- avtomatska povezava in oštevilčevanje komponent
- knjižnice simbolov za pnevmatiko, hidravliko....
- knjižnice vodilnih proizvajalcev: FESTO, REXROTH, VOGEL,...
- medpovezave za strani in komponente
- medpovezave med fluidnim in električnim delom projekta

Samodejna evaluacija in generiranje dokumentacije

- sezname povezav, kosovnice, vsebina, lista revizij...
- preliminarne kosovnice

Integracija FESTO kataloga

- direktna povezava s FESTO katalogom
- detaljni opis in izbira komponent s pripadajočimi simboli
- skupna baza simbolov v skladu s standardom ISO 1219
- fluidPLAN CPX makroji

Integrirano delo z projekti

- administracija projektov
- inteligentno arhiviranje
- samodejno prevajanje v tuje jezike
- implementacija zunanjih dokumentov

Vmesniki:

- grafični uvoz in izvoz: DXF/DWG, BMP, JPG, XLS, TXT, PDF...
- "X-parts" za izvoz elementov v MS Excel
- FESTO in ePLAN P8 vmesnik
- certificiran SAP in Navision vmesnik

v sodelovanju

EXOR ETI licence, vzdrževanje, tehnična podpora, šolanje, svetovanje

Stegne 7, SI-1000 Ljubljana • tel.: 01/511 10 95 • fax: 01/511 30 79

GSM: 031/368 783 • info@exor-eti.si

www.exor-eti.si

inženiring za energetiko, transport in industrijo d.o.o.

Merjenje toka stisnjenega zraka in energetska učinkovitost

Merjenje porabe stisnjenega zraka na enoto izdelkov v proizvodnji je osnova za spremljanje energetske učinkovitosti. Takim meritvam pogosto pravimo ciljno spremljanje porabe zraka in je podobno kot zagotavljanje kakovosti temelj izboljšav v proizvodnji. Izboljšave pa so mogoče le, če dobro poznamo proces. Brez meritev, s katerimi lahko stanje popišemo in spremljamo, bomo težko izboljšali katerikoli proces.

Osnova vseh teh meritev je meritev toka stisnjenega zraka. Redne tovrstne meritve dajejo oceno tako o učinkovitosti proizvodnje stisnjenega zraka kot o učinkovitosti njegove rabe. Oboje pa odločilno vpliva na stroške proizvodnje in ceno izdelkov.

Čeprav je res, da neučinkovita proizvodnja stisnjenega zraka vodi k višjim stroškom proizvodnje, je učinkovita raba stisnjenega zraka bistveno bolj pomembna za oceno energetske učinkovitosti. Razmerje učinkovitosti med srednje učinkovitimi kompresorji in izredno učinkovitimi stroji je lahko tudi 30 odstotkov. Razmerje med srednje učinkovito in zelo učinkovito porabo tega zraka pa je lahko 100 odstotkov in več.

Tudi če imate še tako učinkovit avto, sami v avtu ne boste mogli konkurirati šestim študentom, ki se vozijo s fičkom. Ne glede na to, da vaš avto porabi pol manj goriva, ste na enoto potnika še zmeraj porabili 300 odstotkov več goriva.

To se v kompresorskih sistemih pojavlja pogosteje, kot si mislimo, samo da imamo v tem primeru opraviti s skritimi potniki – puščanje.

Z rednim merjenjem porabe na posameznih vejah distribucije stisnjenega zraka in ciljnim spremljanjem porabe zraka na proizvedeno enoto izdelka lahko odkrijemo in izločimo te skrite

potnike. Nekaj puščanja bo gotovo še ostalo, vendar je tipična poraba zraka za pokrivanje puščanja tako velika (literatura navaja 30 % celotne proizvodnje stisnjenega zraka za pokrivanje izgub zaradi puščanja kot tipično za industrijo v EU), da se investicija v spremljanje in odkrivanje teh izgub hitro izplača, navadno v nekaj mesecih.

Merilniki za tako odkrivanje puščanja morajo zadostiti nekaterim zahtevam:

- sami ne smejo povzročati znatnih izgub zaradi tlačnega padca na vgradnem mestu,
- biti morajo sposobni meriti v zelo širokem razponu pretokov, pri tem je treba zajeti tako pretok pri normalnem obratovanju kot pri zaustavitvah proizvodnje, ko se puščanje lahko izmeri absolutno,
- način vgradnje naj bo tak, da jih je mogoče odstraniti pri servisiranju ali letnem preverjanju, ne da bi bilo potrebno ustaviti proizvodnjo zraka,
- biti morajo cenovno ugodni, zagotovljena morata biti servis in kalibracija.

Podjetje HPE, d. o. o., v sklopu svojih storitev ponuja tako meritve in analize proizvodnje in distribucije stisnjenega zraka kot tudi rešitve na tem področju, kot so:

- merjenje porabe zraka po posameznih vejah mreže v proizvodnji,

- svetovanje na področju odkrivanja puščanja in šolanje kadra za uporabo ultrazvočnih detektorjev puščanja v industrijskem okolju,
- izdelava krmilnih sistemov za skupinsko vodenje kompresorjev,
- prodaja, zastopstvo in umerjanje merilnikov pretoka stisnjenega zraka.

*Rok Trelc, dipl. inž.,
HPE, d. o. o. Ljubljana*

Vabljeni na seminar z naslovom:

»Meritve pretoka stisnjenega zraka pri ciljnim spremljanju energetske učinkovitosti stisnjenega zraka«,

ki bo potekal septembra v prostorih HPE, d. o. o., Dolenjska c. 83, Ljubljana

Vabljeni vsi, ki želite slišati kaj več o meritvah plinov z merilniki po principu termične disperzije. Ti merilniki se so namenjeni za različne primere uporabe, kot so:

- meritve masnega toka bioplina, zemeljskega plina,
- meritve masnega pretoka primarnega zraka in plinastega goriva pri zgorovanju,
- meritve masnega pretoka dušika, argona, kisika,
- meritve masnega pretoka stisnjenega zraka,
- aeracija bazenov pri čistilnih napravah.

Več o poteku seminarja na spletni strani podjetja www.hpe.si



HPE
HPE d.o.o., Ljubljana

T: 01-5631-352
E: info@hpe.si
I: www.HPE.si

- Strokovna pomoč pri iskanju celovite rešitve komprimiranega zraka z meritvami in analizo obstoječega stanja.
- Ugotavljanje prihranka energije in izdelava simulacij.
- HPE je servisno orientirano podjetje, ki izvaja servis na vseh tipih kompresorskih postaj.
- Ultrazvočni in SPM pregled vijčnih blokov za zagotavljanje nemotene proizvodnje in preventivnega vzdrževanja.
- Lastni razvoj krmilnih in nadzornih sistemov PLC kompresorskih postaj zapiraneke energije.
- Izvedba kompresorske postaje na ključ, z izdelavo PZI in PID dokumentacije.
- Uradni zastopnik za prodajo in servis kvalitetne opreme za komprimiran zrak svetovno največjega proizvajalca INGERSOLL-RAND, ter merilne opreme FCI, GEMINI, KTEK.





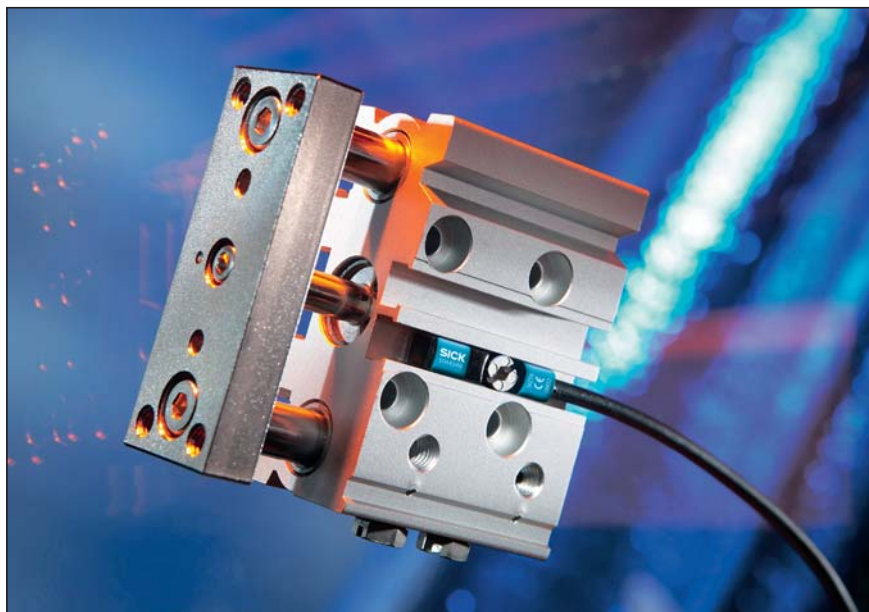


Majhni, enostavni za uporabo in izjemno robustni magnetni senzori

SICK-ovi novi magnetni senzori MZT8 ponujajo pravi spekter inovacij. SICK-ova ASIC-tehnologija dovoljuje izdelavo enega od najmanjših senzorjev z izjemno natančnostjo delovanja. Glede na novo obliko in način izdelave dosega MZT8 prvovrstne rezultate pri različnih primerih uporabe in zatesnenosti.

Magnetni senzor MZT8 dolžine vsega 24 mm je eden najbolj prostorsko varčnih, ki jih je danes mogoče najti na trgu. Njegova dodatna prednost je ta, da je prijazen uporabniku – mogoče ga je vstaviti z eno roko ter ga pritrditi z vijakom, tako, da ne more izpasti.

Senzorski element v MZT8 je usmerjen proti sprednji strani okrova, tako



lahko senzor zaznava pozicijo bata brez kakršnekoli izgube hoda. Zaradi tega dosega konstantno in veliko natančnost: razpršenost znaša okoli $\pm 5\%$.

MZT8 je primeren za zahtevne obratovalne pogoje. Materiali so izredno odporni, okrov pa je popolnoma

zatesnjen, tako da je elektronika za-varovana pred vlago.

Vir: SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 47 69 969, fax: 01 47 69 946, e-mail: savicn@sick.si, internet: www.sick.com/home/factory/catalogues/en.html



STÄUBLI

ROBOTICS ■ ■ ■

MAN AND MACHINE
www.staubli.com

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

zastopstvo in prodaja robotov Stäubli

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

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

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

Robotska celica za testiranje mehanskih in električnih parametrov stikal

Darko KORITNIK, Borut POVŠE, Tomaž KORITNIK

Podjetje Dax, d. o. o., je razvilo robotsko celico za testiranje več-funkcijskega stikala, ki se uporablja v vozilih za nastavljanje stranskih ogledal. Celica je primer uspešne združitve robota z zahtevnimi mehanskimi in električnimi meritvami. Kupec stikala je avtomobilska industrija, ki za stikala določa visoke zahteve z ozkimi tolerančnimi mejami. Za proizvodnjo stikal visoke kakovosti je torej potrebna zanesljiva končna kontrola zahtevanih parametrov vsakega proizvedenega stikala.



Slika 1. Stikalo nastavitve ogledal

Stikalo je sestavljeno iz okrova, ki se vgradi v oblogo vrat, in gibljivega gumba. S premikanjem gumba

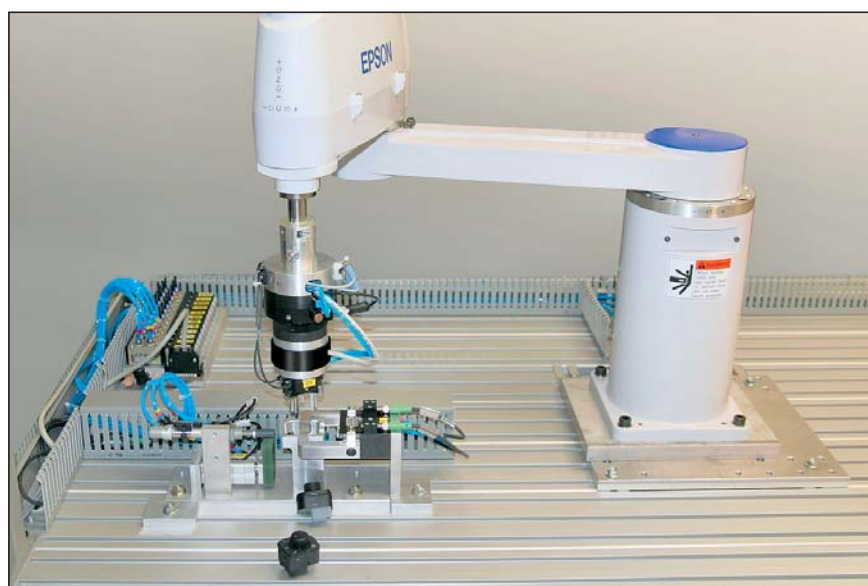
Darko Koritnik, univ. dipl. inž.,
Borut Povše, univ. dipl. inž.,
DAX, d. o. o., Trbovlje;
Tomaž Koritnik, univ. dipl. inž.,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za elektrotehniko

gor, dol, levo in desno nastavljamo položaj ogledala, z vrtenjem gumba pa izbiramo nastavljanje levega oz. desnega ogledala ter nekatere druge funkcije (zlaganje, ogrevanje ogledal).

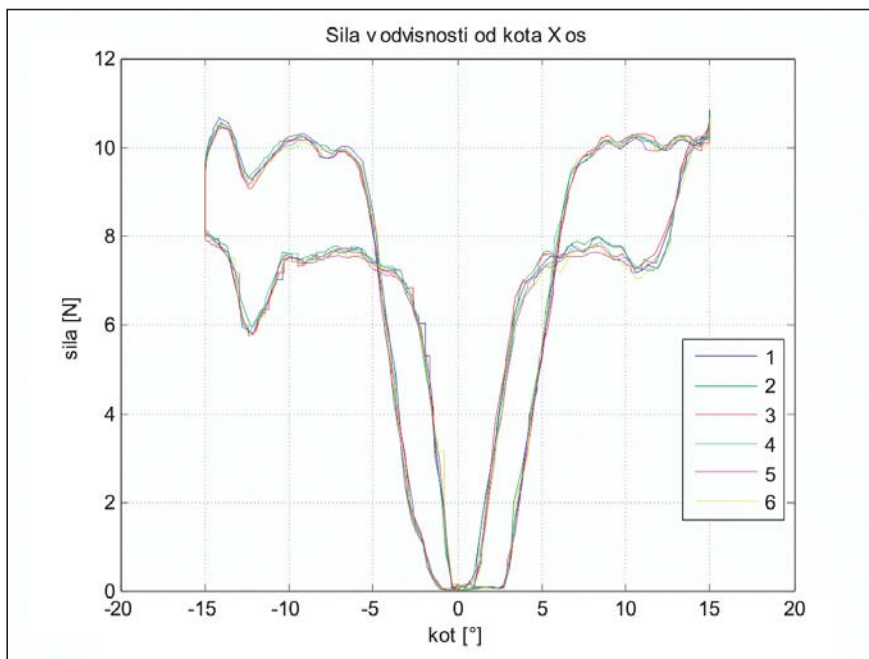
Testni protokol zahteva meritve vseh štirih sil potiska gumba (gor, dol, levo, desno) in vseh momentov pri vrtenju gumba oz. pri preklapljanju med funkcijami stikala. Potrebno je izmeriti tudi električne karakteristike stikala v vsakem izmed omenjenih položajev in tok osvetlitve.

Za uspešno izvajanje meritev je potrebno zadostiti še nekaterim drugim zahtevam. Med meritvijo sil in momentov je potrebno gumb premikati in položaj gumba meriti

z visoko natančnostjo. Pri premiku vrha gumba dva do tri milimetre je namreč potrebno izmeriti celotno karakteristiko sile v odvisnosti od poti, kar zahteva merjenje položaja gumba z vsaj 0,05 mm natančno. Podobno velja za vrtenje gumba in merjenje momenta. Sistem za testiranje mora biti prilagodljiv zaradi množice različnih tipov stikal in različnih testnih protokolov. Glede na zahtevano natančnost, število različnih meritev in premikov, ki jih je potrebno izvesti, je robotizacija testnega procesa najboljša rešitev. Dodatni razlog za robotizacijo aplikacije je tudi možnost robotske strege stikal med transportnim sistemom in merilno enoto, ki je bila izvedena z blister zalogovnikom, transportnim trakom z vodili in pozicionirno postajo.



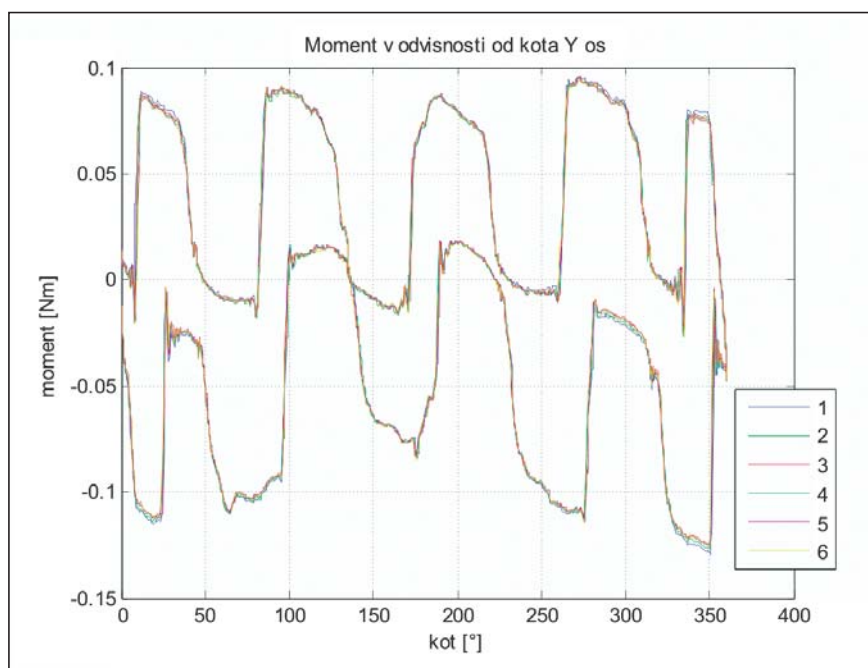
Slika 2. Celica z robotom SCARA - EPSON E2S651S



Slika 3. Kot/Sila v X osi

Manipulacijo s stikali in premikanje gumba stikala opravlja robot SCARA - EPSON E2S651S. Na prirobnico robota je pritrjeno orodje, ki je sestavljeno iz aluminijastega vmesnika, zaščite pred trkom, sensorja sile in momentov ter triprstnega pnevmatskega prijemala. Med meritvijo vpenjalno-merilna enota vpne stikalo in ustvari kontakt. Enoto sestavljajo pnevmatični cilinder za vpenjanje, cilinder s kontaktnimi konicami in kroglično vodeno paralelno prijemalo z namensko izdelanimi prsti. Testni cikel stikala je sestavljen iz štirih faz. V prvi fazi robot prenese stikalo iz transportnega sistema v vpenjalno-merilno enoto, ki stikalo vpne in ustvari kontakt. V drugi fazi robot premakne gumb stikala gor, dol, levo in desno. Hkrati z izvajanjem premikov se merijo sile potiskanja in položaja gumba ter meritve električnih karakteristik stikala v vsakem izmed končnih položajev (npr. gumb, potisnjen do konca naprej). V tretji fazi robot prime gumb stikala in ga zavrti za poln obrat v eni in nato še v drugi smeri. Vzporedno z vrtenjem se izvajajo meritve momenta vrtenja gumba med posameznimi funkcijami stikala in električne karakteristike. V četrti fazi vpenjalno-merilna enota stikalo sprostí, robot ga prime in prenese nazaj v transportni sistem.

S triosnim sensorjem sile in momentov vgrajenim med pnevmatsko prij-



Slika 4. Kot zasuka/moment

malo in zaščito pred trkom merimo sile v x, y in z smeri ter momente okoli x, y in z osi. Signali sensorja so zajemani z akvizicijsko kartico. Do podatkov sensorja dostopamo neposredno iz programskega okolja EPSON RC+, ki je prvotno namenjeno programiranju robotov EPSON. Za neposreden dostop do podatkov je bilo potrebno razviti funkcijske knjižnice in nov gonilnik za senzor ter akvizicijsko kartico. Prednost neposrednega dostopa do podatkov o sili in momentu je sinhrono branje sile in

momenta ter pozicije vrha robota. Z našim merilnim sistemom lahko zajamemo podatke o sili in momentu do 500-krat v sekundi. Na sliki 3 je prikazanih šest ponovitev meritve sile potiskanja gumba stikala v odvisnosti od nagiba gumba (premik vrha gumba, preračunan v nagib gumba), na sliki 4 pa moment v odvisnosti od kota zasuka za isto stikalo.

■ Grafični uporabniški vmesnik

Uporabniški vmesnik je razdeljen na pet delov. Prvi del predstavlja zgornje okno, v katerem najdemo gumba za zagon in zaustavitev robotske celice, premik robota v zloženi položaj, izbiro datoteke ter gumb za aktiviranje okna s parametri. V drugem delu (slika 5, levo okno) nastavljamo pa-

rametre za meritve sile, momenta in električnih karakteristik stikala. Tretji del prikazuje rezultate meritev sile, momenta in električnih karakteristik stikala (slika 4, desno okno). Rezultati meritev izven tolerančnih meja so rdeče obarvani. V četrtem delu se izrisujejo grafični prikazi sile v odvisnosti od nagiba gumba in moment v odvisnosti od zasuka stikala (slika 5, spodnja tri okenca levo). Peti del predstavlja števec dobrih in slabih stikal ter število vseh izmerjenih stikal skupaj (slika 5, spodnje



Slika 5. Grafični vmesnik primera uporabe

okence desno). Sledljivost vsakega izmerjenega stikala je zagotovljena s pomočjo dnevnika, v katerega se beležijo vsi rezultati meritev stikala skupaj z njegovo serijsko številko.

Zaključek

Zanesljivost in fleksibilnost robotske celice se je izkazala v industrijskem okolju. Izbrana kinematika robota

SCARA Epson potrjuje svoje prednosti: velika točnost, ponovljivost, togost robota in kratki taktni časi. Celico odlikuje tudi univerzalnost, saj je z modifikacijami merilnega sistema (programska oprema, instrumenti) in strojne opreme (prsti prijemala, vpenjalno-merilna enota) možno izvajati meritve sil in momentov na široki paleti industrijskih izdelkov. Za zahtevnejše premike roke robota se namesti senzor sile in momenta na šestosni robot Epson ProSix z enakim krmilnikom, ki lahko z različnimi orientacijami orodja oz. vrha robota meri sile in momente sestavnih delov (klecna stikala, vrtljivi gumbi, tipke, ročice, pedali in podobno) kompleksnejših naprav. Tipičen primer so komponente armaturne plošče in upravljanja motornih vozil ter gumbi in stikala gospodinjstskih aparatov. V tem primeru je pozicija stikal poljubna, saj lahko robot dostopa do sestavnih delov, nameščenih kjerkoli v prostoru.

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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 železnah in lesni industriji, v letalnih in napravah za simulacijo vožnje.

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

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili

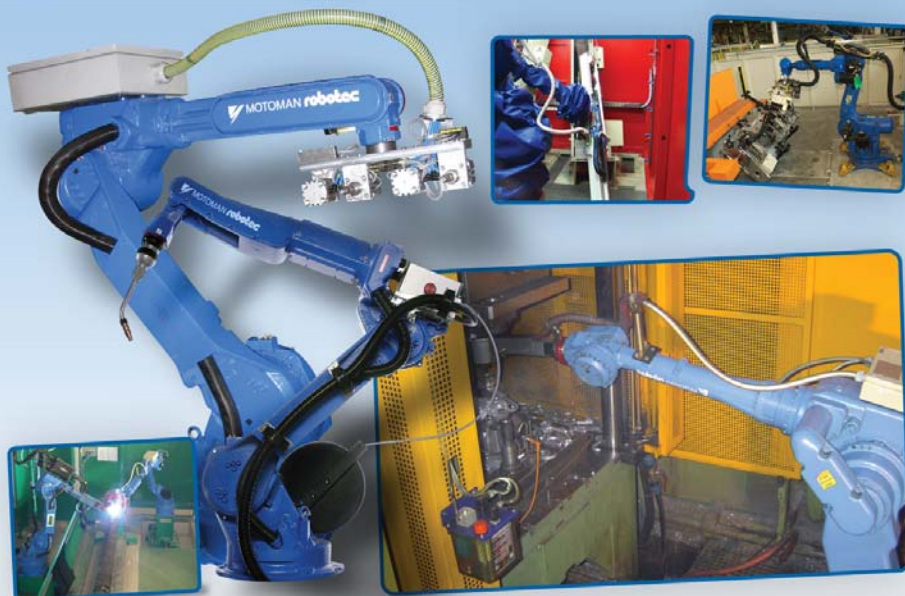
Servo krmilni sistemi za vozila- viličarje, traktorje, gradbene stroje ...

M+S HYDRAULIC



MOTOMAN robotec d.o.o.

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



VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

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

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

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



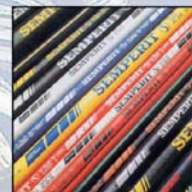
Naslov: Lepovče 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA
Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350
Telefax: + 386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si
E-mail: info@motomanrobotec.si

HIB, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321
<http://www.hib.si>, E-mail: info@hib.si

PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermeni
- Tehnična guma



Zastopamo: **SEMPERIT** (Avstrija), **HABASIT** (Švica)
SALAMI (Italija), **DNP** (Italija), **ZEC** (Italija), **MERLETT** (Italija)
AEROQUIP (Nemčija), **NORRES** (Nemčija), **LUDECKE** (Nemčija)

Poslovne enote:

LJUBLJANA, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,
tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

CELJE, Lava 7a, 3000 Celje,
tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

PTUJ, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,
tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

MARIBOR, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,
2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

SLOVENJ GRADEC, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,
2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

BREŽICE, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,
tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

KOČEVJE, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,
tel./fax: 01/895 49 12

SEMIČ, Kovinostrugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,
8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

Hidravlika za plovila

Vinko FALADORE

V podjetju Le-tehnika, d. o. o., Kranj se je pred leti začel razvoj hidravlike za plovila. Na večjih plovilih, predvsem jadronicah, se je namreč pokazala potreba za uvedbo hidravličnih sistemov, ki služijo za lažje upravljanje in manevriranje kakor tudi dodatnemu udobju. Ker je električna energija izvor vseh trošil na plovilu, se je pojavila dilema, zakaj uvajati hidravliko. Napetost baterij je 12 V DC in 24 V DC, kar pomeni pri večjih močeh dokaj debele kable po celotni dolžini plovila. Poleg tega pa je najenostavnejši linearni aktuator še vedno hidravlični ali pnevmatični.

Kaj vse poganja hidravlični medij?

Če si ogledamo najbolj zahtevno plovilo produkcije SEAWAY, je od premca do krme vrsta podsistemov, ki jih poganja hidravlični medij.

1. Agregat kot vir hidravlične energije za pogon vseh naštetih sistemov in navijalnih vitlov za vrvi je zasnovan po principu niza manjših enot na enotnem rezervoarju.



Slika 1. Agregat

voarju. Tako se glede na potrebe, ki jih diktira faktor istočasnosti, vključujejo posamezne enote. S tem se racionalizira poraba osnovne energije.

2. Sistem sidra je izvedba, ki omogoča umik sidra v notranjost premca, ko ni v uporabi. Nosilna roka, gnana z nihajnim cilindrom gibnega kota cca 180°, prenese sidro iz notranjosti na palubo, nakar se sidro lahko uporablja. Spuščanje in dviganje sidra je izvedeno s posebnim vitlom, ki je lahko prav tako gnano s hidravličnim medijem.



Slika 2. Zloženo sidro

3. Sistem kobilice je izvedba kobilice, ki je zaradi vrhunskih plovilnih lastnosti zelo dolga in s tem ustrezno nižja teža uteži. Seveda pa je s tem povečana globina ugreza in tako onemogočeno plutje v bolj plitvem morju, kar pomeni tudi v ve-

čini marin. Zato je krilo kobilice skupaj z utežjo gibljivo za cca 1200 mm. Za dvig kobilice je tako v notranjosti krila hidravlični cilindri. Seveda pa to ni dovolj, ker imajo vsa vodila določeno zračnost. Zato je nujno, da v obeh legah blokiramo krilo kobilice, v spodnji legi z

večjo silo, v zgornji pa z bistveno manjšo. Uporaba jader je seveda v primeru dvignjene kobilice nedovoljena in zato je sistem preko senzorjev končnih stanj povezan v ustrezen varnostni protokol.

4. Sistem platforme ima dvojno vlogo. Najprej se odpre prostor, kjer je shranjen pomožni čoln, s čimer dobimo uporabno površino za kopanje. Površina platforme je tik nad vodno površino in tako omogoča nemoteno splovitev malega čolnička in enostaven prehod iz vode na malo plažo.

5. Sistem pasarele ali klopi, ki postane mostič za prehod iz plovila na kopno in nazaj, je malo bolj zahteven, ker je kombinacija več gibov. Tako se mora klop dvigniti, zasukati za cca 90° in omogočiti nagibanje klopi oziroma v tem primeru že mostiča do nivoja pomola. Pri tem pa seveda ne gre pozabiti, da se gladina glede na pomol dviga ali spušča in z nihanjem morja tudi več kot 10 ton težko plovilo. Zato je potrebna posebna rešitev sproščanja spodnje pozicije pri nagibu mostiča. Krmilni sistem pa mora zagotavljati postopek odpiranja po določenem protokolu,



Slika 3. Sistem kobilice

ki onemogoča nasedanja in s tem okvare druge opreme in palube.

Posebnosti hidravlike za plovila:

1. Plovilo je pretežno v okolju morja in s tem povezanega delovanja morske vode. Vpliv korozije je deloma izničen z uporabo visokokvalitetnih materialov, odpornih proti koroziji. Večji problemi nastanejo tam, kjer se pojavi proces elektrokemične korozije, kar je izjemno težko predvideti in včasih ne zaležejo niti žrtvene elektrode.
2. Kupec teh prestižnih plovil zahteva visoko estetsko vrednost. Zato so vse povezovalne cevi na delih sistemov, ki so vidni, odveč in so potrebne interne rešitve za zagotovitev pretoka hidravličnega medija. Poleg tega pa se zahtevajo visokopolirane površine, ki so estetske, z njimi se povečajo korozijska odpornost in možnosti čiščenja.
3. Elementi, ki so bolj povezani z morjem, imajo dvojno varovanje



Slika 5. Klop ali prehodni most

proti lekaži, ki je v razbremenilnem delu speljana v rezervoar. Seveda na trgu že dobimo tudi ekološko bolj prijazna olja, ki jih moramo uporabiti za te namene.

Trendi za prihodnost

Za prihodnost se nakazuje nekaj večjih posegov v razvojno naravnost. V prvi vrsti je višji tlak hidravličnega medija, s čimer so povezane volumsko in težnostno manjše komponente. Osnovni cilj pa je zmanjšanje teže, ki je ključnega pomena za doseganje



Slika 4. Platforma

plovnih lastnosti plovila. Zaenkrat teče sodelovanje na skupnih projektih, vezanih tudi na razvoj plovil, z dvema izvajalcema, s SEAWAY GROUP, d. o. o., in ELAN MARINE, d. o. o. Usklajevanje medsebojnih hotenj, kapacitet in realiziranih projektov je sicer kar zahtevna naloga, vendar upamo, da se bo nadaljevalo in nam omogočilo, da skupaj rasteemo in presežemo trenutno aktualne rešitve v svetu.

Vinko Faladore,
dipl. inž.,
LE-TEHNIKA,
d. o. o., Kranj



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

Nove knjige

[1] Anonim: **Proceedings of the 51st National Conference on Fluid Power NCFP** – Izšel je zbornik 51. nacionalne konference o fluidni tehniki, ki je zasedala v okviru Mednarodne razstave fluidne tehnike (*The International Fluid Power Exposition for Fluid Power Transmission*) od 11. do 15. marca 2008 v Las Vegasu. Obsega 96 prispevkov o najnovejših dosežkih v fluidni tehniki. Na voljo je v tiskani obliki ali na CD-ju, mogoče je dobiti tudi posamične referate. NFPA ponuja tudi zbornike predhodnih konferenc (od leta 1947 naprej), standarde in druge publikacije s področja hidravlike in pnevmatike. – *Zal.:* NFPA (National Fluid Power Association), Milwouke, ZDA; *cena:* 100,00 USD (knjiga ali CD) oz. 150,00 USD (knjiga + CD); 10,00 USD (posamični referat); *naročilo:* po spletu www.nfpa.com

[2] Djurović, M.: **Elektrohydraulisches Flow Matching** – Knjiga predstavlja povzetek doktorske disertacije, ki jo je avtor zagovarjal v februarju 2007. Obravnava elektrohidravlične sisteme za delovno hidravliko na mobilnih delovnih strojih. Težišče je na obravnavi hidravlično-mehanskih signalov pri konvencionalnih napravah s senzorji obremenitve in njihovi zamenjavi s sodobnim elektronskim vezjem. Avtor, ki je končal študij v Beogradu, je kot raziskovalni sodelavec delal na TU v Dresdnu, po letu 2005 pa pri Bosch Rexrothu sodeluje pri razvoju pogonsko-krmilnih sistemov za kmetijske delovne stroje in traktorje. – *Zal.:* Shaker Verlag, Aachen; 2007; *ISBN:* 978-3-8322-6361-4.

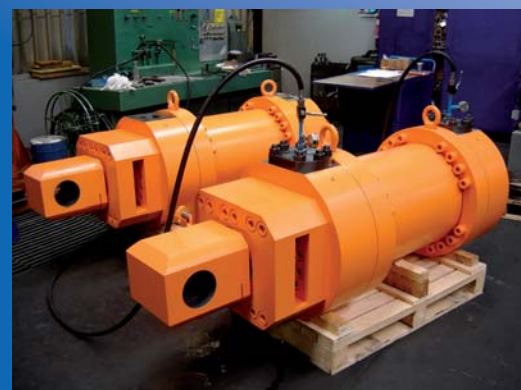
[3] Meixner, H.: **Steuerungstechnik – Pneumatik** (2. izdaja) – Izšla je nova izdaja učnega gradiva za krmilno tehniko in pnevmatiko, ki ga za srednje strokovno izobraževanje pripravljajo na

nemškem inštitutu za poklicno izobraževanje (*Bundesinstitut für Berufsbildung – BIBB*). Nova izdaja je popolnoma predelana ob upoštevanju novih konceptov poklicnega izobraževanja. Praktične vaje so prilagojene stopnji predhodne izobrazbe udeležencev v izobraževanju in omogočajo samopreverjanje znanja in usposobljenosti in postopno spoznavanje delovanja značilnih sestavin in vezij. Posamezne teme obravnavajo: generacijo in pripravo stisnjenega zraka, osnove krmilne tehnike, prvi zagon, diagnosticiranje in vzdrževanje, vključno z oblikovanjem ustrezne dokumentacije o vzdrževanju, in metodo GRAFCET. – *Zal.:* Technisches Institut für Aus- und Weiterbildung Dr.- Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, Konstanz, BRD: 2007; Best, No. 80344; *obseg:* 160 strani; *cena:* 29,80 EUR; Naloge z rešitvami (Aufgaben Lösungen), Best, No. 80345 (prosti listi na foliji); *cena:* 5,80 EUR; dodatne informacije: www.christiani.de.

Hidravlični valji
Hidravlične stiskalnice
Transportne cepilne linije za gradb



Hidravlični valji
Hidravlične stiskalnice
Transportne cepilne linije za gradbeništvo



Hidravlični valji
Hidravlične stiskalnice
Transportne cepilne linije za gradbeništvo

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



HYPOS

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

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



VABILO na strokovno ekskurzijo **SDFT**

Ogled industrijskega sejma

- **VIENNA-TEC 2008**, A-Wien (www.vienna-tec.at): industrijska avtomatika, pogonska in proizvodna tehnika, industrijska elektronika, merska in preskuševalna tehnika ... letos z osrednjimi točkami s področja hidravlike, pnevmatike in varnosti pri delu ...

Obisk podjetja

- **EUROFLUID HYDRAULIK**, A-Tulln (www.eurofluid.at): projektiranje in gradnja hidravličnih agregatov

Glede na prijave udeležencev bo izpeljana eno- ali dvodnevna ekskurzija. Prosimo, da se prijavite za eno od dveh možnosti oziroma za obe. Prijave sprejemamo najpozneje do 07. septembra 2008.

Opcija ekskurzije	8. 10. (1 dan)	7. 10.– 8. 10. (2 dni)
Odhod iz LJ ob	04.30	06.00
iz MB ob	06.00	07.30
Povratek v LJ do	23.00	21.30
v MB do	21.30	20.00
Cena EUR/osebo Vožnja z udobnim avtobusom, turistično zavarovanje, organizacija in vodstvo: Agencija M Maribor (www.agencija-m.com)	45 EUR pri najmanj 30 potnikih Obisk sejma Vienna-Tec in panoramska vožnja: Ring (opera, parlament, mestna hiša), Prater in Uno City ter obisk firme Eurofluid Tulln	135 EUR pri najmanj 30 potnikih 1. dan: obisk sejma Vienna-Tec in ogled znamenitosti Dunaja: Ring, Prater, Uno City, Hofburg, Štefanova cerkev, Kärntner Strasse, ... večerja, prenočišče (polpenzion) 2. dan: Schönbrunn, Hundertwasserhaus ... obisk firme Eurofluid Tulln in povratek v Slovenijo

Na ekskurzijo so vljudno vabljeni člani SDFT (brezplačen obisk sejma) in drugi prijatelji fluidne tehnike (sejemska vstopnica 12 evrov).

Predsednik IO SDFT

Dragan Grgić

.....

Vabimo prijatelje fluidne tehnike,

da prispevajo svoje videnje spletne strani SDFT, ki je še vedno na začasem naslovu: <http://fs-server.uni-mb.si/si/org/sdft/> in ima začasno obliko in vsebino.

Posebej smo veseli vaše grafične ali/in slikovne zasnove 'glave' bodoče naslovne strani SDFT, s katero – ob nevtralnosti – želimo pridobiti tudi ustrezno prepoznavnost v branži. Vnaprej se zahvaljujemo za vaše predloge.

Več informacij pri: Franc Majdič (franc.majdic@fs.uni-lj.si) in Dragan Grgić (dragan.grgic@nevija.si)

BGIA – Report 2/2008 za EN ISO 13849

Poročilo BGIA – Report 2/2008: »Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen« (Funkcionalna varnost krmilij v strojništvu) je objavljeno kot programska asistenca SISTEMA za uporabo standarda DIN EN ISO 13849. Medtem ko SISTEMA oblikuje kvantitativne vidike

verjetnosti odpovedi, poročilo BGIA – Report 2/2008 tolmači praktično uporabo standarda za vrednotenje tveganja od oblikovanja (vključno s programsko opremo) do preverjanja stanja. Poročilo obsega 250 strani in je uporabno tudi kot priročnik oziroma učbenik. Tolmači posamezne korake od funkcionalne sheme do blokovnega diagrama z 38 zgledi s SISTEMA preračunanih problemov. Vse informacije BGIA za zanesljiva

strojna krmilja so povzete na skupnih internetnih straneh: <http://www.dguv.de/bgia/13849>.

Poleg poročila, ki se lahko brezplačno izpiše kot PDF-podatkovna baza, je za izpise na voljo vseh 38 zgledov SISTEMA – projektnih podatkovnih baz.

Po O + P 52(2008)4 – str. 137
pripravil A. Stušek

Priporočila in standardi ASME

Dvigala, ročna orodja, cevovodi, kotli in tlačne posode enako kot vsa moderna strojna oprema so pri izdelavi in uporabi povezani z enim ali več tehničnimi standardi. ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) je ena med mnogimi strokovnimi organizacijami, ki si prizadeva za zagotavljanje kakovosti tudi s svojimi priporočili in standardi (*Codes and Standards*). Kaj pa so priporočila in standardi in kako se pripravljajo in vzdržujejo? *William Berger* – izvršni direktor za priporočila in standarde pri ASME – je za *ASME Europe info* posredoval naslednje informacije.

Kaj je standard?

Standard je sestav tehničnih definicij in napotil, ki delujejo kot navodila konstruktorjem, izdelovalcem in uporabnikom tehnične opreme za zagotovitev konsistentnih in primerljivih lastnosti in rezultatov njene uporabe. V odvisnosti od zadeve – predmeta – standard lahko obsega od nekaj do nekaj sto strani besedila. Pišejo ga strokovnjaki z določenega področja, ki delujejo tudi v ustreznem odboru ASME. Po tradiciji se v okviru ASME nekateri standardi imenujejo »priporočila« (codes). Standardi se upoštevajo prostovoljno – kot priporočila. Moč zakona dobijo šele z referenco v ustreznem državnem zakonskem predpisu ali z navedbo v poslovni pogodbi med dvema ali več pogodbenimi strankami.

Kakšna je vloga ASME ?

ASME je ena od najstarejših in najbolj upoštevanih organizacij v svetu, ki se, med drugim, ukvarja tudi s pripravo in razvojem standardov. Od ustanovitve naprej pred 128 leti ASME v sodelovanju z drugimi organizacijami pripravlja standarde v prostovoljnem konsenzualnem procesu.

Sočasno z razvojem standardov ASME zagotavlja konformnost procesa njihove uporabe v industriji, pomoč izdelovalcem za konkurenčnost tehničnih specifikacij njihove opreme ter ustreznost usposabljanja in kvalificiranja osebja za specializirano uporabo opreme in opravljanja tehničnih storitev.

ASME vzdržuje preko 500 priporočil in standardov, ki pokrivajo mnoga tehniška področja, kot so: kotli, tlačne posode, dvigala, tehniško risanje, žerjavi, ročna orodja, strojni elementi za spajanje, obdelovalni stroji itd. Oblikovanje standarda lahko zahteva individualna oseba, strokovni odbor, organizacija, vladna agencija, industrijska skupina, javna interesna skupina ali sekcija ASME. Tako se prične proces oblikovanja standarda.

Sam proces oblikovanja standarda je videti sorazmerno premočrten in preprost. Najprej se predlog posreduje ustreznemu nadzornemu svetu v temeljno presojo. Ta potem določi, kateri obstoječi odbor bo zadolžen za oblikovanje standarda ali za to oblikuje nov ustrezen odbor. Ko torej nadzorni svet ugotovi interes

in potrebo po razvoju novega standarda, se prične proces njegovega oblikovanja.

Ustrezní odbor za standardizacijo je sestavljen iz inženirjev in drugih zainteresiranih strank z znanjem in izkušnjami na obravnavanem področju, ki zastopajo uporabnike, izdelovalce, svetovalce, strokovno šolstvo, preskusne laboratorije, varovalnice opreme in zadolžene vladne agencije. Odbor skrbi za uravnoveženost interesov, tako da nobena od naštetih skupin v njem ne prevladuje.

Seje in razprave odbora morajo biti odprte za javnost. Odloča se z glasovanjem. Vse pripombe na tehnične dokumente se v postopku njihovega sprejemanja morajo upoštevati. Vsak posameznik ima pravico soodločanja pri delu odbora, ki se nanaša na članstvo ali vsebino standarda – priporočila. Vsebina se potrjuje s konsenzualnim glasovanjem. Ko je soglasje doseženo, se osnutek predloga standarda posreduje javnosti v razpravo – v zadnjem času največkrat neposredno preko spletnih strani. Vsakdo ima pravico dati pripombe, na katere mora odbor ustrezno odgovoriti. Ko so vse pripombe in razprave upoštevane, ASME dokument javno objavi. Ustrezní odbor pa je potem odgovoren za vzdrževanje tehniške ustreznosti standarda z rednim dopolnjevanjem ali zamenjavo, upoštevaje napredek tehnike in tehnologije.

V podporo takšnim procesom direktorat za standardizacijo (*The Codes*

and Standards Board of Directors) nadzoruje delo šestih nadzornih svetov, ki vodijo več kot 700 odborov za razvoj standardov z več kot 3 900 prostovoljnimi člani. Nadzorni sveti so odgovorni za področja tlačnih tehnologij, nuklearne opreme, varnosti strojev in naprav, standardizacije in preskušanja tehničnih lastnosti, ocenjevanja ustreznosti in novega razvoja.

In kaj se zgodi potem? Na zahtevo ASME certificira uporabnike izbranih standardov, da so ustrezno usposobljeni in opremljeni za izdelovanje določenih produktov in da upoštevajo specifikacije in navodila, ki so predpisani s standardi. Z ustreznim pečatom oz. znakom na izdelkih tudi potrjuje, da so izdelani z upoštevanjem enega ali več ustreznih standardov. Koristi pa nimajo samo izdelovalci, tudi posameznike ASME lahko certificira, da imajo ustrezna znanja in uspo-

sobljenost za opravljanje določenih strokovnih opravil z odgovornostjo in v soglasju s standardi.

Priporočila in standardi ASME so stalno v razvoju. Uporabljajo jih v več kot 100 državah sveta. Prizadevajo si, da bi pokrivali čim širše potrebe industrije in zahteve čim številnejših vladnih inštitucij v čim več državah sveta. Zato vzpodbujajo čim širše neposredno sodelovanje pri razvoju priporočil in standardov ASME.

In kako gredo skupaj standardi ISO s priporočili in standardi ASME?

Mnogi standardi ASME imajo mednarodno veljavo, saj se uporabljajo globalno in so načela njihovega razvoja povsem konsistentna z zahtevami Svetovne organizacije za trgovino (*World Trade Organisation's Techni-*

cal Barriers to Trade Agreement).

ASME pa tudi neposredno in aktivno sodeluje z Mednarodno organizacijo za standardizacijo (ISO). ASME administrativno podpira nekaj gremijev ZDA, ki neposredno sodelujejo v ISO. Te s strani Ameriškega nacionalnega inštituta za standardizacijo (ANSI) oblikovane tehniške svetovalne skupine ZDA (*US Technical Advisory Groups – TAG*) so aktivne v ISO in delujejo neposredno v njenih odborih. Oblikovane so iz predstavnikov industrijskih podjetij, trgovinskih, tehniških, vladnih in akademskih gremijev in delujejo strogo administrativno.

Vir: Van Liempd, J. (ed.): Codes and Standards – ASME Europe Info 10 (8. 7. 2008) – str. 1

Pripravil: Anton Stušek

Dobrodošli v trgovini Parker Store!

Na sedežu podjetja H + P Center, d. o. o., na Brnčičevi ul. 13 v Ljubljani smo odprli prvo trgovino Parker Store v Sloveniji. Gre za Parkerjev koncept prodaje kompletnega programa hidravlike in pnevmatike s poudarkom na ponudbi priključkov Ermeto in cevi ter na izdelavi gumijastih cevi s priključki. V svetu deluje že 1300 takih trgovin, kjer se stranki posvetimo in podrobno rešimo problem. Vsi priključki so zelo pregledno razstavljeni na policah, da si jih stranka zlahka ogleda. To velja tudi za ostalo hidravlično opremo, kot so manometri, filtri, pipe, potni ventili in črpalke. V ozadju je tudi manjša delavnica, kjer cevi in priključke sestavljamo. V delavnici uporabljamo cevi Parker Elite, ki so zelo fleksibilne in prilagojene tlakom do 485 bar. Koncept trgovine v Ljubljani je tak, da je vse, kar je na zalogi, tudi razstavljeno. Za izdelke, ki niso na zalogi pri nas in so nujni, organiziramo hitro in zanesljivo dobavo iz drugih skladišč Parkerjeve mreže. Trgovina je del globalne mreže Parker Store, zato lahko stranka identične

cevi, kot jih sestavimo in kodiramo pri nas, naroči v katerikoli trgovini Parker Store na svetu tudi kasneje, ko stroje na primer vzdržuje. Zelo zanimiv je tudi program podjetja RECTUS, ki je postalo del Parkerja lansko leto. V ponudbi imamo od najenostavnejših hitrih spojk do takih iz nerjavečega jekla in teflona. Naše vodilo je, da strankam ponujamo samo najkvalitetnejše izdelke – izdelke podjetja Parker. Del trgovine je namenjen tudi proizvodom, povezanim s hidravliko. Tukaj gre za hidravlična olja Mobil, absorberje za ekološko odstranjevanje olja, razlitega med popravili ali zaradi napak na sistemih, in orodja za servis hidravlike. Iz programa podjetja Parker ponujamo tudi tesnila in o-obročke različnih dimenzij in materialov, trenutno še po naročilu, filtre za hidravlične sisteme, zračne filtre za agregate itn.

Skupaj s Parkerjem gradimo mrežo trgovin, na katere se stranka lahko zanese zaradi:

- izdelave cevi po željah in sode-



Nova trgovina Parker Store

- lovanja pri projektih,
- tehnične podpore,
- profesionalnega osebja,
- enostavnosti, udobja in bližine.

Dodatne informacije: *H+P center, d. o. o., Brnčičeva 13, 1000 Ljubljana, tel.: 01 563 23 36, fax: 01 561 24 71, info@h-pcenter.si, www.h-pcenter.si*

*Matic Otrin
H + P Center, d. o. o., Ljubljana*

Kratka šola programiranja mikrokontrolerjev – 3. del

Jure MIKELN

Povzetek: Predstavili smo priklop enosmernega elektromotorja na mikrokontroler. Spoznali smo dva močnosta operacijska ojačevalnika, ki zmoreta suvereno krmiliti motorje, pokazali smo tudi, kako krmiliti motorje z logičnimi signali tako, da se vrtijo v eno ali v drugo smer. Pri izpisu na LCD-ju smo pokazali tipično električno shemo, na kateri sta mikrokontroler in LCD. Prikazali smo dele programov, s katerimi izpisujemo podatke ali znake na alfanumeričnem LCD-ju.

Ključne besede: enosmerni elektromotor, mikrokontroler, LCD-prikazovalnik, Bascom

1 Uvod

V prvih dveh člankih smo spoznali osnovne pojme, se spoznali z mikrokontrolerji in napisali prve programe. Nato smo na mikrokontroler že priključili prve elemente, s katerimi lahko vklapljam oziroma izklapljam različna električna bremena. V tem delu bomo na mikrokontroler priključili enosmerni motor, ki ga bomo vrteli v obe smeri ter na koncu članka prikazali izpis na LCD-ju.

Preden se bomo lotili programiranja, naj bralce spomnim na spletni forum revije Svet elektronike, kjer boste lahko v primeru težav ali kakršnih koli drugih nejasnosti postavili vprašanje in člani foruma vam bodo pomagali in svetovali. V vaš spletni iskalnik vpišite „Svet elektronike“, iskalnik vam bo ponudil povezave na forum.

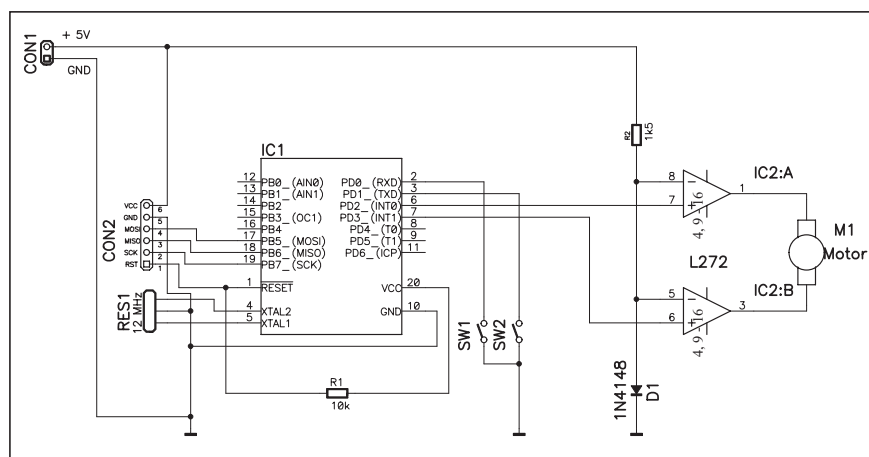
2 Priklop enosmernega motorja na mikrokontroler

Enosmerni motor lahko na mikrokontroler priključimo na več načinov. Prvi način smo pravzaprav že spoznali, ko smo na nanj priključili FET. S FET-om lahko motor vklapljam oziroma izklapljam. Seveda pa pri

Jure Mikeln, dipl. inž.,
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana

enosmernih motorjih potrebujemo poleg tega tudi vrtenje v nasprotno smer. Z enim FET-om tega ne moremo narediti. Za krmiljenje motorja v obe smeri potrebujemo 4 FET-e, vezane v mostično vezavo. Temu se elegantno

Novo je le integrirano vezje L272M, v katerem sta dva močnosta operacijska ojačevalnika. Vezava L272M je izvedena tako, da z dvema logičnima signaloma definiramo vrtenje motorja v eno oziroma v drugo smer. Možno



Slika 12. Električna shema vezave L272M na mikrokontroler

izognemo tako, da uporabimo namensko integrirano vezja. Eno takšnih vezij je L272M, ki vsebuje dva močnosta operacijska ojačevalnika, od katerih vsak zmore krmiliti električna bremena tja do 0,7 A, kar je več kot dovolj za majhne elektromotorje. Električna shema je na sliki 12.

3 Opis električne sheme

Električna shema je enostavna in se bistveno ne razlikuje od predhodnih.

je motor tudi hitro ustaviti, in sicer tako, da izhoda operacijskih ojačevalnikov postavimo na isti napetostni

Tabela 1. Tabela logičnih stanj krmiljenja motorja z L272M

PD2	PD3	
0	0	izklopljen
0	1	vrti v levo
1	0	vrti v desno
1	1	izklopljen

nivo. Poglejmo si tabelo logičnih stanj, s katerimi krmilimo L272M.

Pri tabeli 1 je potrebno dodati še to, da je vrtenje motorja odvisno od polaritete motorja oziroma od tega, kako vežete priključke motorja na vaše vezje. Kot je razvidno s tabele 1, moramo spreminjati stanje na izhodnih vratih mikrokontrolerja tako, da se bo motor vrtel po naših zahtevah. Bascom program bo enostaven, saj bomo samo postavljali izhode mikrokontrolerja na logično 0 ali 1 glede na to, kako želimo, da se bo motor vrtel. Če potrebujemo krmiljenje močnejših motorjev, bomo namesto L272M uporabili L298, ki je funkcionalno enak L272M, le da zmore krmiliti večje tokove, tja do 3 A. Principialna shema vezave L298 je identična tisti za L272M, za natančno shemo pa bo treba pogledati v datoteko s tehničnimi podatki za L298.

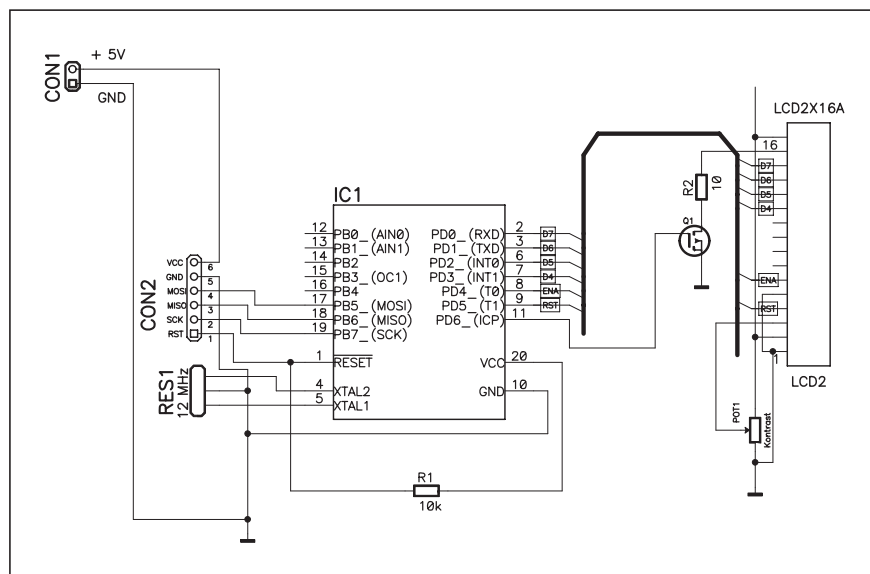
■ 4 Prikaz podatkov na LCD-ju

Prikaz podatkov na LCD-ju je bil vedno zanimiva snov za vse, ki začenjajo s programiranjem mikrokontrolerjev. Večina naprav, ki jih danes vidimo ali kupimo, ima vgrajene takšne ali drugačne prikazovalnike. V tem prispevku bomo obravnavali LCD- prikazovalnik 2 x 16. Za začetek povejmo nekaj besed o samem LCD-modulu. Oznaka 2 x 16 pomeni, da imamo opravka z dvema vrsticama, vsaka ima po 16 znakov. Po navadi pomeni oznaka 2 x 16 tudi to, da imamo opravka s t. i. alfanumeričnim prikazovalnikom, ki lahko prikazuje čr-



Slika 13. LCD-prikazovalnik 2 x 16

ke, številke in posebne znake, kot npr. matematični znaki, znaki, ki jih srečujemo na tipkovnici, in podobno. Nabor znakov, ki jih določen prikazovalnik lahko prikazuje, najdemo v tehničnih podatkih o posameznem prikazovalniku. Na voljo pa je tudi 8 znakov, ki jih lahko oblikujemo sami. Tipičen prikazovalnik vidimo na sliki 13.



Slika 14. Vezava LCD-ja na mikrokontroler

```

BASCOM-AVR IDE [1.11.9.1] [C:\WX\Ure\Bascom AVR\BASCOM-AVR\Ure\Donna\Ure\Ventil\Program9_bas]
File Edit View Program Tools Options Window Help
Program9_bas
Sub
1 $regfile = "m8515.dat"
2 $regfile = "m8def.dat"
3
4
5 Config Led = 16 * 2
6 Config Lcdbus = 4
7
8 Config PORTD = Output
9 PORTD = 255
10 'Config Lcdpin = Pin . Db4 = Portb.2 . Db5 = Portb.3 . Db6 = Portb.4 . Db7 = Portb.5 . E = Portb.1 . Rs = Portb.0
11 'Config Lcdpin = Pin . Db4 = Portb.4 . Db5 = Portb.5 . Db6 = Portb.6 . Db7 = Portb.7 . E = Portb.2 . Rs = Portb.1
12 'Config Lcdpin = Pin . Db7 = Portb.7 . Db6 = Portb.6 . Db5 = Portb.5 . Db4 = Portb.4 . E = Portb.2 . Rs = Portb.1
13 'Config Lcdpin = Pin . Db7 = PORTD.7 . Db6 = PORTD.6 . Db5 = PORTD.5 . Db4 = PORTD.4 . E = PORTD.2 . Rs = PORTD.1
14
15 Cln
16
17
18
19 On OvF0 Tim0_isr
20 Config Timer0 = Timer . Prescale = 1
21 Enable Timer0
22 Enable Interrupts
23
24 Dia Clock12 As Word . P16 As Bit . A12 As Byte
25
26 'Config Portb = Output
27 'Config Portb.3 = Output
28
29
30 Do
31 PORTD.3 = P16
32
33 Upperline
34 Lcd "LD demo"
35 Lowerline
36 Lcd "AX elektronika d.o.o."
37
38 Wait 1
39
40
41 Cln
42 Lcd Chr(1)
43 Wait 1
44
45 Deflcdchar 1 : 16 : 8 : 4 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1
46
47
48 Loop
49
50
51
52
53
54 Tim0_isr
55 Incr Clock12
56 IF Clock12 > 31249 Then
57 Clock12 = 0
58 P16 = Not P16
59 End If
60
61 Return
62
63
64
65

```

Slika 15. Program za izpis podatkov na LCD-ju

LCD za svoje delovanje potrebuje napajanje in logične signale, s katerimi določamo, kateri znak naj se prikaže na prikazovalniku. Večina alfanumeričnih prikazovalnikov ima na voljo 4- ali 8-bitno krmiljenje, napajalna napetost ponavadi znaša 5 V. Dodatno je na voljo še priključek za nastavitve kontrasta. Tipično vezavo LCD-ja na mikrokontroler vidimo na *sliki 14*. Običajno uporabljamo 4-bitno krmiljenje. Razlog je v tem, da na mikrokontrolerju zasledimo čim manj priključkov. 8-bitno krmiljenje sicer ima prednost, da je hitrejše, vendar v veliki večini primerov tega ne potrebujemo, zato bo 4-bitno krmiljenje popolnoma ustrezno. Na shemi vidimo še priključka za Reset in Enable ter trimmer potenciometer, s katerim nastavljamo kontrast prikaza na LCD-ju. Vrednost potenciometra ni kritična in lahko znaša od 5 kohmov pa do 50 kohmov. Nekateri LCD-moduli imajo vgrajeno tudi osvetlitev ozadja. Za to imajo predvidene posebne priključke, kamor priključimo 5-voltno napetost zaporedno z 10-ohmskim uporom. Na naši shemi vidite, da smo serijsko z 10-ohmskim uporom priključili FET, preko katerega bomo vklapljali oziroma izklapljali osvetlitev ozadja.

Najlepše v programu Bascom-AVR je, da je enostaven za uporabo. To se najbolj vidi pri izpisu podatkov na LCD-ju. Program za izpis vidimo na *sliki 15*.

Najprej je potrebno, kot smo že navajeni, definirati mikrokontroler. Nato definiramo vrsto LCD-ja. Vrata, na katera priključimo LCD, definiramo kot izhodna in že lahko začnemo „pisati“ po LCD-ju.

Definicija vrat za priklop LCD-ja na *sliki 14* bi bila videti takole:

```
Config Lcdpin = Pin , Db7 = Portd.0 ,
Db6 = Portd.1 , Db5 = Portd.2 , Db4
= Portd.3 , E = Portd.4 , Rs = Portd.5
```

Osvetlitev pa vklapljam oziroma izklapljam s FET-om na Portd.6.

Predlagam, da nekje na začetku programa z ukazom **CLS** (clear screen)

pobrišete eventualni predhodni izpis na LCD-ju. Nadalje je priporočljivo, da kar se da natančno določite, kje na LCD-ju naj bo izpis. To naredimo z več ukazi. Najbolj enostavna sta ukaza Upperline in Lowerline, ki določata vrstico, v kateri naj se izpisujejo znaki. Sintaksa za izpis je samo:

LCD „tekst“ ; spremenljivka

Kot vidite, je ukaz LCD enostaven, njemu sledi narekovaj zgoraj in nato tekst, ki ga želimo izpisati. Če želimo izpisati vrednost spremenljivke, jo samo navedemo poleg ukaza LCD, kot npr.: LCD A1.

A1 je v tem primeru spremenljivka, ki se bo izpisala na LCD-ju. Če bi želeli lepši izpis, bi naredili takole: LCD „Spremenljivka = „ ; A1. Če izpisujemo več spremenljivk, moramo paziti tudi na prazne prostore med njimi, da se ne bi spremenljivki (npr: A1 = 20, B1 = 12) z ukazom

LCD A1, B1

izpisali takole: 2012.

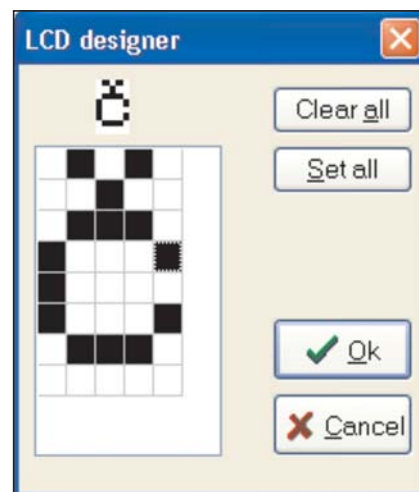
Verjetno boste zadevo hitro razumeli, saj je izpis na LCD-ju res enostaven. Povejmo še, da izpis lahko zelo natančno lociramo. Z ukazom Locate x,y lahko določimo vrstico in mesto izpisa na LCD-ju. Pri tem x pomeni vrstico, y pa mesto, ki se šteje od leve.

■ 5 LCD designer

Bascom ima vgrajeno simpatično orodje, ki se imenuje LCD designer in ga najdemo v zavihku Tools. S pomočjo LCD designerja si bomo lahko napravili izpis po naših željah in zahtevah. Sliko LCD designerja vidimo na *sliki 16*.

Po tem, ko smo s klikanjem po poljih LCD designerja določili znak, ki naj bi se izpisal, kliknemo OK in v programu, kjer je kurzor, se bo pojavila nova vrstica, ki bo za gornji znak videti takole:

```
Deflcdchar ?,10,4,14,17,16,17,14,32
' replace ? with number (0-7)
```



Slika 16. Slika LCD designerja

Ukaz je dovolj intuitiven, dodan je tudi komentar, kjer piše, da znak ? zamenjamo s številko od 0 do 7. Recimo, da znak ? zamenjamo s številko 1. V našem programu Bascom bomo znak „č“ izpisovali z ukazom **LCD Chr(1)**.

Za vajo naredimo zgled, kjer bomo izpisali znake „T, Š, C, Č“. Program v Bascomu bo videti takole

```
....
LCD „T“ ; Chr(2) ; „C“ ; Chr(1)
....
```

```
Deflcdchar 1 , 10 , 4 , 14 , 17 , 16 ,
17 , 14 , 32 ' č
```

```
Deflcdchar 2 , 10 , 4 , 14 , 17 , 12 ,
2 , 17 , 14 ' š
```

.....

Opazili boste, da smo med ukazi za izpis posameznega znaka postavili podpičje. Če potrebujete izpis praznega mesta, to naredite enostavno z izpisovanjem le-tega med dvema narekovajema: „ “

Za malo bolj dodelane izpise lahko uporabimo ukaza:

ShiftLcd Right

in

ShiftLcd Left.

Verjetno razlaga ukaza ni potrebna, saj z njim premikamo vsebino na LCD-ju v levo ali v desno.

Z ukazom:

CURSOR ON / OFF BLINK / NOBLINK

pa določamo, ali bo kurzor prikazan ali ne, ali bo utripal ali ne. Skratka prikaz na LCD-ju je v Bascomu sila enostaven in precej dodelan. Izpisovati je možno tudi preko dveh vrstic s pomočjo orodja LCD designer.

6 Zaključek

V tokratnem poglavju smo obdelali priklop enosmernega motorja na

mikrokontroler. Spoznali smo dva močnostna operacijska ojačevalnika, ki zmoreta suvereno krmiliti motorje, pokazali smo tudi, kako krmiliti motorje z logičnimi signali tako, da se vrtijo v eno ali v drugo smer. Pri izpisu na LCD-ju smo pokazali tipično električno shemo, na kateri se nahaja mikrokontroler in LCD. Prikazali smo dele programov, s katerimi izpisujemo podatke ali znake na alfanumeričnem LCD-ju. Upam, da vam je ta miniserija člankov vsaj malo odškrnila vrata v področje

programiranja mikrokontrolerjev. Če bi se želeli praktično spoznati s programiranjem mikrokontrolerjev, vam predlagam, da se v uredništvu revije Svet elektronike (v kateri je ogromno člankov na tematiko Bascom) pozanimajte, kdaj bo naslednji tečaj Bascom-a.

**A short course for programming microcontrollers – Part 3**

Summary: Connection of DC motor to a microcontroller was shown. We have shown two power operational amplifiers, that can drive motors, also driving of motors in both directions with logical signals was shown. Further a schematic diagram of microcontroller driving a 2x16 LCD display was shown. We have demonstrated some parts of programmes which are being used when displaying data or signs on alphanumerical LCD display.

Keywords: DC motor, microcontroller, LCD display, Bascom,

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] <http://fluidpowertalk.blogspot.com> – [Blog fluidne tehnike v angleščini] – Urednika Heney, P., in založnik Ferenc, M., pri reviji *Hydraulics & Pneumatics* sta zasnovala blog fluidne tehnike in tehnologije, ki ponuja različna vprašanja in odgovore z obravnavanega področja. Tedensko se nabira številna pošta in bralci so vljudno vabljeni h komentiranju. Zaželeno so razprave o sejnih in razstavah, o novostih pri posameznih podjetjih, zanimivih vprašanih gradnje, uporabe in vzdrževanja naprav itd.
- [2] www.hbm.de – [Kalibriranje merilnikov sile] – Uveljavljena firma za merjenje in merilno opremo *Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH* iz Darmstadta na svojih spletnih straneh predstavlja tudi brošuro o kalibriranju odjemnikov sile in kompletnih merilnih verig za merjenje sile (*Kalibrierung von Kraftaufnehmern, beziehungsweise Kompletten Kraf-*

Messketten). Pregled odjemnikov sile informira o najzanimivejših primerih njihove uporabe v industriji, za preskušanje materiala in konstrukcij ter načinov njihovega kalibriranja. Predstavljene so preglednice, ki omogočajo ustrezen izbor. Brošura je na voljo tudi v tiskani obliki.

- [3] www.hydraulicspneumatics.com/Videolibrary – [H + P videoknjžnica] – Revija *Hydraulics & Pneumatics* je nedavno pričela svojim spletnim stranem dodajati še videostrani, s čimer je obogatila zanimivost razprav v okviru foruma fluidne tehnike.

Sočasno so pričeli tudi z arhiviranjem pomembnih videodokumentov, ki so s tem dostopni na zgornjem spletnem naslovu. Če se zanimate za vnos vaših zanimivih vsebin, se javite na naslov: hp@penton.com.

- [4] www.hydraulicspneumatics.com – [Prva FT e-knjiga] – Popularni e-knjigi s področja fluidne tehnike, ki so ju zasnovali v okviru revije *Hydraulics & Pneumatics*,

z naslovom *Fluid Power Basics (FPB)* in v nadaljevanju še *Fluid Power Circuits Explained (FPCE)*, sta že kompletirani in na voljo za uporabo. Obe je pripravil B. Trinkel, ki ima bogate delovne izkušnje v industriji.

FPB obravnava pomembne osnove fluidne tehnike in komponente, vključno s terminologijo in simboliko risanja. Na koncu vsakega poglavja ima popularna vprašanja za preverjanje znanja. Začne se z obravnavo enostavnih pnevmatičnih in hidravličnih vezij in fizikalnimi osnovami delovanja. Nadaljnja poglavja pokrivajo tudi različne vrste hidravličnih tekočin, njihove lastnosti in uporabo. Skupaj obsega knjiga 22 poglavij.

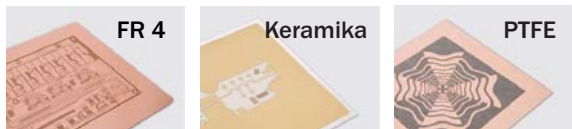
FPCE pa bo skupaj obsegala 23 poglavij, od katerih je objavljenih že skoraj deset. Namenjena je tistim uporabnikom, ki že razumejo osnove in želijo spoznati načine snovanja tudi bolj zahtevnih vezij in naprav. Nova poglavja bodo objavljena v naslednjih tednih.

SVETOVNA NOVOST!*

www.lpkf.si

Ekonomična laserska izdelava vezij: LPKF ProtoLaser S

Do tiskanih vezij zdaj le še
s pritiskom na gumb!



Novi laserski sistem ProtoLaser S odlikuje:

- enostavna uporaba brez kemikalij,
- hitra in visoko natančna izdelava vezij,
- ekonomična izdelava vezij, brez stroškov orodij in filmov,
- visoka gostota vezic: najmanjša širina vodnikov 50µm s presledki 25µm,
- uporaba za vse vrste substratov (FR4, alum. PET-folije, keramiko, TMM, Duorid ali PTFE).

*Predstavljeno na sejmih:

- SMT/HYBRID/PACKAGING, Nürnberg, Nemčija, 3.-5.6.2008
- IEEE-MTT-S International Microwave Symposium, Atlanta, Georgia, ZDA, 15.-20.6.2008
- National Electronics Week, London, VB, 17.-19.6.2008

Za več informacij nas pokličite na brezpla. tel. št. **080 81 31**
pišite na e-naslov prodaja@lpkf.si ali obiščite www.lpkf.si.



Made in Slovenia

LPKF
Laser & Elektronika

proizvodna **logistika**

08

Strokovna predavanja
Delavnice z rešitvami konkretnih primerov
Primer dobre prakse
Druženje

22. oktober 2008
Lokacija bo znana naknadno. Več informacij na:
www.logistika-slo.si

Organizator
GR INŽENIRING d.o.o.

Medijski pokrovitelj
IR 6000
Mediacija in Marketing

[5] www.vdma-e-market.com – [VDMA – e-market] – Spletni portal Nemškega združenja strojne industrije (VDMA) velja za eno največjih platform za gradnjo strojev in naprav. E-trgovina s ponudbo več kot 240 000 artiklov in 523 udeleženci (stanje: pomlad 2008)

je velika prednost tega »stroja za iskanje tehničnih rešitev«, ki ga imajo na voljo inženirji in tehniki. Rutine iskanja so homogeno zasnovane in usmerjene k reševanju vprašanj konstruiranja in projektiranja strojev in postrojev. Portal je nastajal več let ob sodelovanju

številnih industrijskih podjetij in strokovnem usmerjanju dela s strani posameznih strokovnih združenj znotraj VDMA. Težiščna področja so: pogonska tehnika, tehnika tesnjenja, stisnjeni zrak, fluidna tehnika, intralogistika, precizna orodja, črpalke in robotika.

Seznam oglaševalcev

ALBATROS – PRO, d. o. o., Logatec	297	IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	297
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	319	Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	407
DANFOSS COMPRESSORS, d. o. o., Črnomelj	337	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	345
DAX, d. o. o., Trbovlje	297	KLADIVAR, d. d., Žiri	298
DOMEL, d. d., Železniki	391	LA & Co, d. o. o., Maribor	315
DVS, Ljubljana	297,359	LAMA, d. d., Dekani	297
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	318	LEOSS, d. o. o., Ljubljana	297
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	389	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	397
FESTO, d. o. o., Trzin	297,408	LPKF, d. o. o., Naklo	406
FUCHS maziva LSL, d. o. o., Brežice	374	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	297
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana	321	MIKRON, d. o. o., Ig	329
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	300	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	395
HIB, d. o. o., Kranj	395	OLMA, d. d., Ljubljana	297
HPE, d. o. o., Ljubljana	390	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	397,312
HYDAC, d. o. o., Maribor	353	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	297
HYPEX, d. o. o., Lesce	383	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	394
HYPOS, d. d., Muta	398	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	320
ICM, d. o. o., Celje	375,385	PS, d. o. o., Logatec	384
		SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Trebnje	297,375