



OPL

FESTO

NORGREN

- Intervju
- Ventil na obisku
- Digitalni ventili v hidravliki
- Plinovodni sistemi
- Krmiljenje procesov na daljavo
- Informacijski sistemi
- Kontrola v montaži
- Robotska celica

Parker

LAMA
Automation

OLMA
LUBRICANTS

Mehanizmi
Iskra Mehanizmi, d.d., Lipnica

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

albaros
tehnično svetovanje, projektiranje in izdelava strojev

SVC

INEA

informatizacija, energetika, avtomatizacija

Posvetimo se
avtomatizaciji.

Zasnova novega ali predelava obstoječega. Izvedba s celotnimi stroji, napravami in proizvodnimi linijami. Vrhunsko uvajanje.

Podjetje INEA opredeljuje avtomatizacijo kot proces, s katerim se zviša kakovost izdelkov, povečata proizvodnja zmogljivost in učinkovitost, proizvajalec pa ima z avtomatizacijo tudi večjo možnost nadzora in odkrivanja napak. Pri uresničevanju idej uporabljamo produkte Mitsubishi Electric, ki zagotavljajo kakovostne storitve in učinkovite rezultate.

Odprti. Vrhunski. Neodvisni.
www.inea.si

**MITSUBISHI
ELECTRIC**

Impresum	101	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	101	Fluidna tehnika v Sloveniji danes	124
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	102	■ PREDSTAVITEV	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	116	Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje in Laboratorij za avtomatizacijo in informatizacijo procesov	128
■ ALI STE VEDELI	184	■ VENTIL NA OBISKU	
Seznam oglaševalcev	198	Iskra Asing – avtomatizacija montaže s sodelovanjem naročnikov	134
Znanstvene in strokovne prireditve	115	■ DIGITALNA HIDRAVLIKA	
Naslovna stran:		<i>Matti LINJAMA, Matti VILENIUS:</i> Digital Hydraulics – Towards Perfect Valve Technology	138
INEA, d. o. o., Stegne 11 1000 Ljubljana Tel.: 01 5138 100 Fax: 01 5138 170 www.inea.si, info@inea.si	Fax: + (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com	■ PLINOVODNI SISTEMI	
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	ISKRA Mehanizmi, d. d., Lipnica 8, 4245 Kropa Tel.: + (0)4 535 51 00 Fax: + (0)4 533 65 93 e-mail: info@iskra-meha- nizmi.si	<i>Tom BAJCAR, Brane ŠIROK, Franc CIMERMAN, Matjaž EBERLINC:</i> Kvantitativno ocenjevanje tveganja na slovenskem prenosnem plinovodnem sistemu – splošne in specifične značilnosti	150
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	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	■ KRMILJENJE PROCESOV	
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	ALBATROS-PRO d. o. o. Cankarjeva 9, 1370 Logatec tel: + (0)1 756 41 30 fax: + (0)1 756 41 32 albatros@siol.net	<i>Peter BUTALA, Ivan VENGUST, Alojzij SLUGA:</i> Delo na daljavo v proizvodnem okolju	158
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	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	■ INFORMACIJSKI SISTEMI	
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		<i>Tina BAGGIA:</i> Povezava avtomatizirane montažne linije z informacijskim sistemom podjetja	165
Titus+Lama+Huwil LAMA, d. d., Dekani Dekani 5 6271 Dekani Tel.: + (0)5 66 90 241		■ MONTAŽA	
		<i>Franc JUSTIN, Zdravko MRAK:</i> Avtomatizirana kontrola na montažni liniji P054	169
		■ ROBOTIKA	
		<i>Borut POVŠE, Bošjan MUROVEC, Darko KORITNIK, Tadej BAJD:</i> Robotska celica za manipulacijo malih motorjev	174
		■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
		<i>Ivan VENGUST, Krištof DEBELJAK, Francelj TRDIČ:</i> Razvoj inteligentnega večosnega strežnega robota	180
		■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
		Frekvenčni pretvorniki Mitsubishi FR-E700 (INEA)	186
		■ NOVOSTI NA TRGU	
		Vzdrževanje hidravličnih in mazalnih olj RMF Mini Vac (HAWE Hidravlika)	187
		Novo Rexrothovo elektronsko tlačno stikalo PE5 (LA & Co)	187
		Sušilnik komprimiranega zraka serije IDFA (SMC Industrijska avtomatika)	188
		■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
		Robotizirana celica na montažni liniji za sestavljanje koračnega motorja	190
		Servostar – digitalni industrijski pogoni	192
		LPKF Laser & Elektronika, d. o. o. – inovativne laserske tehnologije za svet elektronike in mehatronike	194
		■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
		Nove knjige	196
		■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI	
		Zanimivosti na spletnih straneh	197
		Nova verzija simulacijskega paketa SIMULATION X	197
		Izračuni pnevmatičnih vodov	198



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)2. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 14(2008)2. 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	2	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 BAJSIČ, 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.

Tehnično izobraževanje mladih ljudi

V februarju so bili na srednjih šolah in fakultetah v Ljubljani in drugje po Sloveniji organizirani informativni dnevi za lažje odločanje mladih pri nadaljevanju šolanja iz osnovne v srednjo šolo in iz srednje šole na fakulteto. V času konjunktura na domačem in svetovnem trgu, v času intenzivnega iskanja kandidatov za delovna mesta v industriji in dokaj ugodne politične usmerjenosti na našem ministrstvu za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo se tudi interesi mladih na osnovi teh informacij spreminjajo in prilagajajo potrebam delovne sile na trgu. To je tudi logično in edino pravilno. Tako je tudi naloga vseh nas, ki se na tak ali drugačen način ukvarjamo z izobraževanjem, naloga učiteljev, svetovalcev in drugih, ki usmerjamo mlade v poklice, da poznamo realno situacijo in jim mladim pravilno svetujemo, predvsem pa, da pojasnimo realno situacijo in jim nalijemo čistega vina, kar v praksi pomeni, da jim konkretno povemo, v katerih poklicih je realno pričakovati, da bodo dobili službo, in v katerih bo to mnogo težje.

Mislim, da je večina mladih nadarjena za številne poklice, da so sposobni opravljati najrazličnejša dela, da imajo interese za številne dejavnosti in da mnogi med njimi niti ne vedo prav dosti o svojih talentih niti o svojih primarnih sposobnostih za opravljanje poklicne aktivnosti. In prav ti mladi ljudje si želijo, da jim nekdo svetuje, prikaže različne poklice in potrebna znanja za ta dela, jih preizkusi, spozna njihove sposobnosti in jim na osnovi preizkusov tudi svetuje.

Vsi tisti, ki se ukvarjamo s tehniko in se zavedamo, da brez nje ni razvoja, ni napredka in prave perspektive ne za osebni razvoj, ne za razvoj naroda, ne za državo in niti za celotno človeštvo, smo z zanimanjem spremljali informativne dneve. Obisk mladih na srednjih tehniških šolah in še mnogo bolj na tehniških fakultetah je bil zelo velik. Prvi vtisi ob srečanju s srednješolci na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani so bili zelo prijetni, sproščeni in za razvoj tehnike zelo spodbudni. Glede na razgovore z organizatorji informativnih srečanj pa lahko zapišemo, da je bil to pravi pomladni poganjek tehnike, ki bo zacvetel prav kmalu in bo pokazal svoje sadeže že čez nekaj let.

Ko razmišljam o mladih, o njihovih željah po končanem šolanju, o poklicnih interesih, se pogosto pojavi vprašanje, zakaj je danes zanimanje za področje tehnike in naravoslovja med mladimi še vedno zelo nizko. Kje so razlogi, da veliko mladih pri nas in v svetu želi opravljati poklicno kariero v državnih službah, da so brez velikih ambicij za delo v industriji, za napredovanje in osebni razvoj.

Pri pregledu šolskih in drugih izobraževalnih programov za osnovne in srednje šole lahko zelo hitro ugotovimo, da je področje tehnike in tudi naravoslovja izredno slabo zastopano.

Še večji problem je pri podajanju snovi na vseh nivojih splošnega izobraževanja in pri promociji in navduševanju šoloobveznih otrok za učenje in delo na tehničnem področju ter za nadaljnje izobraževanje na tehniških šolah. Zelo pogosto se zgodi, da v osnovnih šolah tehnično naravnane predmete sicer predavajo pravi pedagogi, a niso pravi tehniki, ali pa obratno, da te predmete poučujejo pravi tehniki, ki pa niso pravi pedagogi. In prav v tem vidim velik razlog za nepriljubljenost tehnike in naravoslovja med mladimi.

Janez Tušek

EMIRAcle: Evropsko združenje za inovativne raziskave na področju proizvodnje – European Manufacturing and Innovation Research Association, a cluster leading excellence



Podpisovanje ustanovne listine združenja EMIRAcle

Začetek povezovanja sega v leto 2004, ko smo v okviru 6. okvirnega programa EU skupaj s še 23 eminentnimi laboratoriji zasnovali mrežo odličnosti VRL-KCiP (VRL-KCiP je kratica za Virtual Research Lab - Knowledge Community in Production; www.vrl-kcip.org).

Pri tem je bil pomemben cilj zmanjšati razdrobljenost raziskav na področju razvoja inovativnih proizvodov, proizvodnih tehnologij in sistemov predvsem na osnovi multikulturnega pristopa. VRL-KCiP je v tem času vpeljala učinkovito porazdeljeno raziskovalno strukturo na področju holističnih proizvodnih raziskav na evropskem nivoju. V letu 2007 se je VRL-KCiP transformirala v trajnostno združenje EMIRAcle s sedežem v Bruslju. Cilji združenja vključujejo znanstvene, tehnološke in družbenoekonomske vidike. Njegovo poslanstvo je izpeljati preboj v viziji, tehnološkem uveljavljanju, razvoju strateških programov in organiziranju



dolgoročnih raziskav. Napori združenja so usmerjeni k dvigu znanja za doseganje trajnostne konkurenčnosti in dinamike evropske industrije.

Združenje EMIRAcle (www.emiracle.eu) je ustanovilo 20 vrhunskih, mednarodno uveljavljenih partnerjev: University of Twente, Delft University of Technology, Universität Stuttgart, Fundacion Tekniker, University of Durham, University of Patras, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Hungarian Academy of Sciences, Technion - Israel Institute of Technology, Pôle Productique Rhone Alpes, Institut National Polytechnique de Grenoble, Ecole Centrale de Nantes, Université Technologique de Troyes, University Polytechnica of Timisoara, Politecnica Poznanska, University of Stellenbosch, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Politecnico di Milano, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten

Forschung in Univerza v Ljubljani, ki jo v združenju predstavlja raziskovalna

skupina Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo.

Tako EMIRAcle danes predstavlja mednarodno platformo raziskovalne odličnosti na različnih poljih holistične proizvodnje in nudi know-how v obliki storitev, orodij in skupnih projektov tako za industrijo kot tudi za akademsko sfero. Danes ni druge evropske organizacije, ki bi pokrivala tako širok spekter znanja in storitev na področju razvoja inovativnih proizvodov ter proizvodnih tehnologij in sistemov.



Evropsko združenje EMIRAcle

Alojz Sluga, UL, Fakulteta za strojništvo

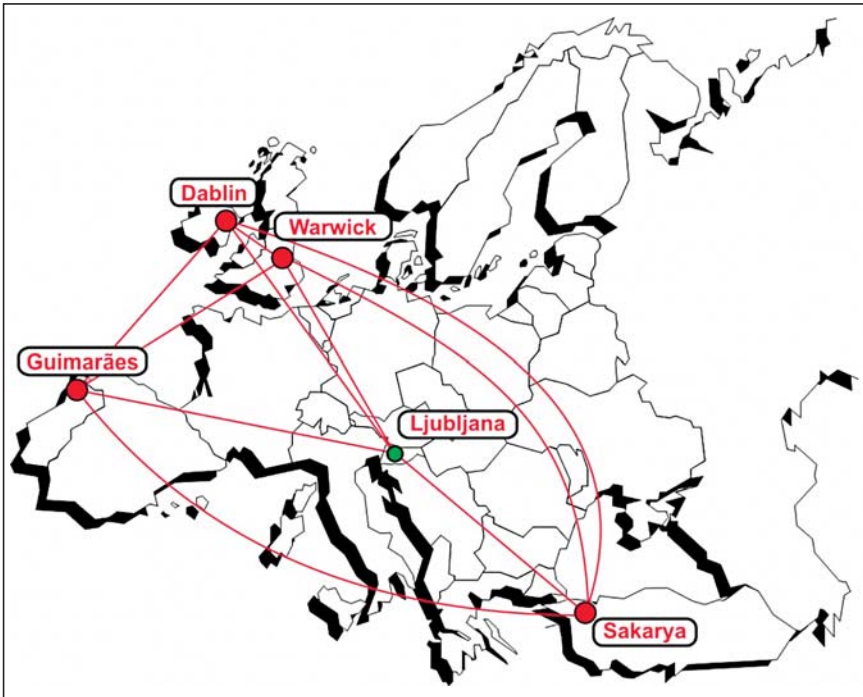
Vsepovsodna avtonomna proizvodna celica LAKOS EAC*

Na 2. Slovenskem forumu inovacij, ki je potekal v januarju 2008 v Cankarjevem domu, je bila med izbranimi inovacijami predstavljena tudi avtonomna proizvodna celica LAKOS EAC.

150 g, ki ga je LAKOS razvil v okviru dela na področju mehatronskih sistemov. Cilj tega dela je bil razvoj sodobnega učila za mehatroniko za različne ravni izobraževanja – od srednjih, višjih do univerzitetnih šol.

sperimentov na področju proizvodnje v mrežah. Porodila se je ideja t. i. »namizne tovarne«, ki bi omogočila več kot zgolj simulacije v virtualnem prostoru, kar je v glavnem obstoječa praksa pri tovrstnih raziskavah. Hkrati pa bi predstavljala poligon za študente, na katerem bi lahko spoznavali realne procese in druge sistemske elemente in medsebojne interakcije in kjer bi lahko implementirali rezultate svojega projektne dela.

Ideja pa je dozorela v diskusiji s kolegom prof. G. Putnikom z Univerze Minho iz Portugalske, ki je zasnoval mrežo proizvodnih celic v okviru evropske mreže odličnosti I*PROMS. V mreži proizvodnih celic, ki jo financira EU, sodelujejo štiri evropske univerze (glej sliko). Izkazalo se je, da lahko z rešitvami, ki smo jih razvili v LAKOS-u, ustrezno opremo mrežo I*PROMS. Obstoječim rešitvam smo dodali še nekatere nove elemente t. i. inteligentnega vsepovsodnega okolja, ki, združeni v novo formo, predstavljajo izvirno sistemsko rešitev.



Mreža proizvodnih celic I*PROMS

LAKOS EAC je rezultat večletnega dela raziskovalne skupine LAKOS na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. V inovaciji je združenih nekaj zanimivih konceptualnih in izvedbenih rešitev iz preteklih let. Predvsem bi tu omenili izviren koncept avtonomnih delovnih sistemov, ki je plod raziskav skupine na področju distribuiranih proizvodnih sistemov in je bil že predstavljen svetovni znanstveni javnosti. Drugi, za inovacijo tudi ključen element, pa je namizni CNC gravirni stroj LAKOS



Avtonomna proizvodna celica LAKOS EAC (slika je simulolna)

Do ideje, kako omenjena rezultata združiti in jima dodati nekatere nove elemente, ni prišlo čez noč. Dalj časa smo razmišljali, kako vzpostaviti učinkovito platformo za izvajanje ek-

Oprema za celice je bila tako že dobavljena na Portugalsko, v Veliko Britanijo in na Irsko. Oprema za Turčijo pa je v fazi izdelave. Prav tako se izdeluje oprema za celico, ki nastaja v Ljubljani.

Celica bo podrobneje predstavljena v eni od prihodnjih števil revije Ventil. Koncept mreže I*PROMS pa bo skupina avtorjev na čelu s prof. Putnikom pred-

stavila na konferenci CIRP ICME '08, ki bo potekala v Neaplju v juliju 2008.

Peter Butala, UL, Fakulteta za strojništvo

*Avtorji inovacije so: izr. prof. dr. Peter Butala, UL, Fakulteta za strojništvo, dr. Ivan Vengust, UL, Fakulteta za strojništvo; PS, d. o. o., Logatec in izr. prof. dr. Alojz Sluga, UL, Fakulteta za strojništvo

6. IFK – Mednarodni fluidnotehnični kolokvij v Dresdnu



Kongresni center Dresden – prizorišče 6. IFK

»Najpomembnejše srečanje branže v svetovnem merilu«, »Izmenjava znanja in izkušenj v fluidni tehniki«, »Fluidna tehnika potrjuje svojo inovativnost«, ... je nekaj naslovov, ki so omenjali in spremljali enega največjih strokovnih dogodkov s področja fluidne tehnike, 6. IFK – Mednarodni fluidnotehnični kolokvij. Ti kolokviji, ki se na dve leti organizirajo pod strokovnim vodstvom dveh vodilnih nemških inštitutov s področja fluidne tehnike, enkrat IFAS-a v Aachnu in naslednjič IFD-ja v Dresdnu, so brez dvoma ne samo največja, temveč tudi najpomembnejša srečanja na področju hidravlične in pnevmatične pogonske, krmilne in regulacijske tehnike. Uporabnikom, proizvajalcem in znanstvenikom omogočajo predstavitve in diskusije o inovacijah, dosežkih razvoja ter izmenjavo mnenj.

Strokovni del letošnjega 6. IFK je potekal med 31. marcem in 2. aprilom 2008 v Dresdnu v novem, sodobnem kongresnem centru, enem najlepših in tudi največjih v Evropi. S šestimi naj sodobnejše opremljenimi dvoranami, z vso potrebno infrastrukturo (restavracija, razstaviščem, parkirno hišo, ...) lahko hkrati sprejme več kot 2200 udeležencev.

Da je srečanje resnično osrednji mednarodni dogodek branže, je potrdilo tudi veliko število udeležencev, kar 631, ki so prišli iz 25 držav. Večina udeležencev je bila domačih (79 %), iz ostalih držav pa nas je bilo 21 %. Slovenci smo bili s štirimi udeleženci nekje v sredini po zastopanosti tujcev. V ospredju so bili Finci in Avstrijci s po 15 oz. 13 udeleženci. Zanimiva je bila tudi struktura udeležencev. Od vseh jih je iz industrije prišlo kar 75 %; preosta-

li pa z univerz, visokošolskih organizacij ali inštitutov.

V treh dneh je svoja dela v obliki referatov predstavilo več kot 80 referentov iz 20 držav. Prvi

dan srečanja so predstavljali dosežke svojih raziskav predvsem udeleženci z visokih šol in univerz iz Evrope, Azije in Amerike. Oba naslednja, osrednja dneva srečanja sta bila namenjena obsežnemu pregledu stanja tehnike in primerom praktične uporabe rešitev s poudarkom na mobilni hidravliki. Rastoče tržišče mobilnih strojev in naprav, spremenljive razmere na trgu energije, rastoči stroški goriv, ostrejši predpisi glede emisij in

ter varnosti. Med številnimi predstavljenimi novostmi in tudi deloma že videnimi koncepti in rešitvami z vseh področij hidravlike in pnevmatike bi bilo potrebno omeniti npr. predlog novega načina določanja stopnje čistosti tekočine ob upoštevanju čistosti komponent ter novi način upoštevanja in ovrednotenja varnosti naprav skladno s predpisi EN 954 in EN ISO 13849. Podrobnejše informacije o posameznih predstavljenih tematikah in prispevkih so bralcem na razpolago na spletni strani srečanja: <http://www.ifk2008.com/>

Dogajanje je popestrila tudi strokovna razstava 25 proizvajalcev in ponudnikov opreme ter storitev s področja fluidne tehnike. V obeh osrednjih dneh si je bilo možno ogledati tudi laboratorijske prostore Inštituta za fluidno tehniko Tehnične univerze v Dresdnu,



Utrinek s priložnostne razstave in iz Laboratorija Inštituta za fluidno tehniko v Dresdnu

povečanje voznih hitrosti mobilnih strojev v zadnjih letih so pripeljali do pospešenega razvoja na področju mobilnih strojev. V ospredju so tako bile tematike, vezane na učinkovitejšo izrabo energije, možnosti vračanja energije, neškodljivosti do okolja ter številne specifične rešitve. Problematika mobilne hidravlike je bila tako predmet kar osmih plenarnih in tematskih sekcij pod geslom, ki je bilo hkrati tudi delovni naslov letošnjega srečanja: »Fluid Power in Motion«.

Razen problematike s področja mobilne hidravlike so bile štiri skupine prispevkov posvečene nadzoru stanja fluidnotehničnih naprav in sistemov

ki je pod vodstvom profesorja S. Helduserja prevzel strokovno vodenje in soorganizacijo letošnjega srečanja. Z zaključnim družabnim srečanjem se je to ob navzočnosti vseh najvidnejših profesorjev in vodij svetovnih inštitutov s področja fluidne tehnike v prostorih inštituta tudi končalo. Profesor Helduser po 15 letih profesure na TU Dresden in 11 letih uspešnega vodenja Inštituta za fluidno tehniko zaradi upokojitve v naslednjem letu prepušča vodenje inštituta in s tem organizacijo naslednjega srečanja v Dresdnu leta 2012 svojemu nasledniku.

Darko Lovrec, Fakulteta za strojništvo Maribor

HYDAC INTERNATIONAL

FLUIDNA TEHNIKA – HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

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

Tel.: + 386 2 460 15 20
Faks: + 386 2 460 15 22
E-naslov: info@hydac.si

www.hydac.com



Spoštovani poslovni partnerji,

mednarodni sejem TEROTECH – VZDRŽEVANJE 2008, nam nudi dodatno priložnost, da vas seznanimo s širokim izborom naših proizvodov, ki že več kot 40 let navdušujejo s svojo kvaliteto, inovativnostjo in tehnološko dovršenostjo.

Na sejmu bomo predstavili novosti v naši paleti proizvodov s področja fluidne tehnike, in sicer:

- naprave za diagnostiko pogonskega stanja olja,
- naprave za kondicioniranje olja,
- filtre za olja in vodo,
- elektroniko v hidravliki.

Vljudno vas vabimo, da nas obiščete na razstavnem prostoru HYDAC d. o. o., na
13. mednarodnem sejmu TEROTECH – VZDRŽEVANJE
13.-16. maj 2008
dvorana D, razstavni prostor 39



Veselimo se vašega obiska!



Peti podjetniški forum

Na *Fakulteti za strojništvo* na Aškerčevi ulici v Ljubljani smo v sredo, 20. februarja, organizirali peti podjetniški forum. V predavalnici v V/8 in v avli v petem nadstropju so se našim študentom, učiteljem in drugim sodelavcem Fakultete za strojništvo predstavila štiri podjetja.



Živahno dogajanje med razstavo

Prvo je bilo na vrsti podjetje TCG Unietch Lth-ol, d. o. o., iz Škofje Loke. Podjetje je predstavil dolgoletni direktor Anton Papež, ki je bil za svoje delo že večkrat nagrajen z najvišjimi državnimi priznanji s področja gospodarstva. Podjetje se prvenstveno ukvarja s tlačnim litjem aluminija in magnezija ter njihovih zlitin. Poleg tega ima močno orodjarstvo za izdelavo orodij za lastne potrebe in tudi za trg. Vedno več pa se posvečajo dodelavi ulitih izdelkov.

G. Papež je povedal, da je to mednarodno podjetje, ki ima na različnih lokacijah v petih državah sedem podjetij, da zaposlujejo okoli 1200 ljudi in tako njihovo podjetje v Sloveniji spada med 15 največjih livarn v Evropi, cela korporacija zavzema v Evropi peto mesto, na področju litja magnezija pa so celo prvi v Evropi.

Za svojo proizvodnjo in razvoj na področju tlačnega litja, orodjarstva in za obdelavo ulitkov potrebujejo inženirje, magistre in tudi doktorje

znanosti s področja strojništva. Podeljujejo več štipendij in vabijo vse študente, naj se jim pridružijo že v času šolanja, pri pripravi diplomskega dela ali pa po opravljeni diplomi.

Poleg gospoda Papeža sta o razvoju podjetja in o njegovi viziji govorila še g. Megušar in g. Žargi. Oba sta podiplomska študenta naše fakultete.

Poudarila sta predvsem pomen inovativnega znanja, strokovnosti in pripravljenosti za novosti ter stalno izobraževanje.

Zatem je **IBE, d. d.**, Svetovanje projektiranje in inženiring, predstavil magister Marko Šteblaj, ki je v podjetju direktor za strojništvo in tehnologijo. Kot že sam

naziv podjetja pove, se ukvarjajo s projektiranjem na gradbeniškem in strojniškem področju, predvsem pa vseh vrst hidro- in termoelektričnih objektov, zgradb, strojnih in drugih inštalacij, hladilnih stolpov in celo za jedrsko energetiko.

V podjetju, ki obstaja že skoraj petdeset let, imajo 227 zaposlenih, od tega 2 doktorja znanosti, 15 magistrstrov in 77 sodelavcev z univerzitetno izobrazbo. Letni promet v podjetju je okoli 14 mio evrov in se iz leta v leto povečuje.

S svojo dejavnostjo so prisotni na številnih objektih v Sloveniji in delno tudi v tujini. Za svoje ambiciozne načrte potrebujejo nove strokovnjake s področja strojništva. V podjetju jim nudijo dobro okolje, stimulatívno nagrajevanje in možnosti za dodatno izobraževanje.

Sodelavce motivirajo za doseganje ciljev družbe in jim ustvarjajo raz-

mere, v katerih se lahko usposabljujejo, napredujejo in razvijajo svoje zmožnosti. Z združevanjem moči v okviru timskega dela in z multidisciplinarnim pristopom uspevajo na trgu in izpolnjujejo pričakovanja naročnikov. Zavedajo se, da samo s kvalitetnimi in dobro izobraženimi kadri lahko ostajajo vodilni na svojem področju. Prav zato vas vabijo, da se jim pridružite.

Tretje podjetje, ki ga je predstavil direktor g. Zorko, je bil **NUMIP** iz Ljubljane, ki ima svojo enoto tudi v Krškem. Tudi direktor Zorko je bil študent in diplomant fakultete za strojništvo v Ljubljani, ki pa se je še nadalje izobraževal na menedžerskem področju.

Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1996. Njihova glavna dejavnost je vzdrževanje in nadziranje zahtevnejših objektov v nuklearnih elektrarnah, termoelektrarnah, drugih energetskih objektih in večjih strojenjih za celulozno, kemično, farmacevtsko in podobno industrijo. Prav tako pa so usposobljeni za organizacijo in izvedbo prevozov večjih, težjih in zahtevnejših strojev na daljše razdalje, za preselitev večjih strojnih in energetskih strojev, opreme in celotnih postrojenj.

Danes imajo zaposlenih 64 pretežno visoko strokovno izobraženih sodelavcev. S trdim delom, znanjem in sposobnostjo so se uveljavili tudi v tujini na najbolj zahtevnih trgih. Delajo na vzdrževalnih delih v nuklearnih elektrarnah v Združenih državah Amerike, v Franciji in drugje.

V svojem podjetju bi radi zaposlili več diplomiranih inženirjev visoke strokovne in univerzitetne izobrazbe. Predvsem rabijo ljudi, ki jih veseli praktično delo doma in v tujini. Zaradi izvajanja del v tujih državah je za posleno osebje zelo pomembno obvladanje vsaj enega svetovnega jezika.

Zadnji, peti predstavnik je bilo podjetje **Hilti Slovenija, d. o. o.**, iz

Ljubljane. Hilti je mednarodno podjetje, ki je bilo ustanovljeno okoli leta 1941 v Liechtensteinu. Danes so zastopani v več kot 120 državah po vsem svetu in imajo več kot 20.000 zaposlenih. V 50 državah imajo vzpostavljeno svojo prodajno mrežo. Ta predstavlja 90 odstotkov vsega Hiltijevega prometa. V preostalih 70 državah Hilti zastopajo prodajni partnerji. V Sloveniji so prisotni od leta 1993.

Prodaja in prodajno svetovanje sta najpomembnejši nalogi njihovega prodajnega sistema. Poleg tega pa so zelo učinkoviti pri servisiranju in

popravilu svojih produktov in ostalih servisnih uslugah.

Hilti je vodilni proizvajalec vrhunskih proizvodov za obrt in industrijo. Tehnološko napredni sistemi za merjenje, vrtnanje in dletenje, pritrjevanje in montažo, vijačenje, žaganje in rezanje ter pasivna požarna zaščita pripomorejo k večji produktivnosti njihovih kupcev.

Podjetje so predstavili Zarja Mavec, Klemen Zevnik in Mitja Žnidaršič. Podjetniškega foruma pa se je udeležil tudi njihov direktor g. Standgassinger.

Od svojih zaposlenih in tudi od bodočih kadrov ne glede na stroko pričakujejo poleg strokovnosti še poštenost, pogum, predanost podjetju in pridnost.

Zaradi povečanega obsega del, ambicioznih načrtov in razširitve proizvodnje v svoje vrste vabijo inženirje strojništva ne glede na usmeritev in stopnjo študija. V podjetju jim nudijo prijetno okolje, možnost nadaljnega izobraževanja in stimulatívno nagrajevanje.

Prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana

Šesti podjetniški forum

Na *Fakulteti za strojništvo* v Ljubljani smo v sredo, 12. 03., ob 13. uri organizirali šesti podjetniški forum. Na tokratnem srečanju so se kot ponavadi predstavila štiri različna podjetja.

Prvo je bilo podjetje **Bosio, d. o. o., iz Štor**. Predstavil ga je njihov komercialni direktor **Marjan Rožič**, ki je tudi sam inženir strojništva in se na menedžerskem področju še vedno izobražuje. Podjetje se v splošnem ukvarja s proizvodnjo industrijskih peči in pralnih linij, vendar je njihova dejavnost mnogo širša. Kupcem nudijo še izolacijske materiale, regulacijo, kalibriranje in merjenje temperature po klasični točkovni poti in s termografijo.

Podjetje v zadnjih letih doživlja silovit razvoj. Leta 2006 so od Gospodarske zbornice Slovenije za svoje izjemne gospodarske dosežke prejeli državno priznanje. Danes so s svojimi produkti prisotni v številnih evropskih in drugih državah. Poleg matične tovarne v Štorah imajo svoja podjetja še na Hrvaškem, v Bosni in Hercegovini, Srbiji in Rusiji.

Kot najpomembnejše reference podjetja je g. Rožič navedel nekatere tuje večje korporacije z avtomobilskega področja, ki so jim prodali

svoje proizvode: Chrysler and Mercedes - Benz, podjetje Volvo, BMW in še mnoga druga.

podjetju in čim hitrejšo in čim lažjo vključitev v timsko delo.



Udeležba je bila številna

V matični tovarni imajo zaposlenih 75 ljudi. Želijo zaposliti več strojnih inženirjev za razvoj in za redno proizvodnjo. S študenti želijo sodelovati že v času študija. Pri proizvodnji pokrivajo celotno strojništvo, zato v svoja podjetja vabijo inženirje vseh usmeritev: tehnologe, konstrukterje in energetike.

Od svojih bodočih sodelavcev pričakujejo strokovnost, inovativnost, pri-

Drugo podjetje, ki se je predstavilo občinstvu, je bil **Domel, d. o. o., iz Železnikov**. To podjetje ima že staro tradicijo in se je v svoji zgodovini večkrat preimenovalo. Pod imenom Domel, d. o. o., obstaja 15 let. Podjetje ima zaposlenih okoli 1000 ljudi in ustvarijo okoli 75 mio evrov prihodkov. Proizvajajo sesalne enote. V Evropi jih izdelajo največ, kar 50 %. Poleg tega imajo močno orodjarno, delajo koračne motorje, elek-

tronske komutatorje, DC-motorje in že nekaj let intenzivno raziskujejo področje gorivnih celic.

Več kot 90 % svoje proizvodnje izvozijo. So največji slovenski izvoznik na veliko kitajsko tržišče. Na Kitajskem imajo celo svoje podjetje.

Podjetje je močno usmerjeno v razvoj in raziskave. Letno prijavijo več inovacij, za katere so prejeli kar nekaj nagrad. Veliko podporo in dobre pogoje za raziskovalno delo nudijo mladim pri nadaljnjem izobraževanju. Imajo več doktorjev znanosti in več takih, ki doktorat zaključujejo.

Podjetje je v splošnem predstavil **doc. dr. Miha Nastran**. O načrtih na raziskovalnorazvojnem področju pa sta govorila razvojna inženirja **Janez Rihtaršič** in **Gašper Benedik**.

V svoje vrste vabijo diplomirane inženirje in univerzitetne diplomirane inženirje vseh usmeritev. Nudijo jim stimulatивно nagrajevanje, možnosti za nadaljnje izobraževanje in inovativno okolje.

PricewaterhouseCooper, d. o. o., je bilo tretje podjetje, ki se je predstavilo na šestem podjetniškem forumu. To je bilo »najbolj nestrojniško« podjetje od vseh do sedaj predstavljenih na naših forumih.

Podjetje PricewaterhouseCooper, d. o. o., je revizijska in svetovalna ustanova, ki deluje po celem svetu in pod različnimi imeni že več kot 150 let.

Svoja zastopstva ima v 150 državah. V Sloveniji je to podjetje prisotno od leta 1998 in zaposluje okoli 100 ljudi. Svojo enoto imajo v Ljubljani in Celju.

Podjetje sta predstavila **ga. Selena Kukić** in **g. Leon Živec**, ki je po svoji osnovni izobrazbi strojni tehnik in se je odlično vključil v delo v njihovem podjetju. Prav njegove izkušnje so spodbudile vodstvo podjetja, da med svoje sodelavce privabi tudi nekaj inženirjev strojništva in jih z dodatnim izobraževanjem usposobi za delo za njihove potrebe.

V svoje vrste želijo pridobiti univerzitetne diplomirane inženirje. Potrebna znanja iz ekonomije, računovodstva, davčnih zakonov in z drugih netehničnih področij, ki jih bodo inženirji strojništva potrebovali pri svojem delu v njihovem podjetju, bodo pridobili z dodatnim izobraževanjem v njihovi organizaciji. Od morebitnih kandidatov pa pričakujejo dovolj talenta za komuniciranje, znanje angleškega jezika in široko splošno razgledanost.

Podjetje nudi novim zaposlenim dodatno izobraževanje, stimulatивно nagrajevanje, timsko delo in prijetno okolje.

Predstavniki **Kovinoplastike, d. d., iz Loža** so bili zadnji na vrsti za predstavitev na šestem podjetniškem forumu. Podjetje je predstavil član uprave **Janez Poje**, ki je bil tudi naš študent in diplomant.

Podjetje posluje kot delniška družba. V svoji sestavi ima pet profitnih centrov (Okovje, Inox, Orodjarna, Gradbeni elementi, Kovind). Na področju izdelave stavbnega okovja so vodilni proizvajalec v Evropi. Pri proizvodnji kuhinjske opreme so razvili lastno blagovno znamko. Profitni center Orodjarna izdeluje orodja in nekatero opremo za lastne potrebe in tudi za trg. V profitnem centru Gradbeni elementi pa izdelujejo okna, vrata, zimske vrtove in podobno iz PVC-ja in aluminija. Profitni center Kovind proizvaja komponente oz. sestavne dele za avtomobilsko industrijo, stavbno okovje, zaščitno embalažo, zdravstvene preventivne pripomočke in drugo.

Svoje zastopnike za prodajo svojih produktov imajo po celem svetu. Z okoli 1100 zaposlenimi letno ustvarijo okoli 96 mio evrov prometa.

Imajo veliko izkušenj z uvajanjem mladih inženirjev v industrijsko delo. Kovinoplastika iz Loža je namreč podjetje, ki je v zadnjih letih zaposlilo nadpovprečno veliko inženirjev strojništva, predvsem z naše fakultete. Njihove izkušnje so, da mlad inženir potrebuje vsaj še pet let, da se v njihovem okolju izoblikuje in postane za podjetje koristen.

Od novo zaposlenih inženirjev pa pričakujejo predvsem inovativnost, lojalnost podjetju in pripravljenost za timsko delo.

Prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



VENTIL

REVUIJA 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

Univerza v Ljubljani



Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

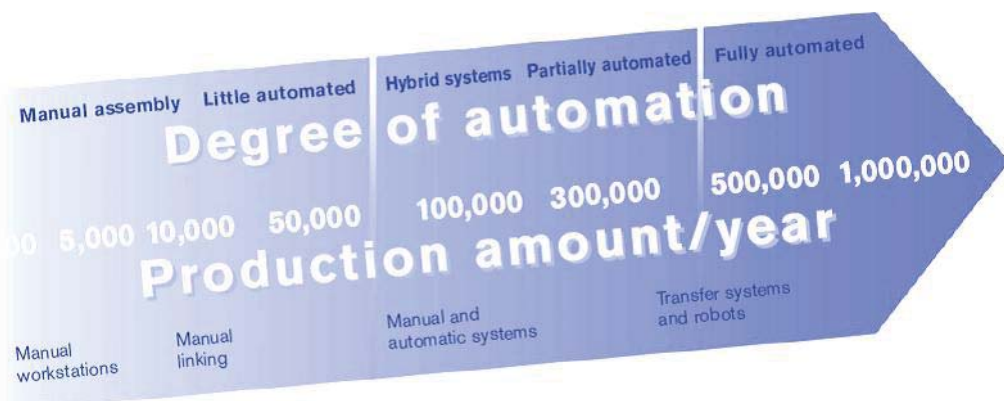
Izkušnje in kvaliteta



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

Študij mehatronike v Šolskem centru Ptuj zaključilo že šestinpetdeset inženirjev

Na Višji strokovni šoli Šolskega centra Ptuj, ki je vpisala prve študente mehatronike v študijskem letu 2005/06, so 20. marca podelili naziv inženir mehatronike že 56. diplomantu. Med njimi je 23 rednih in 33 izrednih študentov. Ravnatelj Robert Harb je s tem zelo zadovoljen, saj na ta način prihaja na trg delovne sile višješolski strokovni kader, ki v eni osebi združuje teoretična in praktična znanja, potrebna za delo v majhnih in velikih podjetjih s področja strojništva, elektrotehnike in informatike. Podelitve prvih diplom se je udeležil tudi minister za šolstvo in šport dr. Milan Zver (slika 1).

Diplomski izpiti rednih in izrednih študentov dokazujejo, da se vedno bolj uveljavlja sodelovanje med izobraževalnimi ustanovami in delodajalci. Šole morajo vedeti, kakšna znanja potrebuje gospodarstvo, zato je nujno, da se predavatelji preko svojih študentov vključujejo tudi v poznavanje proizvodnega procesa v podjetjih. Mentorji iz firm pa postopoma pridobivajo temeljna pedagoška in andragoška znanja, saj se del učnega procesa za 800 ur v dveh letih študija preseli iz predavalnic k strojem in napravam, torej tja, kjer bodo kmalu lahko našli delo interdisciplinarno usposobljeni inženirji mehatronike.

Ptujski Šolski center oziroma njegova Višja strokovna šola sta svoje sodelovanje z gospodarstvom že v letu 2004 zastavila tako, da je bilo s podjetji iz širšega okolja podpisano pismo o partnerstvu. Z njim so se podpisniki zavezali k nenehnemu vzajemnemu sodelovanju ter oblikovali koalicije za področja mehatronike (strojništva, elektrotehnike ter informatike). Projekt je dočakal svoj uradni epilog 13. novembra lani, ko je gospodarski minister Andrej Vizjak v specializirani učilnici Šolskega centra Ptuj predal pedagoškemu procesu v uporabo robotsko celico z robotom proizvajalca

ljanju laboratorijev, MIEL, d. o. o., iz Velenja, ki je podarilo opremo za avtomatizacijo proizvodnje, PS, d. o. o., Logatec, ki je prispevalo opremo za krmiljenje in regulacijo



Slika 1. Svečana podelitev diplom v slavnostni dvorani ptujskega gradu prvim šestim inženirjem mehatronike v Sloveniji iz vrst rednih študentov (Foto: Franci Jus)

Fanuc, donacijo podjetja SAR Avtomatizacija s Ptuja (slika 2).

Z donacijami pa so sodelovala tudi druga podjetja, kot na primer podjetje Senčar, d. o. o., s Ptuja, ki je podarilo programsko opremo za projektiranje in tudi izvedbeno pomaga pri oprem-

elektromotornih pogonov, TELEM, d. o. o., iz Maribora, ki pomaga pri izobraževanju predavateljev za področje avtomatizacije ter CARRERA, d. o. o., iz Ormoža, ki je podarilo koordinatno merilno napravo ter še vrsta drugih partnerskih podjetij.



Slika 2. Robert Harb, ravnatelj Višje strokovne šole Ptuj, Lionel Mercou, vodja Fanuc robotics za vzhodno Evropo, Bojan Klarič, direktor podjetja SAR Avtomatizacija iz Ptuja in dr. Martin Terbuc, predavatelj na VŠŠ ob prevzemu robotske celice. (Foto: Franci Jus)



Slika 3. Predaja elektronskega krmilnika (Foto: S. Brodnjak)

Med »donatorji« pa so tudi študentje mehatronike. Prvi je nedvomno Andrej Majcen, ki je v diplomski nalogi predstavil povezovanje osebnih računalnikov z zunanji perifernimi napravami (slika 3). Izdelal je elektronski krmilnik priklopljen na vzporedni LPT-priključek osebnega računalnika, omogoča krmiljenje zunanje elektronske naprave ali stroja kakor tudi zajemanje podatkov iz njih.

Zasnoval je tudi programsko opremo za vodenje in nadzor industrijskega procesa. Andrejev izdelek bo ostal na ŠC Ptuj, kjer ga bodo študentje in dijaki lahko uporabljali kot učni pripomoček. Omenjeno diplomsko delo je vzorčni primer za zaključek višješolskega strokovnega izobraževanja, ko diplomant združi različna znanja, izkušnje in samoiniciativnost.

Silvestra Brodnjak, ŠC Ptuj

Sejem elektronike 2008 – ponovno v Ljubljani

Na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani je letos ponovno zaživel tradicionalni sejem elektronike, ki je trajal tri dni – od 18.–20. marca. Razstave se je udeležilo 115 podjetij – 57 domačih in 58 iz 12 držav sveta. Poleg evropskih so sodelovale tudi Kanada in ZDA. Sejem je bil namenjen predstavitvi izdelkov in storitev s širokega področja elektronike, od telekomunikacij in radiotelevizije, industrijske avtomatike z mehatroniko in robotiko do multimedijske tehnologije in računalništva z varnostno-zaščitno tehniko. Vstop je bil prost. Ob sodobnih avdio- in videodokumentih in zapisih so bili udeležencem na voljo prospekti, lahko pa so se udeležili številnih predstavitev in kratkih strokovnih predavanj predstavnikov razstavljalcev in drugih obsejmskih dogodkov.

Posebej zanimivo je bilo predavanje prof. dr. M. Mikuža s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in sodelavca Inštituta Jožef Stefan iz Ljubljane z naslovom *Korak bliže velikemu poku* – o velikem hadronskem trkalniku, ki ga gradijo v CERN-u.

Program razstave je sicer bil razdeljen na naslednja tematska področja:

- Profesionalna elektronika
- Telekomunikacije
- Radiodifuzija
- Komponente, funkcionalne enote in materiali
- Mehatronika in robotika
- Internet



Sejemsko dogajanje

- Multimediji
- Poslovna elektronika
- Računalništvo
- Varnostne in naprave za zaščito
- Soritve, inženiring in literatura
- Združenja in ustanove

Med pomembnejšimi strokovnimi predstavitvami ali predavanji omenimo:

- Celovitost požarnih napeljav po DIN 4102, del 12 (Finea trade, d. o. o.)
- Kontaktno in brezkontaktno merjenje premikov (Micro-Epsilon GmbH & Co. KG, H. Bathke)
- Elektronska keramika (IJS, M. Kosec)
- Nanocevice in varnost v nanotehnologiji (IJS, M. Remškar)
- Računalniški vid (FERI – UM, I. Kramberger)
- Mikrostrukture in MEMS-i (FE – UL, S. Amon)
- Predstavitev inštitutov in laboratorijev (FERI – UM, IJS FE – UL, K. Jezernik, B. Tovornik, A. Žemva in dr.)

– Predstavitev mini robotov in tekmovanj z roboti v Sloveniji (FERI – UM, S. Uran)

Večina navedenih prispevkov je bila predstavljena v okviru prireditve *Tehnološki dan* v organizaciji OZS in ob sodelovanju ministra za razvoj dr. Žige Turka,

direktorja Inštituta Jožef Stefan prof. dr. Jadrana Lenarčiča in predsednika OZS Miroslava Kluna.

Kot glavni medijski pokrovitelj obnovljenega sejma elektronike je bila izbrana založba HYDRA & Co z revijama *Avtomatika* in *Elektronika*.

Organizatorji sejma pa so bili tudi ljubeznivi gostitelji naše revije *Ventil*, ki se lahko pohvali z izjemnim odzivom obiskovalcev.

Organizatorjem se za razumevanje in ljubeznivost iskreno zahvaljujemo. Mednarodnemu sejmu elektronika v Ljubljani pa želimo uspešno nadaljevanje pomembnega poslanstva za razvoj našega gospodarstva.

Anton Stušek, pomočnik urednika revije *Ventil*

Logistika 08

logistika08 

Na Fakulteti za logistiko v Celju je bila 5. in 6. marca konferenčno-sejemska prireditve Logistika 08, katere se je udeležilo več kot 200 udeležencev iz gospodarstva in preko 300 študentov. V dveh dneh se je na prireditvi zvrstilo 35 predavanj, okrogla miza in podelitev priznanja logist leta 2007. Na razstavi je 15 podjetij predstavilo novosti ter ponudbo izdelkov in storitev s področja logistike.



Utrinek s predavanj

Prireditve je slavnostno odprla Mojca Kucler Dolinar, ministrica za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, ki je poudarila, da je zadovoljstvo prisostvovati dogodku, kjer se pokaže pristno zanimanje za sodelovanje med lokalno skupnostjo, izobraževalnimi institucijami in gospodarstvom. Prof. dr. Martin Lipičnik, dekan Fakultete za logistiko, je v uvodnem nagovoru izpostavil, da sta pomembna cilja prireditve poleg druženja predvsem izmenjava izkušenj in obveščanje, kaj je kdo na področju logistike novega naredil, pa drugi tega še ne vedo. Župan mestne občine Celje Bojan Šrot pa je napovedal, da bodo še nadalje podpirali Fakulteto za logistiko, saj se zavedajo pomena terciarnega izobraževanja za razvoj lokalnega okolja.

Predavanja prvega dne konferenčnega dela dogodka so predstavila nekatere probleme, poglede in novosti, s katerimi se srečuje logistika na poti uresničevanja svoje vse bolj pomembne vloge pri gradnji uspešnosti poslovanja podjetij in sistema oskrbovalnih verig. Logistika je izrazito povezovalna veda in dejavnost, zato ima tudi pomembno vlogo v sistemu oskrbovalnih verig, vsaj tako pomembno, kot jo imata nabava in prodaja. Morda je že čas, da se logistika postavi na višjo raven in da se pripravi model, ki bo na podlagi standardov ob ustrezni sodobni tehnološki in informacijski podpori nudil referenco in priporočilo za gradnjo naprednih sistemov oskrbovalne verige.

Eden od vrhuncev in zaključek prvega dne prireditve je bila podelitev priznanja logist leta 2007, ki jo organizator že tretje leto podeljuje osebi, ki se je na področju Slovenije uveljavila s svojim strokovnim delom in lahko predstavlja vzor ostalim logistom. Letos je ta laskavi naziv pripadel Marku

Cedilniku, direktorju logistike v poslovnem sistemu Mercator, d. d.

Predavanja drugega dne prireditve so potekala v več vzporednih delih, združena pa so bila v sklope, ki so obravnavali zeleno logistiko, človeške vire v logistiki, ponudbo logističnih storitev, napredne tehnologije v logistiki, osnove gradnje logistike, predstavitev orodij za strateško modeliranje oskrbovalne verige in planiranje transporta.

Prireditve je sklenila okrogla miza, ki jo lahko označimo kot najpomembnejši del Logistike 08. Okrogla miza je z uvodnimi predstavitvami o potrebah in trenutnih možnostih kadrov v logistiki sprožila zelo pomembno razpravo, ki je opozorila, da se v večini

podjetij še ne zavedajo prave vloge in pomena logistike, kot jo poznajo v najbolj razvitem delu Evrope, in tako tudi še nimajo izoblikovane predstave, kje in kako jim lahko koristi inženir logistike. Bodoči diplomanti logistike so nad tem stanjem presenečeni in upravičeno zaskrbljeni za svojo prvo zaposlitev. Pri tem je Fakulteta za logistiko, ki se trudi z izobraževanjem strokovnih in pristojnih kadrov na področju logistike, prevzela tudi svoj del odgovornosti in dejavno sodeluje pri utiranju poti logistike kot stroke v slovensko gospodarsko okolje.

www.logistika-slo.si

proizvodna **logistika**
08



22. oktober 2008

Lokacija bo znana naknadno. Več informacij na:

www.logistika-slo.si

Organizator

CR Inženiring d.o.o.

Medijski pokrovitelj

IRT 000
inovacijska tehnologija

Zmagovalec tekmovanja Start-up Slovenija 2008 je član Tehnološkega parka Ljubljana

Na tradicionalni mednarodni konferenci PODIM, ki je bila letos v marcu v kongresnem centru hotela Habakuk v Mariboru, so razglasili zmagovalca tekmovanja za **Start-up** podjetje Slovenije 2008. Tekmovanje sta organizirali Tovarna podjetmov in Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije v sodelovanju s številnimi regionalnimi partnerji, med njimi tudi s Tehnološkim parkom Ljubljana. Na tekmovanje je v presojo strokovni komisiji posredovalo poslovni načrt 43 mladih in inovativnih podjetij. Komisija, ki jo je sestavljalo 24 strokovnjakov z različnih področij, je v finale tekmovanja povabila osem podjetij oz. podjetnikov in izmed njih podelila podjetju Acies Bio, d. o. o., naziv »Start-up Slovenije 2008« s pripadajočo denarno nagrado v višini 10.000 evrov in 5.000 evrov vredno usposabljanje CEED Top Class. Podjetja so bila ocenjena na osnovi predstavitve poslovnih načrtov, iz katerih so bile razvidne uspešnost poslovne ideje, realnost poslovnega načrta, velikost trga in dobičkonosnost.

Biotehnološko podjetje **Acies Bio** je leta 2007 ustanovilo pet znanstvenikov z dr. Enejem Kuščerjem in dr. Hrvojem Petkovičem na čelu. Podjetje deluje na področju raziskav, razvoja in svetovanja za farmacevtsko, prehransko in kemično industrijo. Glavna moč podjetja je v manipulaciji sekundarnih metabolitov, izboljševanju industrijskih sevov, izboljševanju profila nečistoč, optimizaciji produkcijskih gojišč in razvoju bioprosesov. V lastnem razvojno-raziskovalnem programu Acies Bio razvija nove patentabilne tehnologije in procese za proizvodnjo pomembnih farmacevtskih učinkovin. V programu odkrivanja novih učinkovin Acies Bio išče in razvija nove sekundarne metabolite s posebnim poudarkom na spojinah s protitumorskim, protivnetnim, protibakterijskim, protiglivičnim in nevroregenerativnim delo-



Peter Ješovnik, direktor Javne agencije RS za podjetništvo in tuje investicije – JAPTI; Dr. Enej Kuščer, direktor Acies Bio; Mag. Matej Rus, organizacijski vodja konference, direktor IRP (Foto: Jernej Filipčič / fotosfera.eu)

vanjem. Segment razvojne dejavnosti je usmerjen tudi v komercializacijo inovativnih biotehnoloških produktov in rešitev v obliki partnerstev in/ali pristojbin. Z izkušnjami in znanjem v biosintezi naravnih produktov, pristopom k projektom na osnovi mejnikov, inovativnostjo in fleksibilnostjo ter konkurenčnimi cenami želi Acies Bio postati preferenčni partner pri raziskovalno-razvojnih projektih za številna vodilna farmacevtska podjetja. Podjetju se je kot šesti partner z angelsko investicijo pridružil Branko Drobnak, za najbolj vroče tehnologije, ki so trenutno v razvoju, pa bo podjetje iskalo večje kapitalske vložke, s po-

možjo katerih bo komercializacija potencialnih produktov še uspešnejša.

Člani Tehnološkega parka Ljubljana se redno udeležujejo nacionalnih tekmovanj, na katerih lahko predstavijo tehnologijo, ki temelji na lastnem razvoju. Na letošnjem 2. Slovenskem forumu inovacij je komisija razglasila 10 najbolj inovativnih slovenskih podjetij, med katerimi so bili tudi trije člani Tehnološkega parka Ljubljana – Gama System, d. o. o., Elaphe, d. o. o., in XLAB, d. o. o. Na omenjenem dogodku je bila inovacija podjetja Gama System, d. o. o., razglašena za naj-

boljšo inovacijo leta 2007 v kategoriji malih in srednjih podjetij.

V preteklem letu pa sta na tekmovanju Naj podjetniška ideja 06/07 kar v dveh kategorijah slavili podjetji, članici Tehnološkega parka Ljubljana, in sicer v kategoriji Najboljši poslovni načrt Elaphe, d. o. o., ter v kategoriji Najbolj inovativno mlado podjetje Ekliptik, d. o. o.

Več informacij o Tehnološkem parku in članih:

www.tp-lj.si

Dnevi industrijske robotike

Na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani je pomlad že tradicionalno namenjena robotiki. Letos so študentje 4. letnika v sodelovanju s študentsko organizacijo ŠOFE in Laboratorijem za robotiko in biomedicinsko tehniko organizirali Dneve industrijske robotike – DIR 2008. Dogodek je potekal vsak dan popoldne med 10. in 14. marcem na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani.

Prvi dan je bil namenjen tako predstavitvi robotike kot tudi same varnosti pri delu z robotskimi manipulatorji. Tako so se lahko udeleženci na hitro seznanili s splošno robotsko termino-

temelj prezentacije dr. Jureta Skvarča. Uporabo robotizacije in problemov v industriji je predstavil dr. Bojan Nemeč iz Inštituta Jožef Stefan, o varnosti pri delu z robotskimi manipulatorji pa je predaval dr. Roman Kamnik.

Naslednje tri dni so se udeleženci lahko spoznali z različnimi tipi robotov, ki so jih v ta namen pripeljala nekatera vodilna slovenska podjetja. Tako so lahko udeleženci spoznali manipulatorje podjetij ABB, FDS in Motoman. Aplikacije so bile dnevno razdeljene v 3 različne cikle, tako da so imeli udeleženci možnost prijave na vse aplikacije, ki so jih zanimale.

DIR 2008
dnevi industrijske robotike

pijače, spoznali t. i. Multi Move, se ukvarjali z robotskim umetnim vidom, risanjem robota po tabli, izogibanju oviram na poti robota in drugim. Poleg tega pa so lahko spoznali tudi različna virtualna robotska okolja, ki v praksi predstavljajo pomemben del robotske tehnologije.

Zadnji dan delavnice je bil namenjen ogledu dveh priznanih slovenskih podjetij – Revoza in Trima.

Več o samem dogodku si lahko ogledate na spletni strani www.dir2008.org



Firma Motoman je na DIR 2008 predstavila 2 robota in eno virtualno vajo. Robot na sliki "streže pijačo". V levem spodnjem kotu je prijemalo za plastenko in kozarec. Drugo prijemalo je fiksirano na robotovi roki. Robot najprej prime plastenko, jo prenese v prijemalo na mizi, odpre (s prijemalom na roki), vzame plastenko iz prijemala in jo začasno odloži na mizo, potem v prijemalo prime kozarec in nalije vanj pijačo. Odloži plastenko in uporabniku ponudi pijačo. Modra barva je "zaščitni znak" firme Motoman.



Oba robota sta last podjetja ABB. Na sliki je aplikacija "Multi Move". Pri tem manjši robot prime obdelovanec (železni profil s privarjeno cevko – zadaj za volanskim obročem) in ga premika po prostoru, večji robot pa mu sledi in "zavari" ustrezen zvar. V našem primeru je bil ta zvar varjenje okrogle cevke na profil.

logijo, ki jo je predstavil profesor dr. Tadej Bajd, in umetnim vidom, ki je bil

Med drugim so se lahko pomerili v vodenju cepelina, robotski strežbi

Jalen Štremfelj, UL, Fakulteta za elektrotehniko

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Fluid Power Conference & Expo (Konferenca in razstava o fluidni tehniki)

20.–21. 05. 2008

Milwaukee, ZDA (Hyatt Regency)

Organizator:

- revija Hydraulics & Pneumatics – zal. Penton Media Inc.

Informacije:

- Sharon Conley
- tel.: + 216.931.9427
- e-pošta: sconley@penton.com
- internet: www.fluidpowerexpo.com

■ 2nd Integration & Commercialization of Micro & Nano-systems International Conference & Exhibition (2. mednarodna konferenca in razstava o integraciji in komercializaciji mikro- in nanosistemov)

03.–05. 06. 2008

Hong Kong, Clearwater Bay, Kowlon

Organizatorji:

- ASME Nanotechnology Institute
- MANCEF – Macro and Nanotechnology Commercialization Education Foundation®

Informacije:

- internet: www.asmeconferences.org/MicroNano
- kontaktna oseba: Brandy Smith, e-pošta: smithb@asme.org

■ 2008 ASME Annual Meeting (Letno srečanje ASME, 2008)

07.–11. 06. 2008

Lake Buena Vista, Florida USA


Organizator:

- ASME

Informacije:

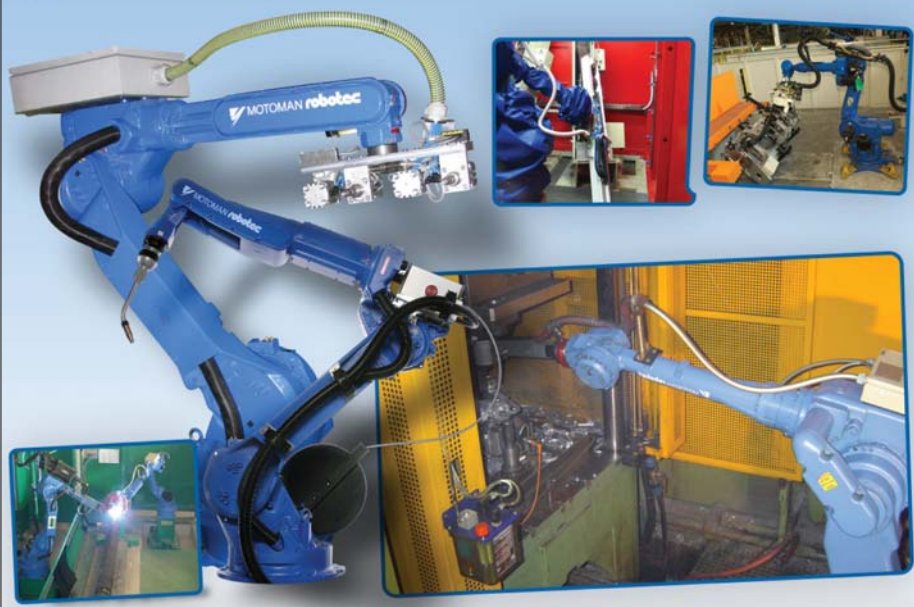
- www.asmeconferences.org

nadaljevanje na strani 137



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



Zamenjava vodstva pri Bosch Rexrothu

Firma *Bosch Rexroth AG*, Lohr na Maini, ZR Nemčija, je objavila, da s 1. februarjem prevzema predsedstvo upravnega odbora dr. *Albert Hieronimus*. Dosedanji predsednik Manfred Grundke zapušča Bosch in postaja generalni direktor drugega nemškega podjetja v privatni lasti. Dr. A. Hieronimus pa je do sedaj predsedoval firmi *Motor Industries Company Limited (Mico)*, ki je Boschevo hčerinsko podjetje s sedežem v Bangaloreju, Indija.



Dr. A. Hieronimus je po študiju matematike v času priprave doktorata delal kot raziskovalni asistent na Univerzi v Kölnu. Po doktoratu se je v letu 1979 pridružil firmi *Mannesmann AG*. Po združitvi podjetij *Mannesmann Rexroth AG* z *Bosch Automation Technology*, v letu 2001, pa je deloval v vodstvenem timu firme *Bosch Rexroth*.

Po H & P 61(2008)2 – str. 9

Poclain Hydraulics kupil izdelovalca hidravličnih ventilov

S tem naslovom revija *Hydraulics & Pneumatics* v letošnji februarški številki objavlja novico, da je *Poclain* pridobil specializiranega izdelovalca hidravličnih ventilov, tovarno *Kladi-*

var – Žiri iz Slovenije. *Poclain* je sicer svetovno uveljavljena firma za razvoj in izdelavo hidrostatičnih pogonov za mobilne stroje.

Po H & P 61(2008)2 – str. 11

Poslušati – preden bo prepozno

Ameriška firma *Spectronics Corp.*, Westbury, N. Y., je razvila učinkovito ultrazvočno orodje za tehnično diagnosticiranje z imenom *Spectroline Marksman*. Naprava tudi neslišni ultrazvok pretvarja in ojača v slišni zvok. To omogoča tehničnim diagnostikom oz. vzdrževalcem poslušanje puščanja stisnjenega zraka in vakuuma, električnega praznjenja ali podobnih ultrazvočnih učinkov ter na temelju tega tudi ustrezne vzdrževalne posege.

Marksman zagotavlja zanesljivo diagnozo z dvostopenjskim delovanjem. V prvi stopnji se neslišni zvok v ustreznem sprejemniku pretvarja v slišni zvok, potem pa se fino uglaši v naravno slišen zvočni signal, ki ga povzroča okvara ali poškodba v napravi. 10-barni LED-prikazovalnik prikaže intenziteto vstopnega signala.

Komplet *MDE-1000 Marksman Master Kit* obsega sprejemnik, naglavni slušalki, dva merilna odjemnika in



ultrazvočni dajalnik, ki omogoča preskušanje poškodovanih tesnilk ipd. Votli 12-colski odjemnik omogoča zaznavanje zračnega zvoka, medtem ko kontaktni odjemnik zaznava zvočne učinke poškodb v notranjosti sestavine, naprave. Komplet je zaščiten s

kovčkom, odpornim na udarce.

Dodatne informacije dobite na spletnem naslovu: www.spectroline.com

Po H & P 60(2007)12 – str. 17

Zanimiva nova izvedba servoventila

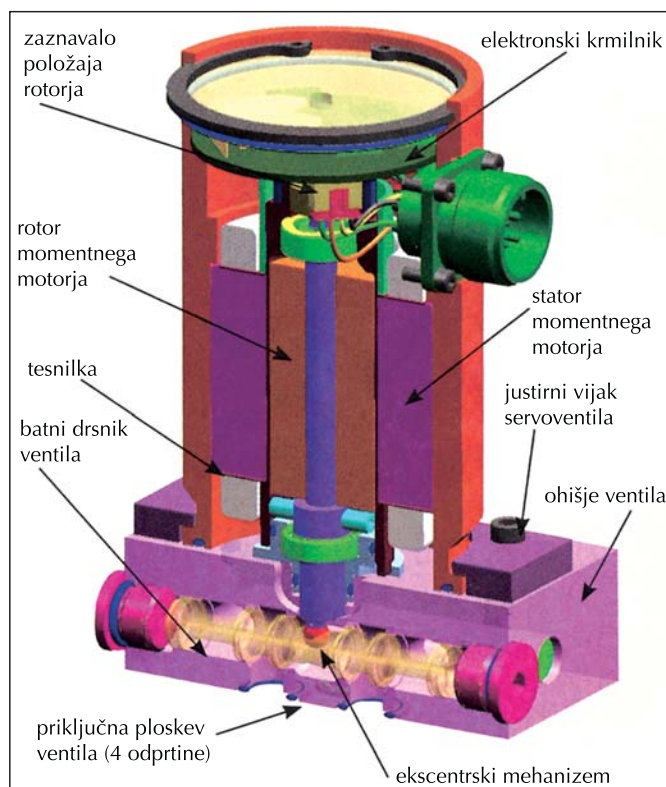
Ameriško podjetje *HR Textron* je nedavno predstavilo izvirno novo izvedbo elektrohidravličnega servoventila R-DDV. Gre za enostopenjski ventil z zanimivim elektromehanskim pretvornikom v izvedbi vrtljivega kotom zasuka, ki je z batnim drsnikom povezan z ekscentričnim mehanizmom. Vrtljivo gibanje momentnega motorja povzroča premočrtno premikanje batnega drsnika in s tem natančno krmiljenje hidravličnega toka skozi delovne odprtine ventila. Štiripotni krmilnik toka R-DDV nima posebnega hidravličnega ojačevalnika, zato nima vgrajenih posebnih šob, zaslonk in filtrov, kar izključuje nevarnost njihove zamašitve in s tem motnje v delovanju ventila.

Konstruktivna izvedba ventila je odporna na mehanske udarce in vibracije. Elektronski krmilnik, vgrajen v ohišje momentnega motorja, z vgrajenim elektronskim zaznavalom zasuka samodejno primerja položaj drsnika z referenčnim vhodnim signalom. Signal napake se ojača in prek momentnega motorja premika drsnik v željeni položaj. Njegova elektronska izvedba zagotavlja sprejemljivo histerezo, linearnost in ničelni tok puščanja in s tem ustrezne dinamične lastnosti

in stabilnost delovanja ventila. Npr. model 27 A (z imenskim tokom do 13,2 L/min, pri padcu tlaka 7 MPa) ima frekvenčno odzivnost 200 Hz, model 27 G (z imenskim tokom do 230 L/min) pa 70 Hz.

Na voljo so štiri modeli ventila z imenskim tokom med 0,7 in 230 L/min in največjim delovnim tlakom do 35 MPa. Vhodni signal je lahko standardna električna napetost ali tok. Ker gre za enostopenjsko izvedbo ventila, tlak napajanja bistveno ne vpliva na stabilnost in konsistentnost njegovega delovanja. Primerno deluje tudi v pnevmatičnem krmilnem sistemu.

Dodatne informacije so na voljo na naslovu: *HR Textron*, Santa Clarita,



Calif., USA; tel.: + (661) 702-5254, internet: www.r-ddv.com

Vir: Scheider, R. T.: Simple, simple-stage servovalve controls flow accurately, reliably – *Hydraulics & Pneumatics* 60(2007)12 – str. 20.

Nova zasnova pnevmatičnega motorja za enostavnejše vzdrževanje

Znani nemški izdelovalec pnevmatičnega orodja in opreme firma *Deprag Shultz GmbH* iz Amberga je razvil novo družino pnevmatičnih krilnih motorjev. Uporabil je inovativno idejo, ki omogoča zamenjavo kril brez potrebe demontaže in razstavljanja motorja. Ta prednost, da motor ostane vgrajen v napravo ali stroj, zagotavlja pomembne prihranke časa in stroškov pri vzdrževanju.

Krila je mogoče zamenjati v najkrajšem času samo z uporabo vsadnega

ključa in pincete. Zato je vzdrževanje v primerjavi s standardnimi izvedbami motorjev zelo poenostavljeno.

Družina motorjev v novi zasnovi obsega tri velikosti z močjo 200 W, 400 W in 600 W. Na voljo pa je poosemrazličnih izvedb planetnega zobniškega pre-



nosnika za vsako velikost motorja. Vsak od planetnih prenosnikov je opremljen z visokokakovostnimi zobniki z majhnim trenjem. Ostale prednosti zagotavljajo visoko gostoto moči, majhne izmere, enostavno prilagodljivost in sposobnost obremenjevanja do zauzstavljanja motorja.

Več informacij dobite na tel.: + 49 9621 371 0 ali na internetu: www.deprag.de

Po H + P 61(2008)2 – str. 40

Eaton se še naprej širi

Ameriški industrijski koncern *EATON* je v decembru 2007 kupil poznano nemško firmo *Moeller*. Osnovne dejavnosti firme Eaton – s sedežem korporacije v državi Ohio – obsegajo področja elektrotehnike, fluidne tehnike, tovornjakov in avtomobilske tehnike. Z nakupom Moellerja je pridobil pomembnega izdeloval-

ca močnostne električne opreme in tako pomembno razširil delovanje na področju elektrotehnike v Evropi. Vodstvo Moellerja pa v novem lastniku vidi velike možnosti za uspešno širjenje dejavnosti v mednarodnih razsežnostih.

Moeller zaposluje okrog 8600 sode-

lavcev in je v obdobju 2006–07 dosegel promet v višini 960 milijonov evrov. Korporacija Eaton pa ima v preko 140 državah okoli 62.000 sodelavcev. V letu 2006 je dosegla bruto promet v višini 8,45 milijard evrov.

Po O + P 52(2008)1–2, str. 6

Fluidna tehnika 2020

Letos Inštitut za fluidnotehnične pogoje in krmilja (Institut für fluid-technische Antriebe und Steuerungen – IFAS) pri Aachenski tehniški visoki šoli (RWTH) praznuje svojo 40-letnico (glej tudi kratek intervju s prof. dr. H. Murrenhofofom v Ventil 13(2007)6 – str. 386). V sodelovanju z Zdrženjem za napredek fluidne tehnike iz Aachna (Fördervereinigung Fluidtechnik e. V. – Aachen) organizira 26. sept. 2008 »dan odprtih vrat«.

Povezano s proslavo obletnice je razpisano tudi študentsko tekmovanje z naslovom »Fluidna tehnika 2020« (Fluid Power 2020) z obravnavo za razvoj fluidne tehnike v prihodnosti zanimivih tem. Študentje RWTH v Aachnu imajo možnost, da v okviru študija in diplomskih del obravnavajo zanimive inovativne teme, ki bodo nagrajene s tremi nagradami v višini 3000, 2000 in 1000 evrov ter drugimi priložnostnimi nagradami. Dela bodo predstavljena na »dnevu odpr-

tih vrat«. Industrijo vljudno vabijo k sodelovanju, najprej v obliki donacij Zdrženju za napredek fluidne tehnike, prosijo pa tudi za predloge zanimivih tem za študentsko tekmovanje.

Izčrpne informacije lahko dobite na spletnih straneh: www.fluidpower2020.de

Po O + P 52(2008)1–2, str. 10

Nadzorovanje vrednostnih pošilk v banki

Podjetje LEOSS, d. o. o., je lani za Novo Ljubljansko banko – NLB pripravilo sistem za uporabo črtnih kode v trezorskem poslovanju. S sistemom Zebra v NLB spremljajo obdelavo vrednostnih pošilk in zagotavljajo njihovo sledljivost. Tako je pretok podatkov o njihovi vsebini veliko hitrejši in zanesljivejši.

S črtno kodo označene vrednostne pošiljke, ki potujejo po Sloveniji v strogo varovanih vozilih iz območnih enot v centralne trezorje in obratno, lahko vsebujejo gotovino, pošto ali vrečke dnevno-nočnega trezorja. Zaradi zahteve po zagotavljanju njihove sledljivosti vsebuje varnostna pošiljka vse potrebne podatke o njihovi vsebini, npr. o izvoru pošiljke (lokacija enote banke, od



Računalnik z LCD zaslonom, občutljivim na dotik

koder je bil denar poslan), o času odpreme ter o vrsti prevoza in po-

dobnem. Aplikacija deluje v okolju MS Windows v povezavi z baznim sistemom IBM DB2.

Pri tem je uporabljen računalnik ELO 1529L Touch Computer z LCD-zaslonom, občutljivim na dotik; obstoječa PC-infrastruktura z laserskimi tiskalniki, ročni čitalniki Metrologic MS9535 VoyagerBT, ročni čitalniki Symbol LS2208 ter mobilnim tiskalnikom računov Custom S'Print BT.

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

Mercatorjeve trgovine uporabljajo ročne računalnike Denso

Podjetje LEOSS, d. o. o., je poslovnemu sistemu Mercator, d. d., dobavilo večje število robustnih ročnih računalnikov Denso BHT-8000. Ti računalniki imajo integriran kakovosten čitalnik za črtne kode, s katerim je zajem podatkov v kodah hiter in zanesljiv. Da bi pri »najboljšem sosedu« dosegli večjo produktivnost, redno uporabljajo terminale pri prevzemu blaga v trgovino, njenem urejanju ter opravljanju inventur, s čimer sledijo nekaterim drugim priznanim svetovnim trgovcem (Metro Group, Spar, Müller, E. Leclerc, Schleker idr.), ki ravno tako uporabljajo Densove terminale (Denso je del Toyotinega koncerna). Ročni terminali bistveno skrajšajo čas, potreben za inventure, poenostavljajo prevzem blaga ter preprečujejo (človeške) napake, pogoste pri ročnem vnašanju podatkov.

Ob prevzemu blaga v trgovino delavec zajema črtne kode z ročnim



Zanesljiv zajem podatkov z ročnim računalnikom Denso

terminalom in tako vnese podatke o količini posameznih artiklov. V povezavi z namiznimi tiskalniki Zebra TLP 2844 ali Zebra LP 2844 ter Zebra S4M jih uporabljajo tudi pri urejanju trgovine za izpisovanje kartončkov.

Pri inventuri uporabnik s terminalom odčita črtno kodo artikla in vpiše količino. S tem shrani podatke na terminal, kjer jih lahko tudi pregleduje, jim dodaja opombe ali popravlja zapise. Podatke o popisanih artiklih iz terminala s pomočjo komunikacijskega vmesnika prenese na računalnik. Inventuro tako opravimo hitreje in z manj napakami, ki so pogoste pri ročnem vnašanju v računalnik.

Tudi pri komisioniranju, kjer se oblikujejo pošiljke na podlagi naročil, je podpora računalnika še kako dobrodošla. Z dobrim organiziranjem komisioniranja in opremo lahko porabljeni čas prepolovimo.

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

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

Sistem za tehtanje in strego delov ladijskega trupa

Enerpacov programsko krmiljeni sistem za sinhrono dviganje ladijskega trupa zagotavlja ravnovesje notranjih strukturnih sil pri manipulaciji.

Šest rušilcev za protiletalsko obrambo Kraljevske mornarice Združenega kraljestva, razreda *Daring* tipa 45, gradijo v ladjedelnici *BAE Systems Surface Fleet Solution's Govan & Scotstoun* v Glasgowu. Sekcije premca, dimnike in jarbole pa izdelujejo v Portsmouthu. Rušilci imajo skupno dolžino 152,4 m, prostore za 235-člansko posadko, iztisinino 7 350 t, največjo hitrost plovbe 27 vozlov in akcijski radij preko 7 000 navtičnih milj. Prvi od rušilcev *Daring* bo nastopil redno službo v maju 2009.

Ladijski trupi se izdelujejo v sekcijah – blokih v delavnici neposredno ob pomolu oz. navozu. Trup je sestavljen iz petih sekcij, med katerimi najtežja tehta preko 1 400 ton.

Hidravlično dviganje in premikanje bremena

Posamezna sekcija se na navoz transportira z večkolesno premično ploščadjo. Pri tem se drsne tračnice navoza umaknejo, tako da se sekcija s ploščadjo lahko pozicionira na navozu.

Enerpacov sinhroni dvižni sistem nato sekcijo dvigne s ploščadi, tako da se ta lahko umakne – odpelje. Dviganje se opravlja s programsko logično krmiljenim sinhronim dvižnim sistemom, s 16-timi hidravličnimi dvižnimi valji, ki zagotavlja samodejno krmiljenje sil in pomikov znotraj dovoljenih odstopkov in s tem ravnovesje notranjih sil v strukturi ladijskega trupa. Ko je transportna ploščad umaknjena in sekcija trupa podprta s hidravličnim sistemom, se samodejno opravita tehtanje in primerjava s konstrukcijskimi izračuni.

Instaliranje drsnih tračnic, spuščanje in manipulacija s sekcijami

Naslednji korak je ponovna instalacija drsnih tračnic na navozu. Sekcija



Slika 1. Krmna sekcija britanskega protiletalskega rušilca tipa 45 v ladjedelnici Govan & Scotstoun

se nato s sinhronim spuščanjem namesti na drsne tračnice, ki prevzamejo obremenitev. Hidravlični dvižni sistem pa potem omogoča strego sekcije pred njenim varjenjem s sosednjimi sekcijami. Pri tem se uporabljajo postopki dviganja, spuščanja in sukanja s programsko logično krmiljenim hidravličnim premikanjem.

Integracija hidravličnega sistema

Pri uporabi hidravlike v projektih za ravnanje s težkimi bremeni so znanje in izkušnje nadvse pomembni. Natančno dviganje, spuščanje, premikanje in tehtanje odločujoče učinkujejo na strukturo bremen. Zelo natančno ročno krmiljenje in nadzor sta kompleksna in časovno zahtevna. Pri tem je natančnost pomembnejša od hitrosti, zato ima integrirani programsko logično krmiljeni hidravlični sistem izredne prednosti. Vsak korak procesa dvigo-



Slika 2. Vsaka sekcija ladje se na navoz transportira z večkolesno premično ploščadjo



Slika 3. Osnovo integriranega hidravličnega sistema za dviganje predstavlja 16 enosmernih hidravličnih valjev

vanja se lahko nadzoruje na zaslonu programsko logične krmilne enote. Ob posebnem upoštevanju natančnega premikanja, brez notranjih napetosti v jeklenih konstrukcijah, betonskih segmentih ipd. Enerpac zagotavlja varne, enostavne, cenene in delovno nezahtevne rešitve.

Teža rušilcev tipa 45 mora biti optimizirana, zato je debelina sten ladijskega trupa sorazmerno majhna v primerjavi s komercialnimi ladjami podobne velikosti. Dviganje in spuščanje ter obremenitve morajo zato biti strogo nadzorovani, kar bi bilo z ročno krmiljenjem praktično nemogoče.

Nadzorovano hidravlično premikanje zagotavlja ustrezno varno ravnanje s strukturo ladijskega trupa. Druga prednost sistema pa je pomembno povečanje produktivnosti, ki jo zagotavljajo veliki prihranki delovnih ur v primerjavi s tradicionalnim ročnim krmiljenjem podobnih postopkov dviganja. Še več, takšni sistemi dviganja so uveljavljeni tudi pri drugih podobnih operacijah dviganja in tehtanja v ladjedelništvu.

Enerpacovi integrirani hidravlični sistemi z velikimi hidravličnimi silami in napredno tehniko krmiljenja igrajo pomembno vlogo pri krmiljenju in nadzoru gibanja in velikih obremenitev pri sodobnih tehničnih projektih velikih izmer.

Vir: Enerpac Wiege- und Handhabungssystem – Enerpac Marketing Communications – 2008-01-31; e-pošta: irene.kremer@enerpac.com

KRMILJENO

HIDRAVLIČNO GIBANJE



Pri postopku dviganja programsko krmilje sinhrono krmilni sistem s 16-timi podporami v okviru strogih toleranc, obremenitev in premikov ter tako zagotavlja ravnovesje notranjih sil v strukturi ladijskega trupa.



Enerpac je specialist na področju visokotlačne hidravlike in konstrukcije hidravličnih sistemov za krmiljena in nadzorovana gibanja posebno velikih in težkih objektov. Ob sodelovanju naših inženirjev razvijamo koncepte in tehnike za krmiljeno hidravlično premikanje težkih bremen, kot so mostovi, zgradbe, konstrukcije v predorih ipd.

Kompletne hidravlične systemske rešitve

Enerpac GmbH • Postfach 300113 • 40401 Düsseldorf • Willstätterstraße 13 • 40549 Düsseldorf • Deutschland

Tel: +49 211 471 490 • Fax: +49 211 471 49 28

www.enerpac.de
info@enerpac.com



Univerzalna gibka cev z nagubano cevjo, zaščiteno s teflonom, omogoča majhen polmer ukrivljenosti

Podjetje *HSI Schauch- und Armaturentechnik* iz Mühlheima/Ruhr, ZRN, je v sodelovanju s *Fluortubing*, Kerkrade, Nizozemska, in *ContiTech Fluid* iz Korbacha razvilo novo družino univerzalnih gibkih cevi *Fluorflex* z notranjo teflonsko zaščito s *PTFE 62-N* firme *DuPont*. Osnovna notranja cev je nagubana, tako da omogoča zelo majhne polmere ukrivljenosti. Posebno pri večjih imenskih premerih to omogoča pomembne prihranke na potrebnem vgradnem prostoru (npr.: pri imenski velikosti DN 75 je najmanjši polmer ukrivljenosti 200 mm). Sicer pa pri zelo omejenih prostorskih razmerah ta lastnost sploh omogoča vgradnjo.

Teflon® PTFE 62-N združuje visoko upogibno trdnost in odpornost proti cepljenju z visoko toplotno stabilnostjo in obstojnostjo proti skoraj vsem prehrabnim in farmacevtskim izdelkom. Tako je mnogokrat dovolj imeti na zalogi le eno vrsto gibke cevi. V nagubano cev vgrajeni črni vodnik omogoča odvod statične elektrike. Na voljo so tudi popolnoma bele izvedbe, npr.: za farmacevtsko industrijo, in črne izvedbe s popolnoma prevodno površino notranje cevi.

Nagubanost ne omogoča samo visoke upogljivosti, ampak povečuje tudi hitrosti pretakanja, kar npr. lahko zmanjša čas praznjenja tudi do 40 % v primerjavi s cevmi s paralelnimi razzami. Na temelju inherentnih lastnosti teflona proti omočenju so gibke cevi, tudi pri uporabi za zelo viskozne medije, enostavne za čiščenje. To lahko skupaj z možnostmi pospešenega praznjenja pri praznjenju oz. menjavi delovnih medijev pomembno zmanjša proizvodne stroške. Dodatno prednost za uporabnike predstavlja tudi možnost konfekcioniranja cevododov »na mestu samem« s pomočjo sistema *cevnih priključkov Fluorflex* v obliki deljenih oklepnih tulc – brez potrebne ravnanja gub v solni raztopini ali stiskanja stročnic ter za to potrebnih strojev. S tem je mogoče skrajšanje produkcijskih časov tudi brez posebnih



zalag rezervnih, vnaprej sestavljenih gibkih cevododov.

Večplastna zunanja zaščita iz vmesne plasti EPDM-a, opleta z DuPontovimi vlakni Kevlar® in zunanje zaščitne cevi je osnovna teflonska gibka cev, zaščitena pred poškodbami. Poleg črne zaščitne plasti EPDM so na voljo tudi: črna NBR zaščitna plast proti olju in bencinu, visokotemperaturna črna mešanica NBR za temperature preko 150 °C, modra NBR zaščita za živila, in siva EPDM zaščita za farmacevtske izdelke. V razvoju so tudi novi izdelki za transportna sredstva, procesno industrijo in gradbeništvo. Celoten sistem je sicer primeren za trajno uporabo pri delovnih tlakih do 16 bar in temperaturah do 150 °C. Izvedbe za višje delovne temperature so mogoče. Na voljo je cevna armatura iz različnih materialov (VA, PP, PVDF, z različno izvedbo površinske zaščite, kot sta PFA ali ECTFE) ali v izvedbi standardnih cevnih priključkov.

Vir: DuPont Presseinformation FLP-EU-2008-01-a; internet: <http://de.news.dupont.com> (rubrika: Branchen & Märkte >Chemie, zum Download)

01.-03.10.2008
Celje, Slovenija
WWW.INTRONIKA.SI



Mednarodni
strokovni sejem
za profesionalno
elektroniko

International
Trade Fair
for professional
electronic



01.-03.10.2008
CELJE, SLOVENIJA

iCm

PASSION FOR PERFECTION

www.intronika.si

e-mail: intronika@icm.si

HIIB, 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

Fluidna tehnika v Sloveniji danes

Fluidna tehnika v povezavi s sodobno elektroniko in IT še naprej ostaja v konici razvoja sodobne tehnike. O stanju in nekaterih pomembnih vprašanjih FT v Sloveniji smo se pogovarjali z dolgoletnim predsednikom združenja Fluidna tehnika Slovenije, direktorjem tovarne Kladivar Žiri, mag. Milanom Kopačem.



Mag. Milan Kopač

Ventil: Konjunktura fluidne tehnike v Evropi in svetu je še vedno nadpovprečna v primerjavi z ostalimi vejami strojne industrije. Kakšno je stanje na tem področju po vaši oceni v Sloveniji? Kako je s hidravliko in kako s pnevmatiko?

M. Kopač: Konjunktura na globalnem trgu fluidne tehnike vlada že vse od leta 2004, ko se je celotno svetovno gospodarstvo opomoglo od šoka po 11. septembru 2001.

Konjunktura na trgu fluidne tehnike je v tesni korelaciji s konjunkturo na trgu celotne strojne industrije. Delež obsega fluidne tehnike v celotni strojni industriji se povečuje zaradi razvoja novih zahtevnejših in dražjih proizvodov fluidne tehnike, njene uporabe za izvajanje dodatnih funkcij postrojenj, strojev in naprav, zaradi povečevanja varnostnih in ekoloških zahtev za stroje itd. Kolikšna je rast obsega fluidne tehnike v primerjavi z rastjo strojne industrije, ne vem, ker tovrstne informacije niso več tako enostavno dostopne. Eden od glavnih vzrokov hitrejši rasti fluidne tehnike

od strojne industrije je zanesljivo ta. Delež obsega vgrajene fluidne tehnike se hitro povečuje tudi v drugih industrijskih panogah, kot so cestna in necestna vozila, zračna in vodna plovila, zabavništvo itd., ki se statistično ne vodijo v strojni industriji, zato je možen vir hitrejši rasti obsega prodaje tudi tu.

Globalno gledano še vedno pokrivajo največji trg fluidne tehnike države, združene v CETOP-u, sledijo ZDA in Japonska. Enak vrstni red je tudi ločeno za hidravliko in pnevmatiko.

Po zadnjih podatkih je bila rast v 2006 in ocenjena rast v 2007 ok. 11 % v državah CETOP-a (EU) in Japonske, ok. 5 % v ZDA, več kot 30 % pa je rast obsega prodaje fluidne tehnike na Kitajskem, ki je daleč najhitreje rastoči trg za fluidno tehniko. Leta 2000 je bil delež Kitajske v celotnem statistično obdelanem globalnem obsegu prodaje fluidne tehnike 2 %, v letu 2006 pa že skoraj 8 %.

Slovenija je močno odvisna od razmer na trgu nemške oziroma evropske strojne industrije. Če gre dobro njim, potem gre dobro tudi nam.

Na žalost zaradi nesposobnosti pridobivanja podatkov o obsegu prodaje od članic združenja Fluidna tehnika Slovenije nimam natančnih podatkov o rasti v Sloveniji. Vsekakor je rast na področju hidravlike večja kot 10 %, na področju pnevmatike pa nekoliko manjša. Rast v Kladivarju v letu 2007 pa je večja od 20 %.

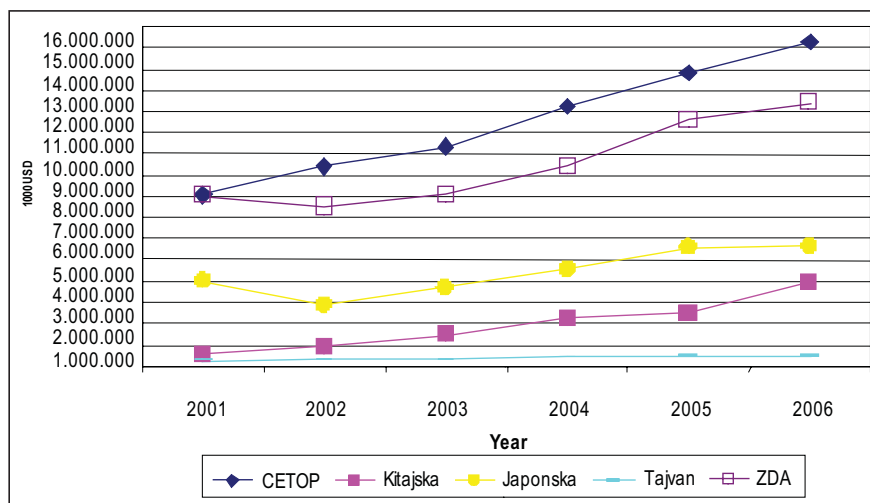
Na strokovnem srečanju Fluidna tehnika 2007 v Mariboru sem ocenjeval, da se bodo razmere v drugi polovici leta 2008 umirile. Glede na obseg stanja naročil sedaj ocenjujem, da se bo tako stanje nadaljevalo do konca leta, leto 2009 bo pa že normalno.

Ventil: V naših pogovorih z gospodoma A. Bolzanijem, takratnim predsednikom CETOP-a, in H. Murrenhoffom, predstojnikom IFAS-a v Aachnu, sta oba sogovornika poudarila poseben pomen poslovnega in strokovnega združevanja na mednarodni in nacionalni ravni. Kako pa vi ocenjujete tovrstno dejavnost v Sloveniji? Zdi se, da se malo čuti dejavnost združenja Fluidna tehnika Slovenije. Pogrešamo več sodelovanja in prizadevanja pri raziskovalnem in izobraževalnem delu, na področju standardizacije ipd.

M. Kopač: O čistem poslovnem združevanju na področju fluidne tehnike ne bi mogel veliko povedati, ker takih združenj ne poznam.

Kar zadeva strokovno združevanje na mednarodni in državni ravni, se s trditvami v celoti strinjam. Le na ta način lahko proizvajalci, porabniki pa tudi druge zainteresirane strani, kot so raziskovalne in izobraževalne ustanove, relativno enostavno usklajujejo svoje interese in jih uveljavljajo v širši združbi. Pomembne skupne zadeve so:

- priprava modelov – pravil za merjenje konjunkturnih trendov,
- oblikovanje glavnih statističnih skupin za spremljanje letnih obsegov prodaje,
- oblikovanje smernic za uporabo sprejete nacionalne zakonodaje, ki je posledica transpozicije smernic Evropske unije,
- sodelovanje pri sprejemanju ali prevodu standardov tako na državni kot mednarodni ravni (CEN, ISO, SIST),
- terminologija,
- promocija fluidne tehnike kot interdisciplinarne industrijske panoge,
- promocija fluidne tehnike pri dijakih in študentih,



Fluidna tehnika – gibanje trga v letih 2001 do 2006 (vir: ISC Statistic)

- izdajanje priporočil za usposabljanje s področja fluidne tehnike,
- izdajanje pogojev za pridobitev pooblastil za izdajanje mednarodno veljavnih spričeval za vsako stopnjo izobraževanja.

Prav zadnji dve naštetih zadevi s področja izobraževanja sta pri evropskem združenju CETOP postali zelo pomembni. S spričevalom CETOP se imetniku priznava stopnja usposobljenosti znotraj celotne EU in tako zagotavlja prosto gibanje ljudi in njihovega znanja.

Na sejmu Conexpo v Las Vegasu (na stojnici Poclairn Hydraulics je razstavljal tudi Kladivar) je NFPA skupaj s CETOP-om ter nacionalnimi združenji iz Nemčije, Francije, Italije, Velike Britanije, Kitajske in Tajvana izdalo nov video, ki predstavlja fluidno tehniko in njeno uporabnost ter jo tako približuje dijakom in študentom.

Ameriško, japonsko, kitajsko, tajvansko in kanadsko nacionalno združenje skupaj s CETOP-om tvorijo jedro ISC (International Statistic Committee) – mednarodnega komiteja za statistiko. Preko ISC v zadnjih letih lahko pridobivamo globalne tržne trende in obseg prodaje fluidne tehnike (glej *sliko*). Ti podatki in informacije so v globaliziranem gospodarstvu resnično dobrodošli in pomembni.

CETOP je po združitvi večine držav v EU nekoliko izgubil pomen, ker

so del njegovih pristojnosti prevzeli drugi organi EU in CEN. Prav tako so velike korporacije pričele uveljavljati svoje interese na druge načine, tako da v delovnih telesih CETOP-a ni bilo več predstavnikov Boscha, Rexrotha, Festa, ... s tem pa je delo postalo manj profesionalno.

V zadnjem času se zadeva popravlja in zgleđa, da bo CETOP počasi dobil stare pozicije.

V Sloveniji je od konca sedemdesetih let pa do leta 1991 znotraj GZS in ZKI uspešno deloval Odbor za fluidno tehniko (OFT). Takrat so bile članice tega odbora največja slovenska podjetja kot so TAM, Litostroj, Riko, Metalna, Hypos, Kladivar, LIV, TIO itd. Kritična masa človeških in finančnih virov je bila zadostna za dobro delo odbora.

Po velikih gospodarskih težavah od leta 1989 do 1994 je kar nekaj od teh podjetij razpadlo ali propadlo. Kljub vsemu nam je uspelo zbrati dovolj moči, da se je OFT organiziral kot samostojno združenje s svojimi pravili v Združenje za fluidno tehniko Slovenije in kasneje v Fluidno tehniko Slovenije. Za to so zaslužni takratna sekretarka GZS-ZKI Francka Gabron, ki je bila vedno naklonjena tovrstnemu združevanju in ga je po svojih močeh tudi podpirala, in skoraj vsi iz tako imenovanega Foruma 24, kot so Vogrič, Beovič, Marolt, Grebenc, Jeromen, Stušek, Kiker, Helbl, Križman ... Hvala jim.

Potem smo uspeli združenje kot eno prvih strokovnih združenj iz Slovenije leta 1994 včlaniti v evropsko strokovno združenje CETOP.

Združenje je vse tja do leta 2004 delovalo normalno, to pomeni, da so se organi redno sestajali, bili aktivni in produktivni na področju standardizacije, predvsem po zaslugi g. Marolta, izvajali skupne nastope na sejmih doma in v tujini, izdali direktorij članic združenja itd. ter aktivno sodelovali v organih CETOP-a – dvakrat smo organizirali tudi letno skupščino CETOP-a.

Kot najboljši rezultat tega obdobja pa je nedvomno revija Ventil. Razvila se je iz predhodnika Biltena OFT. Mirno lahko rečem, da je bil idejni in izvedbeni oče te revije mag. Anton Stušek.

Za rojstvo te revije smo na odborih OFT preživeli kar nekaj težkih ur glede financiranja, a se je splačalo. Upam, da bo tudi novi urednik imel dovolj volje za njen nadaljnji razvoj. Glede na število člankov v njej pa želim podobno tudi g. Stušku. Z razširitvijo vsebine na področje avtomatizacije je revija dobila širši krog bralcev, piscev strokovnih člankov in tudi oglaševalcev. Pravzaprav je ta revija poleg strokovnega srečanja Fluidna tehnika, ki ga organizira FS Maribor oziroma dr. Lovrec s sodelavci, trenutno edina aktivnost na področju FT. A zelo pomembna.

Za tisto pravo strokovno sodelovanje na področju izobraževanja, standardizacije, terminologije, statistike ... pa pri članicah ni več prave volje. Zmanjkalo je »pravih človeških virov«, ki so še bili pripravljene kaj narediti prostovoljno. Podjetij, ki bi financirala take projekte, pa praktično ni več. Moram reči, da se v zadnjem času Kladivar počuti precej osamljen, kar se tiče interesa za sodelovanje. Potrebno je vedeti, da imajo resnično pravi interes le proizvodna podjetja, teh pa je zelo malo.

Vsaj nov pojmovnik s področja fluidne tehnike bi pa vseeno morali prevesti in tako zmanjševati zmedo pri pisanju strokovnih prispevkov in izdajanju katalogov proizvodov v podjetjih.

Glede na dane razmere upam, da nam bo uspelo do konca aprila sklicati skupščino Fluidne tehnike Slovenije, izvoliti nove organe in z novimi silami nadaljevati tridesetletno delo na tem področju.

Ventil: CETOP je v zadnjih letih poglobil prizadevanje za usklajeno izobraževanje in usposabljanje strokovnih kadrov na poklicni in srednji strokovni ravni. Izhodišča in zamisli so bili podrobneje predstavljeni tudi na generalni skupščini v Ljubljani leta 2005. Kako stvari napredujejo pri nas? Tudi v povezavi z bolonjskimi smernicami visokošolskega izobraževanja z vidikov obravnavanega področja?

M. Kopač: Nekaj o tem je bilo povedanega že v prejšnjem odgovoru.

Kaj konkretnega se še ni zgodilo. Vzroki so v premajhni kritični masi potreb po dodatnem usposabljanju. Glede visokošolskega izobraževanja v povezavi z bolonjskimi in CETOP-ovimi smernicami pa praktično ne vem nič. Sam tudi nisem goreč podpornik bolonjskih usmeritev, saj zgleda tako, da bodo le podaljšale in podražile študij ter razvrednotile dosedanje stopnje.

Tudi razne višje šole, ki proizvajajo inženirje na »tržnih osnovah«, so bolj ali manj odklon od dobrega šolskega sistema. Glede na vsesplošno pomanjkanje teh virov pa je tudi to boljše kot nič. Vsakega novega strojnika smo zelo veseli.

Ventil: Vaše podjetje se je lansko leto poslovno trajneje povezalo z mednarodno uveljavljeno firmo Poclair. Prosimo vas, da našim bralcem podrobneje predstavite vsebino in pomen te povezave za nadaljnje delo in razvoj tovarne Kladivar.

M. Kopač: Cilj in želja vodstva družbe in kar nekaj zaposlenih sta bila, da družba ostane v lasti Žirovcev oziroma zaposlenih. Na žalost nismo uspeli zbrati dovolj denarja oziroma korajže ter tvegati veliko zadolženost družbe ter s tem ohromiti njen nadaljnji razvoj.

Tako je nazadnje postala večinska oziroma že skoraj 100-odstotna lastnica Kladivarja družba Poclair

Hydraulics SA iz Francije.

Namen nakupa Kladivarja je bil predvsem v diverzifikaciji njegovega proizvodnega in prodajnega programa. Poclairin Hydraulics je znan proizvajalec hidravličnih motorjev. Za celovitejšo oskrbo svojih kupcev in razvijanje pogonskih sistemov pa potrebujejo tudi ventile. Kladivar se jim je zdel s svojimi osrednjimi sposobnostmi razvijanja, proizvodnje in trženja hidravličnih ventilov pravih, zato so ga kupili.

Družba Poclairin Hydraulics je v večinski družinski lasti, zato so njeni nameni s Kladivarjem pošteni in dolgoročni. Tudi v bodoče bo Kladivar ohranil svoj proizvodni in prodajni program ventilov, ohranil in po možnosti ojačal raziskovalno-razvojno enoto in še naprej intenzivno vlagal v osrednje tehnologije, kot so izdelava ohišij, vitalnih delov ventilov in blokov na obdelovalnih centrih, honanje, zunanje in notranje brušenje, raziglanje, pranje, površinska zaščita ter merjenje, sestavljanje in preskušanje. Planirana organska rast do leta 2015 naj bi bila 10 % na leto.

Strategija Kladivarja pri razvijanju proizvodov je bila v zadnjem času že preusmerjena s standardnega in kataloškega programa na razvoj in proizvodnjo posebnih ventilov za kupce OEM. Tu smo konkurenčnejši predvsem zaradi znanja, prilagodljivosti in cenovne prožnosti.

Skupaj s Poclairin Hydraulics SA bomo sedaj še lažje vstopali na ta segment trga in s tem v pomembne dobavne verige velikih porabnikov fluidne tehnike, kot so Caterpillar, Volvo, CNH itd. Seveda bomo morali za vstop v te verige izboljšati tudi naše organizacijske sposobnosti.



Laurent Bataille, predsednik uprave družbe Poclairin Hydraulics SA (na sliki levo) in Dušan Seljak, vodja trženja v Kladivarju predstavljata Kladivarjeve ventile na sejmu v Las Vegasu

Prav tako bomo intenzivno razvijali področje hidravličnih sistemov, storitev ter zastopniškega programa. Seveda bomo v svoj prodajni program prevzeli tudi proizvode Poclairina in jih prodajali na trgu jugovzhodne Evrope,

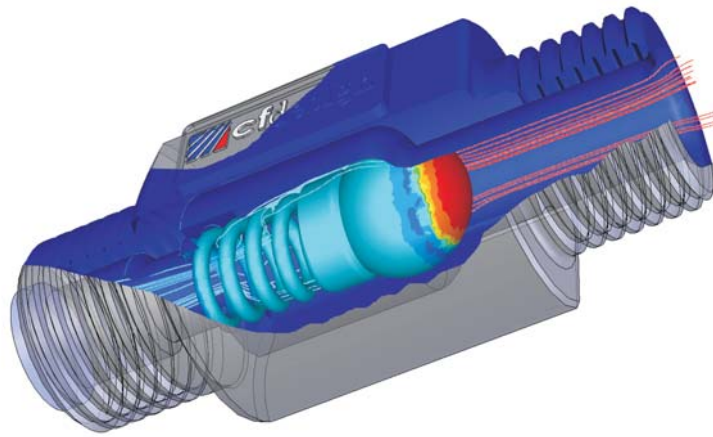
Družba Poclairin Hydraulics ima svoje prodajne družbe na vseh celinah. V njeni prodajni mreži bomo lahko prodajali tudi Kladivarjeve proizvode in tako lažje uravnavali posledice tržnih gibanj v prodaji in proizvodnji, saj ta ponavadi niso enaka na vseh trgih.

Cilj vodstva Kladivarja sedaj je, da čim bolj ojača svoje osrednje sposobnosti razvijanja, proizvodnje in trženja sestavin sistemov in storitev s področja oljne hidravlike in na ta način ohranja in omogoči razvoj tega znanja v Žireh in v Sloveniji. Na ta način bomo najbolje ohranjali in razvijali tudi Kladivar in vse tisto, kar je vtakano v njegovo skoraj šestdesetletno zgodovino.

Ventil: Za vaše izčrpne odgovore se vam prisrčno zahvaljujemo in ob tem želimo uspešen nadaljnji razvoj vašega Kladivarja.

Mag. A. Stušek, pomočnik urednika

KLADIVAR
POCLAIR HYDRAULICS GROUP



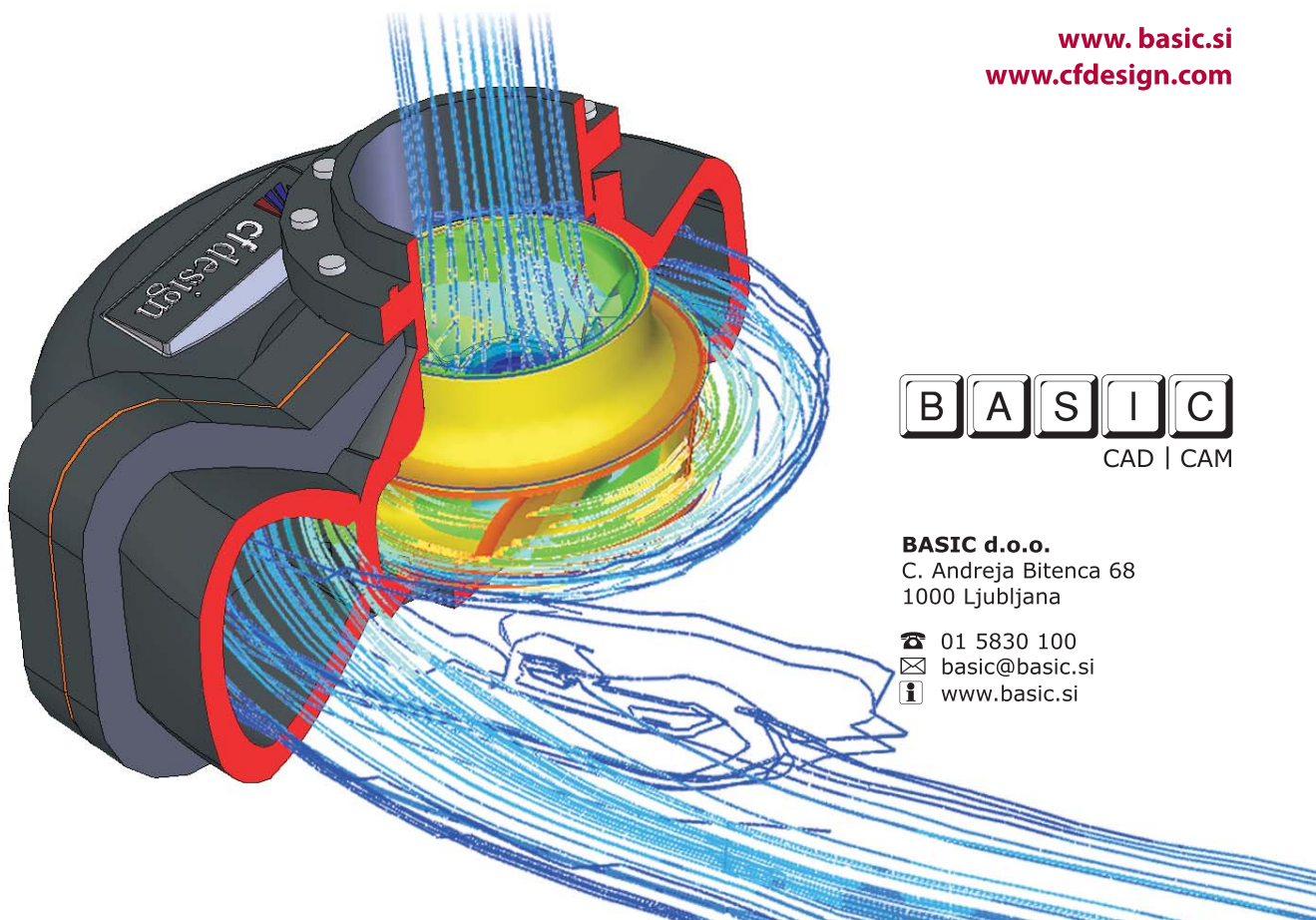
Vas zanima pot zraka in temperatura na poti skozi skozi prezračevalni sistem?
Vas zanimajo tokovnice in padeč tlaka pri pretakanju vode skozi ventil?
Vas zanima, kako ventilator meša zrak?
Vas zanima, kako prezračevalna šoba vpihuje zrak v prostor?
Vas zanimajo temperature komponent in ohišja elektronske naprave?
Vas zanima, kaj se dogaja znotraj kompresorja ali črpalke?



Odgovore vam ponuja **CFdesign** - programska oprema za simuliranje gibanja fluidov (kapljev in plinov) in toplote namenjena konstrukterjem. Za razliko od tradicionalnih programskih paketov za simuliranje fluidov za uporabo **CFdesigna** ne rabite posebnih znanj.

CFdesign se poveže direktno s 3D modelom iz večine CAD sistemov (Autodesk Inventor, Pro/E, Solidworks, Unigraphics...). Sprememba modela tako ne zahteva ponovne nastavitve robnih pogojev in nastavitve mreženja. Tako lahko hitro in bistveno ceneje kot na tradicionalnih preizkuševališčih preverjate obnašanje različnih variant vašega izdelka pod različnimi obratovalnimi pogoji.

CFdesign prinaša obenem zmogljivost in enostavnost uporabe.



www.basic.si
www.cfdesign.com



BASIC d.o.o.
C. Andreja Bitenca 68
1000 Ljubljana

☎ 01 5830 100
✉ basic@basic.si
ℹ www.basic.si

Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje in Laboratorij za avtomatizacijo in informatizacijo procesov



Slika 1. Člani obeh laboratorijev



Temeljni pojmi področja modeliranja, simulacije in vodenja

Tradicija

Korenine **Laboratorija za modeliranje, simulacijo in vodenje** (LMSV – predstojnik prof. dr. Borut Zupančič) in **Laboratorija za avtomatizacijo in informatizacijo procesov** (LAIP – predstojnik prof. dr. Drago Matko) na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani segajo v šestdeseta leta preteklega stoletja, ko je pokojni profesor dr. France Bremšak ustanovil Laboratorij za analogno in hibridno tehniko in sodeloval pri oblikovanju smeri Avtomatika na dodiplomskem in podiplomskem nivoju. Iz področij matematičnega modeliranja, računalniške simulacije in teorije regulacije sistemov, za katera je bil profesor Bremšak eden od

začetnikov v Sloveniji, pri čemer je vzgojil ogromno mladih kadrov, sta se razvila omenjena laboratorija, ki vseskozi tako v pedagoškem kot tudi v raziskovalnem smislu delujeta kot ena skupina. V povezavi z Odsekom za sisteme in vodenje na Inštitutu Jožef Stefan, katerega ustanovitelj je bil tudi profesor Bremšak, predstavljata okolje z najdaljšo tradicijo na omenjenih področjih v Sloveniji.

Laboratorija trenutno štejeta 15 članov (*slika 1*):

- 3 redni profesorji
- 3 izredni profesorji
- 3 docenti
- 5 mladih raziskovalcev
- 1 tehnični sodelavec

Sodobna tehnologija vodenja spada med tako imenovane kritične tehnologije, to je tiste, ki so v državnem in celo svetovnem merilu posebej pomembne za uspešnost in napredek gospodarstev. V nasprotju z drugimi tehnologijami, ki dajejo pretežno vidne izdelke in dobrine, ima tehnologija vodenja bolj posreden, se pravi infrastrukturni pomen. Njeni učinki se namreč prepletajo skozi mnoge inženirske, ekonomske, družbene in druge dejavnosti.

Področje tehnologije vodenja pa je tudi izrazito interdisciplinarno. Potrebno je povezovanje znanja o procesih, ki jih želimo voditi, z znanjem iz tehnologije vodenja. Poleg klasičnih zahtev po minimizaciji surovin, energije, časa izdelave in

cene so dandanes prisotne še zahteve po fleksibilnosti in zanesljivosti proizvodnje, po kvaliteti proizvodov, po varnosti in humanizaciji delovnih mest ter po varovanju okolja. V teh pogojih so uspešnejše interdisciplinarne skupine strokovnjakov, ki poleg svojega specialnega področja poznajo tudi osnove tehnologije vodenja.

Vodenje je proces, s katerim vplivamo na delovanje sistema z namenom, da dosežemo nek zastavljeni cilj. Gre torej za transformacijo informacij o vodenem procesu in o njegovem okolju v odločitve in ukrepe, ki ob upoštevanju kriterijev in omejitev zagotavljajo željeno obnašanje sistema. Pri tem pojem vodenja zajema tako odprtoznančno vodenje – **krmiljenje** kakor tudi zaprtznančno (povratnoznančno) vodenje – **regulacijo**.

S področjem vodenja sta neločljivo povezana tudi pojma **kibernetike**, ki se ukvarja s študijem vodenja in komunikacij v živih bitjih in tehničnih sistemih, ter **avtomatike**, ko procesi zbiranja informacij o stanju sistema in okolice, priprave ukrepov in odločanje ter ukrepanje potekajo brez posredovanja človeka. Prav tako pa seveda ne gre brez komunikacijskih, informacijskih in računalniških tehnologij.

Avtomatiki veliko stavimo na **sistemski pristop**, kar je posledica dejstva, da se v današnjem času pojavlja vedno več problemov z izrazito interdisciplinarnim značajem, zato konvencionalne metode analize niso več dovolj uspešne. Tako je postala **teorija sistemov** obenem z računalništvom, simulacijo, teorijo vodenja, kibernetiko, robotiko in informatiko zelo pomembna. Čeprav je sistemska teorija že dolgo znana, je zaradi hitrega razvoja tehnologije, računalnikov in komunikacij postala uporabna šele v novejšem času in pomeni enega bistvenih pristopov pri izvedbi večine projektov. Sistemska teorija je metodološka veda, ki temelji na lastnostih, ki so skupne najrazličnejšim sistemom. To so: cilji, stanja, omejitve, stabilnost, vodenje, dinamično obnašanje itd. Gre torej za vedo, ki teži po združitvi obstoječega znanja o različnih sistemih v enovit pristop. Tako je namen **sistemskega**

pristopa razumeti, načrtovati, spreminjati, ohranjati in morda tudi voditi obnašanje obravnavanih sistemov. Med številnimi možnimi rešitvami torej iščemo najbolj sprejemljivo, upoštevajoč celovitost problema, okolico in različne omejitve.

Sistem definiramo kot množico elementov, ki so povezani med seboj in z okolico tako, da delujejo kot celota. Pojem **procesa** pa pomeni potek, postopek ali dogajanje, ki povzroča spremembo stanja sistema. Gre torej za odvisnost odziva sistema od časa, ki ga opisuje pojem **dinamike**. Proces je torej dinamični sistem. **Tehnični proces** tako lahko imenujemo skupek soodvisnih potekov v nekem sistemu, ki rezultirajo v transformaciji, transportu ali skladiščenju materije, energije ali informacije.

Sistemska teorija omogoča enovit in univerzalen pristop k reševanju problemov, pri čemer imata pomembno vlogo tudi **modeliranje** in **simulacija**. Gre za neločljiva postopka, ki vsebujeta kompleksne aktivnosti v zvezi s konstrukcijo modelov realnih objektov in eksperimentiranje z modeli v smislu pridobivanja podatkov o obnašanju modeliranega procesa. Pri tem je modeliranje vezano predvsem na relacije med realnim procesom in njegovimi modeli, simulacija se ukvarja s povezavo med matematičnim in simulacijskim (računalniškim) modelom, slednji pa tvori kot svoj izhod časovne odzive, ki jih vrednotimo glede na obnašanje obravnavanega procesa. Namen študija sistemov s pomočjo modeliranja in simulacije je torej doseganje različnih ciljev, ne da bi morali eksperimentirati na realnih objektih, pri čemer gre tako za opis kot tudi za razlago njihovega obnašanja.

Raziskovalno delo

Čeprav so raziskave na področju tehnologije vodenja dosegle izredno visoko stopnjo, pa njihovi učinki v praksi še precej zaostajajo. Zato se tudi na področju temeljnih raziskav kaže potreba po integraciji znanja v smislu praktične uporabnosti metod in ne toliko razvijanja novih bolj in bolj sofisticiranih pristopov.

Poudarki raziskav laboratorijev se zaradi omenjenih razlogov obračajo predvsem v naslednje smeri:

- problem učinkovitega pridobivanja znanja o procesu (novi pogledi na modeliranje in simulacijo sistemov);
- pri načrtovanju vodenja se problematika širi predvsem v smislu enovitega upoštevanja ne le krmilno-regulacijskega nivoja, temveč tudi nadzora (vključuje zagon in zaustavitev procesa, odkrivanje, spoznavanje in odpravljanje napak, optimiranje urnikov itd.) ter poslovne in upravljalvske sfere;
- možnost povečevanja učinkovitosti načrtovanja vodenja v smislu kombinacij metod, vendar ne le iz klasične linearne teorije, temveč ob vključevanju ekspertnega znanja in pristopov s področja umetne inteligence ter v smislu prilagajanja načrtovalskih orodij domenam uporabe;
- možnost uporabe omrežnih tehnologij na področju tehnologije vodenja.

Modeliranje in simulacija

Matematično modeliranje in simulacija procesov skokovito pridobivata na pomembnosti tako na tehniških kot tudi na netehniških področjih, še posebno pa narašča njun delež v projektih visoke tehnologije. Nekatera področja raziskav laboratorijev so:

- konvencionalni pristopi teoretičnega in eksperimentalnega modeliranja in simulacije,
- nelinearni modeli,
- modeli z nevronskimi mrežami,
- intervalni mehki modeli in večpredstavno modeliranje,
- hibridni modeli (simulacija in pretvorbe med različnimi tipi),
- modeliranje avtonomnih mobilnih sistemov.

Nekatera področja uporabe modeliranja in simulacije pa so:

- vodenje procesov (načrtovanje vodenja, razvoj metode, izvedba – npr. vodenje na osnovi modela, odkrivanje napak ...),
- bio- in farmakogenomika, medicina,
- toplotni in svetlobni tokovi v stebah itd.



Slika 2. Avtonomni mobilni sistem

Vodenje procesov

Osnovna področja raziskav laboratorijev zajemajo konvencionalno, multivariabilno, adaptivno in prediktivno vodenje zveznih, diskretnih in hibridnih sistemov z ustrežno računalniško podporo in v kombinaciji s pristopi s področja umetne inteligence, pri čemer so bolj kot nove metode zanimive **kombinacije metod** s ciljem približevanja uporabi v industriji.

Omenimo naj

- konvencionalne pristope (npr. PID-regulacija),
- vodenje multivariabilnih sistemov,
- vodenje na osnovi (nelinearnih) modelov – prediktivno vodenje,
- adaptivno vodenje,
- vodenje hibridnih sistemov,
- uporabo pristopov s področja umetne inteligence (nevronske mreže, mehko vodenje, genetski algoritmi itd.),
- ekspertne sisteme za vodenje ali za vrednotenje relativne učinkovitosti vodenja,
- vodenje avtonomnih mobilnih sistemov (zaznavanje okolice, avtonomno delovanje, navigacija, zaznavanje ovir, iskanje zelenih ciljev, sensorika, algoritmi vodenja, razpoznavanje značilk v prostoru, planiranje poti, lokalizacija, kartiranje itd.),
- prilagajanje strategij vodenja konkretnim problemskim domenam ter standardni procesni opremi (npr. vodenje temperature šaržnega reaktorja, vodenje toplotnih in svetlobnih tokov v stavbah).

V zadnjih letih je v laboratorijski raziskovalni dejavnosti precejšen pouda-

rek na avtonomnih mobilnih sistemih. Enega izmed njih prikazuje *slika 2*.

Pedagoško delo

Pedagogi laboratorijev delujemo predvsem na smeri **Avtomatika** tako na univerzitetnem kot na visokošolskem strokovnem študiju. Program Avtomatike se v zadnjih treh semestrih še nadalje deli, sodelavci laboratorijev pa sodelujejo predvsem pri predmetih izbirnih skupin **Procesna avtomatika (PA)** in **Inteligentni sistemi (IS)**. Predmeti vsebujejo vse tiste vsebine, ki so temeljnega pomena v avtomatizaciji industrijskih procesov: modeliranje, identifikacija in simulacija, sistemi vodenja (gradniki, algoritmi, nadzorni sistemi, računalniški sistemi), umetni inteligentni sistemi (razpoznavanje oblik, govora). Poučevanje temelji na t. i. sistemskem pristopu, kar omogoča učinkovito reševanje problemov raznih področij s podobnimi pristopi.

Dejavnosti obeh laboratorijev (LMSV in LAIP) najlepše prikazujejo kar naslovi predmetov v tretjem, četrtem in 5. letniku univerzitetnega študijskega programa: Elementi za avtomatiko in robotiko, Regulacije 1, Modeliranje procesov, Simulacije, Regulacije 2, Seminar: Vodenje sistemov I, Diskretni regulacijski sistemi, Identifikacije, Računalniško podprto inženirstvo, Seminar: Vodenje sistemov II, Multivariabilni sistemi, Računalniško vodenje procesov, Seminar: Vodenje sistemov III. Skratka gre za vsebine, ki so nujne v avtomatizaciji v procesni in izdelčni industriji pa tudi za mode-

liranje in vodenje sistemov na drugih področjih. Trije seminarji z naslovom Vodenje sistemov so zasnovani tako, da ob njih študenti praktično preizkusijo vse najpomembnejše pristope na področju avtomatizacije. Teoretične vsebine so podprte s praktičnim delom v dobro opremljenih laboratorijih (*slika 3*).

Študentje se vključujejo tudi v raziskovalno delo. Za večino predmetov imajo na voljo učbenike, ki so jih napisali neposredni predavatelji in asistenti, pa tudi obsežno tujo literaturo. Vsako leto je organizirana ekskurzija v uspešna slovenska podjetja. Laboratorija sta se med prvimi na Fakulteti za elektrotehniko vključila v program SOCRATES-ERASMUS, ki omogoča mobilnost študentov in učiteljev. Nekaj študentov je že opravilo del študijskih obveznosti v tujini, prav tako pa je gostovalo nekaj tujih študentov. Člani laboratorijev občasno predavajo v tujini, tuji profesorji pa na naši fakulteti.

Sodelavci laboratorijev smo v sodelovanju z Inštitutom Jožef Stefan in podjetjem INEA razvili niz petdnevni tečajev, ki pokrivajo življenjski cikel projektov s področja tehnologije vodenja. Ker so bili tečaji načrtovani v okviru projekta TEMPUS-ALIAC ob sodelovanju še petih evropskih univerz, je njihova kvaliteta tudi mednarodno potrjena. Tečaji predstavljajo tudi glavni del predmetnika specialističnega študija Tehnologija vodenja industrijskih procesov na Fakulteti za elektrotehniko, možno pa jih je obiskovati tudi posamično kot tečaje dopolnilnega



Slika 3. Prikaz laboratorijskih modelnih naprav

izpopolnjevanja. Najpomembnejša lastnost tečajev je njihova praktična usmerjenost, pri čemer gre za prikaz le najnujnejših teoretičnih načel. Ustrezno strukturo prikazuje slika 4.

na opremi industrijskih dimenzij študij popestri in poudarja uporabnostne vidike. Pri tem se veskozi uporablja sodobna računalniška, komunikacijska in multimedijaska oprema, v zadnjem času pa tudi učenje na daljavo. Pozor-

gometu (slika 5). Študentje preko igre in tekmovanja pridobijo najsodobnejše znanje s področij sensorjev, umetnega vida, digitalne obdelave slik, računalništva in informatike, umetne inteligence, inteligentnega vodenja, komunikacije, robotike, mehatronike, modeliranja in simulacij itd.

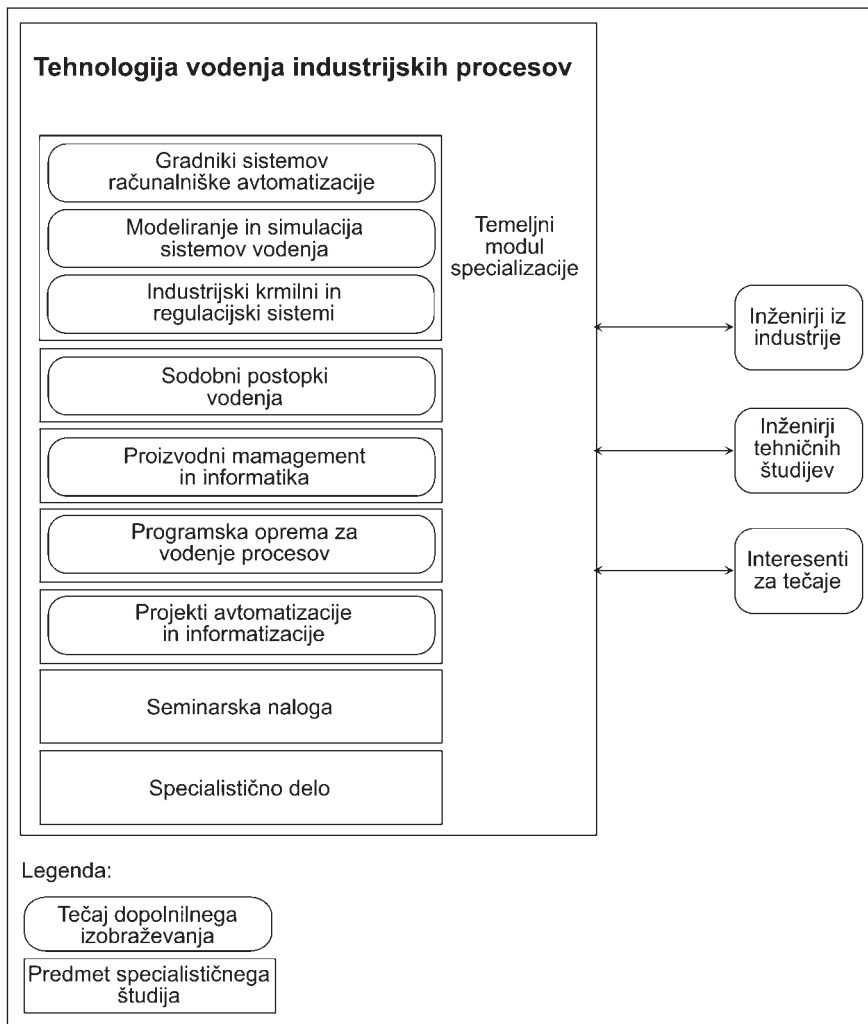
Naše ekipe se udeležujejo evropskih in svetovnih prvenstev ter olimpijad. Dosegle so velike mednarodne uspehe, saj so zmagale na evropskem prvenstvu v Ljubljani in na olimpijadi v San Franciscu, pa tudi na svetovnih prvenstvih so dosegle zelo visoka mesta.

Ker Fakulteta za elektrotehniko v letu 2009/2010 prehaja na bolonjski študij, je bila za model 3 + 2 + 3 potrebna korenita strukturna in vsebinska prenova dosedanje študijske sheme, kar je v zadnjem obdobju zahtevalo velik angažma. Programi so pripravljene in čakajo na ustrezne akreditacije. Želeli smo ponuditi privlačne predmete, ki bi ob evidentnem pomanjkanju kadrov na našem področju pritegnili čim več študentov in jih naučili tako samostojnega kot tudi skupinskega projektnega dela in učinkovitih pristopov k reševanju zastavljenih nalog.

Dosežki

Najpomembnejše dosežke laboratorijev na različnih področjih delovanja na najkrajši način predstavljajo naslednji kazalci:

- nosilci programske skupine: Modeliranje, simulacija in vodenje



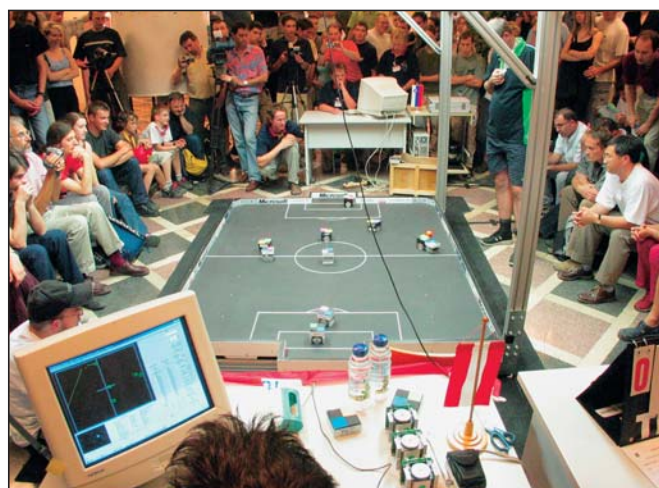
Slika 4. Struktura dopolnilnega in specialističnega izobraževanja Tehnologija vodenja industrijskih procesov

Oba načina izobraževanja sta namenjena predvsem:

- inženirjem, ki se pri svojem delu srečujejo s problematiko vodenja procesov,
- inženirjem avtomatike, ki si želijo obnoviti in dograditi znanje,
- diplomantom visokih strokovnih šol,
- ostalim zainteresiranim posameznikom poljubne izobrazbe.

V vseh programih dajemo velik poudarek motivaciji študentov in popularizaciji stroke. Delo na sodobnih laboratorijskih modelnih napravah in

nost je posvečena tudi samostojnemu kreativnemu delu študentov, ki z delom na ustreznih problemih pridobivajo potrebne izkušnje. To delo v nekaterih primerih popestrijo tudi tekmovanja. Motivacijsko in promocijsko vlogo v tem smislu igra tekmovanje v robotskem no-



Slika 5. Računalniški programi tekmujejo v »nogometu«

- sistemov za MVZT,
- soustanovitelji in člani tehnološke mreže: Tehnologija vodenja procesov (TVP),
- soustanovitelji in člani Tehnološkega centra za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo (ARI),
- sodelovanje v projektu ESRR: Sodobne tehnologije vodenja za povečanje konkurenčnosti ob sodelovanju članov TVP in 44 slovenskih proizvodnih podjetij kot uporabnikov rezultatov,
- sodelovanje v Centru odličnosti za sodobne tehnologije vodenja in v Centru odličnosti biotehnologija s farmacijo,
- sodelovanje v dveh projektih CRP Znanje za varnost in mir,
- sodelovanje v evropskih projektih: TEMPUS, COPERNICUS, SOCRATES ERASMUS, 5. in 6. okvirni program EU,
- bilateralna sodelovanja z Nemčijo, Anglijo, Avstrijo, Češko, Japonsko, Francijo, Argentino, Hrvaško in BiH,
- več kot 90 raziskovalno-razvojnih projektov za domačo industrijo in 20 projektov z mednarodno udeležbo,
- tri monografije, od katerih sta dve izdani v mednarodnih založbah, 244 izvirnih znanstvenih in strokovnih člankov v revijah in 870 objavljenih prispevkov na znanstvenih srečanjih,
- trije patenti,
- organizacija štirih mednarodnih strokovnih srečanj,
- zaključna dela: 57 doktoratov, 105 magisterijev, 17 specialističnih del in 892 diplom,
- izdaja 34 učbenikov in 24 študijskih materialov,
- sedem nagrad MVZT, od katerih je najpomembnejša Zoisova nagrada za vrhunske znanstvene dosežke na področju avtomatike prof. Dragu Matku,
- 38 drugih nagrad (Prešernove, Bedjaničeve, najboljši študentski prispevki na strokovnih srečanjih, zmage na srečanjih ICAMES ...), v zadnjem obdobju je zelo pomembna zmaga mladega raziskovalca Simona Oblaka na študentski olimpiadi v St. Petersburgu,

- popolna prenova prostorov v letu 2005.
- Člani laboratorijev smo imeli tudi več vabljenih predavanj na mednarodnih in domačih srečanjih in na različnih znanstvenoraziskovalnih institucijah, sodelujemo v različnih odborih znanstvenih publikacij, pri urejanju zbornikov, pri organizaciji in v odborih mednarodnih znanstvenih srečanj.

To je bil v letu 2007 zagotovo najpomembnejši tovrstni dogodek v Evropi in tudi največji znanstveni dogodek doslej na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Udeležilo se ga je 456 znanstvenikov iz 42 držav sveta, ki so predstavili 420 prispevkov. Kongres je dosegel lep uspeh tako v znanstvenem kakor tudi v družabnem smislu. V pripravi je tudi posebna številka revije SIMPRA z

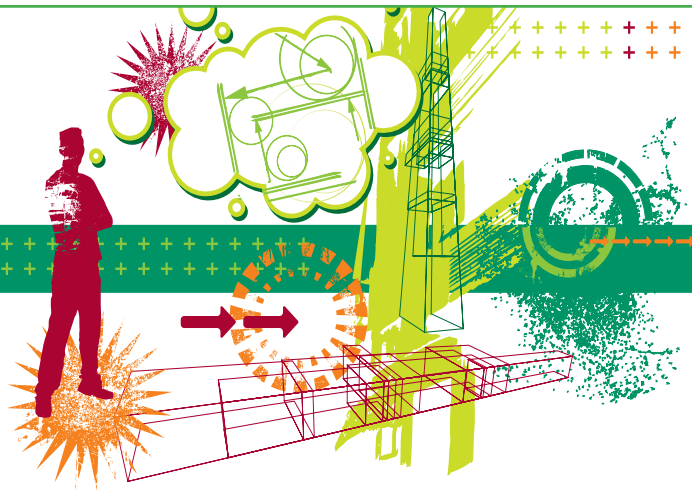


Slika 6. Med odprtjem 6. kongresa EUROSIM

Smo tudi med ustanovitelji **Društva avtomatikov Slovenije (DAS)** in **Slovenskega društva za simulacijo in modeliranje (SLOSIM)**, ki mu od vsega začetka tudi predsedujemo. Društvo je član evropske federacije **EUROSIM**, ustanovljene 1989, ki združuje 13 zvez iz evropskih držav in z različnimi strokovnimi srečaji in drugimi akcijami promovira modeliranje in simulacijo kot univerzalni pristop k reševanju najrazličnejših problemov. Združenje ima tudi svoji publikaciji, in sicer znanstveno revijo **Simulation Modelling Practice and Theory (SIMPRA)**, ki jo izdaja založba Elsevier, in **Newsletter/Journal Simulation News Europe (SNE)**. V obdobju 2004–2007 je združenju predsedoval prof. dr. Borut Zupančič, ki je močno izboljšal delovanje zveze EUROSIM, bil pa je tudi predsednik **6. kongresa EUROSIM** (slika 6).

izborom najboljših člankov s kongresa, pri čemer sta gostujoča urednika prof. dr. Borut Zupančič in prof. dr. Rihard Karba.

*Prof. dr. Rihard Karba
Prof. dr. Borut Zupančič
Doc. dr. Maja Atanasijevič-Kunc
Vsi: UL, Fakulteta za elektrotehniko*



Celje, Celjski sejem

13.-16. maj 2008

PRIJAZNE ENERGIJE,
VARČNE TEHNOLOGIJE

13. mednarodni sejem

TEROTECH – VZDRŽEVANJE

14. mednarodni sejem

ENERGETIKA

ROK ZA PRIJAVO:
december 2007

info@ce-sejem.si
www.ce-sejem.si

3. mednarodni sejem

VARJENJE in REZANJE



Celjski sejem d.d., Dečkova 1, 3102 Celje

CELJSKI SEJEM

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 volumnski 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 letalih in napravah za simulacijo vožnje.



ZASTOPA IN PRODAJA
PPT commerce d.o.o.

Pavšičeva 4
1000 Ljubljana
Slovenija
tel.: +386 1 514-23-54
faks: +386 1 514-23-55
e-pošta: ppt_commerce@siol.net

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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

M+S HYDRAULIC



Iskra Asing – avtomatizacija montaže s sodelovanjem naročnikov

Izdelovalci montažnih sistemov se danes soočajo s številnimi izzivi, med njimi še posebno s kratkimi razvojnimi in izdelovalnimi časi, z globalizacijo trga in visokimi zahtevami glede kakovosti. Ob obisku v podjetju Iskra Asing, d. o. o., smo se pogovarjali z direktorjem g. Stankom Komelom o njihovih izzivih.



g. Stanko Komel

Ventil: Podjetje Asing je bilo nekaj časa del Iskre Avtoelektrika, danes je samostojna družba z omejeno zavezo. Kje vidite razloge za to in kakšne so prednosti ali morebitne slabosti?

S. Komel: Začetki naše dejavnosti segajo v osemdeseta leta prejšnjega stoletja, ko je bila v okviru podjetja Iskra Avtoelektrika, d. d., iz Šempetra pri Gorici osnovana skupina za mehanizacijo in so pričele nastajati prve proizvodne naprave za lastne potrebe. Leta 1992 pa je bilo v okviru družbe Iskra Avtoelektrika ustanovljeno podjetje Iskra Asing, d. o. o.

Vzrokov za ustanovitev samostojne družbe je več, najpomembnejša pa sta predvsem dva, in sicer: sama dejavnost in velikost naše družbe opravičujeta samostojno poslovanje

za svoj račun, drugi vzrok pa je bil v pomanjkanju naročil zaradi razpada takratnega jugoslovanskega trga in stališča lastnikov, naj preživijo sobodni.

Osebnostno vidim v sedanjem statusu samo prednosti: oblikovanje interne organizacije v skladu s potrebami in dejavnostjo družbe, večja fleksibilnost pri sprejemanju posameznih odločitev, hitrejše prilagajanje potrebam na trgu. Slabosti so tudi, vendar ne odtehtajo prednosti.

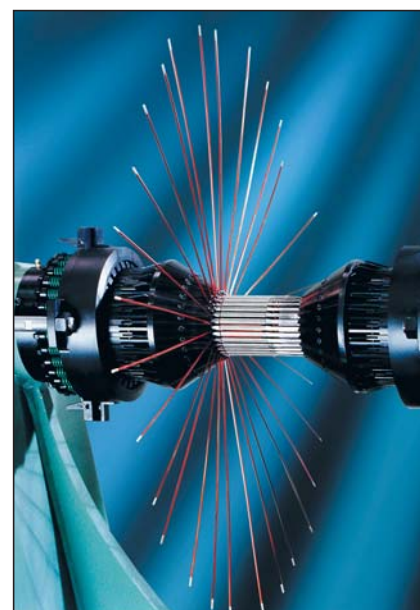
Z vztrajnostjo, nenehnim pridobivanjem znanja in novih izkušenj smo zgradili ekipo, ki danes razvija in izdeluje visokotehnološke fleksibilne montažne proizvodne sisteme, navijalne sisteme za rotorje in statorje električnih motorjev, kontrolne naprave za mehanske in električne meritve. V poslovnih načrtih imamo tudi razvoj in izdelavo impregniranih naprav.

Ventil: Razvijate in izdelujete opremo za avtomatizacijo proizvodnje, še posebno elektromotorjev. Katere so značilnosti vaše opreme in prednosti?

S. Komel: Že od vsega začetka smo izdelovali opremo za proizvodnjo, največkrat za montažo zaganjalnikov in alternatorjev za avtomobilsko industrijo. Zahteve v avtomobilski industriji so, kar se tiče zanesljivosti delovanja, nadzora procesov in sledljivosti, specifične in naša tehnološka oprema mora temu slediti. Razvili

smo lastno tehnologijo navijanja, ki je primerna za letne količine do 300.000 kosov izdelkov. Konkurenčne tehnologije so namenjene za večje količine, vendar pa so primerno temu tudi višje cene.

Ventil: V čem so vaše prednosti pred drugimi podjetji opreme za avtomatizacijo?



Detail navijanja rotorja

S. Komel: Prav gotovo so naše prednosti znanje, ki ga imamo na področju tehnologij proizvodnje zaganjalnikov, alternatorjev in raznih električnih motorjev, prilagodljivost, kakovostni sistemi in kakovost servisiranja. V naše sisteme vgrajujemo le komponente, ki so zanesljive in preverjene. Uvedli smo tudi standardizacijo, ki podpira

projektante. Pri servisiranju opreme na razdalji do 500 km smo pri naših kupcih najkasneje v 48 urah.

Naši projekti so zaključeni, ko inštalirana oprema pri kupcu dosega predvideni takt in druge pogodbeno dogovorjene parametre.

Ventil: V kolikšni meri pri razvojnih projektih uvajate inovativne pristope v razvoju (podpora različnih orodij) in inovativne rešitve (nove tehnologije)?

S. Komel: Za izdelavo namenskih izdelovalnih sistemov je značilen projektni pristop. Prav zato so potrebna znanja projektnega vodenja. Pri pripravi ponudbe sodeluje vsa strokovna ekipa in po uspelem naročilu je projektni vodja odgovoren za njegovo izvedbo. Pri svojem delu uporabljamo podporo različnih sodobnih računalniških orodij, kot je tudi modeliranje v 3D. Razvili smo poseben model za spremljanje stanja na projektu. Še posebno skrbno vodimo stroške materiala in stroške dela. Delež stroškov razvoja pri projektih je med 20 do 30 odstotki in je končan šele z izdelavo dokončno usklajene dokumentacije ter z izdelavo navodil.

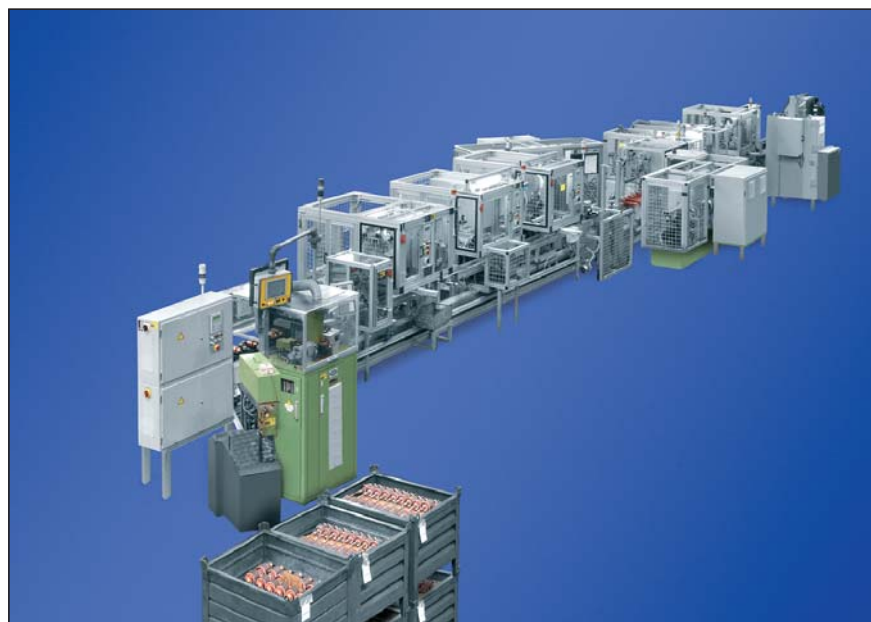
Ventil: Kako organizirate projekte, da obvladujete stroške razvoja in izdelave?

S. Komel: Delo na razvoju stimuliramo z nagradami za prihranke tako pri stroških dela kot pri stroških materiala. Še vedno nam vzame veliko časa izdelava ponudb. Žal je treba omeniti, da izdelavo ponudb in s tem tehniške rešitve v domačem prostoru pogosto spremljajo težave, še posebno, če je bilo v rešitve vložena veliko razvojnega dela. Z zelo podrobno izdelanimi ponudbami dajemo morebitnemu naročniku tudi znanje, še posebno takrat, ko naročila ne pridobimo. Neredko se zgodi, da so naše rešitve pozneje vgrajene v izvedbe drugih dobaviteljev.

Zaradi omejenih človeških resursov se v Asingu že od vsega začetka povezujemo s proizvajalci, ki so specializirani za določene rešitve v avtomatizaciji montaže. Od njih

pričakujemo, da so razvojno narnani in da za vsak nov problem najdejo inovativne rešitve, ki dajejo najboljše rezultate. Usmerjamo se v razvoj montažnih sistemov, končno montažo in postavitev sistema pri kupcih, zato del dela opravijo za nas tudi podjetja, ki so specializirana za obdelavo. V določenih primerih pri razvoju sodelujejo tudi strokovnjaki iz raziskovalnih inštitucij. V preteklosti smo tako uspešno sodelovali s Fakulteto za strojništvo na področju reševanja problema vibracij.

Ventil: Ali ste pri izvedbi projektov omejeni s časom in koliko povprečno porabite za razvoj in izdelavo montažnih sistemov?



Montažni sistem za rotorje DC motorjev

S. Komel: Skoraj vedno so pri razvoju in izdelavi tovrstne opreme postavljeni zelo ozki časovni okviri. Čas razvoja in izdelave je vsekakor odvisen od zahtev oziroma kompleksnosti problema, npr. števila ročnih in števila avtomatiziranih mest. Običajno je danes ta čas med štirimi in desetimi meseci.

Ventil: Ali lahko bralcem revije Ventil predstavite kakšen uspešen projekt?

S. Komel: Pravzaprav v našem dosedanjem delu ne poznamo neuspešnih projektov. Res je, da občasno pride do določenih težav v fazi razvoja ali

proizvodnega zagona posameznega projekta, vendar smo do sedaj vse te težave vedno rešili. V kolikor bi se omejil na projekte višjega tehnološkega nivoja končane v zadnjem obdobju bi omenil štiri in sicer:

- Avtomatska montažna linija statorja motorja za elektro hidravlični volan Opel Astra,
- Linija izdelave rotorja zaganjalnika Lucas Indija,
- Linija montaže AC motorjev za pogon vozil na električni pogon E-Z-GO ZDA in
- Naprava za suho in mokro kontrolo pnevmatskih avtomobilskih vzmeti Good Year

Ventil: Kdo so naročniki opreme za avtomatizacijo proizvodnje doma?

S. Komel: Naše dolgoletne izkušnje pri strojogradnji, strokovna usposobljenost ter poznavanje tehnologij in tehnoloških problemov nam omogočajo učinkovit nastop na domačem in tujih tržiščih. V preteklih dvajsetih letih smo za matično družbo Iskra Avtoelektrika d.d. izdelali več sto naprav, strojev in ostale tehnološke opreme. Tudi danes, ko se družba usmerja v tehnološko zahtevnejše proizvodne procese z visoko dodano vrednostjo, smo ostali njen prednostni dobavitelj in jo oskrbujemo z izdelki iz celotnega proizvodnega programa.



Montažni sistem za sestavljanje statorjev AC motorjev za servo volan Opel Astra

Med slovenskimi poslovnimi partnerji, s katerimi sodelujemo pri izvedbi večjih projektov, so še: Cimos Koper, Revoz Novo mesto, ARSED Novo mesto, Hella Lux Ljubljana, TCG Unitech Lth-ol Škofja Loka, Danfoss Črnomelj, Good Year Kranj ...

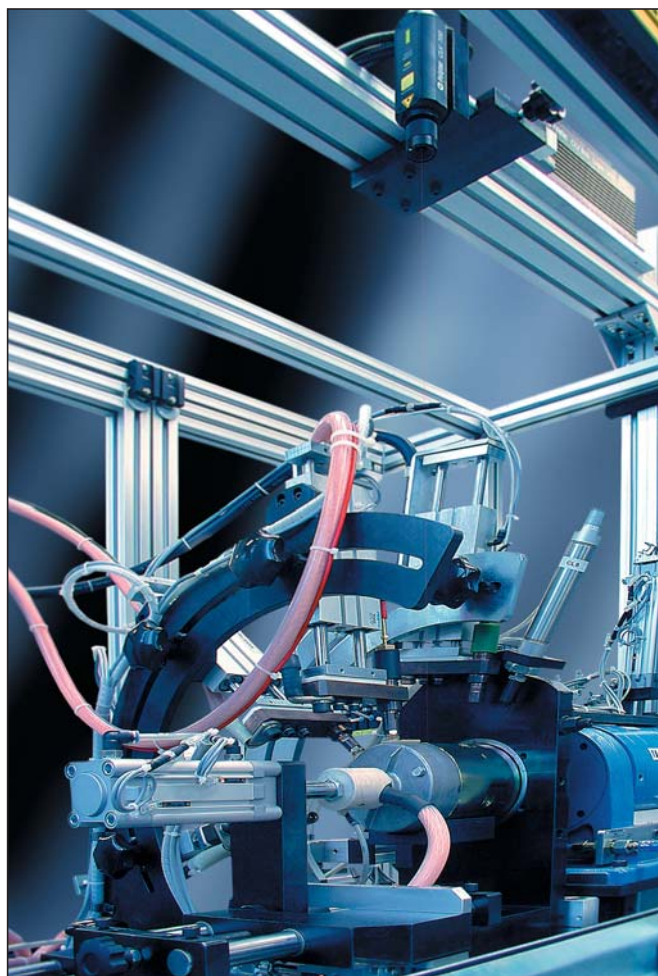
Ventil: Kako v Asingu vidite globalizacijo trga? Ali ste povezani s tujimi dobavitelji in ali nastopate s svojimi projekti tudi v tujini?

S. Komel: Skupina Iskra Avtoelektrika je globalno podjetje s tovarnami v tujini in številnimi poslovnimi povezavami. Ta pristop ima tudi podjetje Asing. Tako smo v tujini s stroji in tehnološko opremo oskrbeli: Avto VAZ – Togliatti in Tarasov Works Inc. (Rusija), IskRa, o. o. o. – Grodno in BATE – Borisov (Belorusija), Elektroprecizia – Brasov (Romunija), IAI (Iran), LUCAS TVS – Chennai (Indija), Pramo Rusija, Avtoplankomponent Rusija, Statomat Nemčija, ISA Kitajska in drugod. Naše rešitve omogočajo kupcem kakovostno proizvodnjo delov, ki se vgrajujejo v izdelke priznanih blagovnih znamk: BMW, Opel, Citroen, Mercedes - Benz, Renault, Peugeot, Toyota, Fiat, Bosch itd.

Ventil: Za uspešno delo potrebujete kadre, kakšno znanje naj bi imeli?

S. Komel: Visokokvalificirani sodelavci in nenehen razvoj nam omogočajo izpolnjevanje še tako zahtevnih želja naročnikov v celotnem procesu izdelave opreme – od razumevanja kupčevih zahtev projektiranja in izdelave do zagona. Kakor ste lahko videli, so za razvojno in inovativno delo, kakršno je razvoj in izdelava avtomatiziranih sistemov za proizvodnjo, ustrezno izobraženi kadri ključnega pomena. Predvsem morajo imeti posebna znanja. V osnovi so to inženirji strojništva in elektrotehnik. Poznati in uporabljati morajo orodja za konstruiranje in tridimenzionalno

modeliranje, poznati morajo metode projektiranja in vodenja projektov



Detalj kontrolne naprave za merjenje električnih karakteristik in hrupnosti DC motorjev

kakor tudi posebna znanja s področja pnevmatike, hidravlike, računalništva, elektrotehnike in elektronike, varilske tehnologije, avtomatiziranih proizvodnih sistemov, robotike in sensorike. Pri tem pa morajo imeti še dobro mero osebnih kvalit, kot so sposobnost prilagajanja, učenja, zlasti pa inovativnost.

Žal se Asing in številna druga podjetja srečujejo s skoraj nerešljivim problemom pomanjkanja strokovnjakov, kar bo lahko imelo dolgoročno slabe posledice za nadaljnji razvoj. Pri razpisih smo soočeni s tem, da se na razpisano mesto projektanta prijavi zelo malo kandidatov ali sploh ni prijav, za razpisana netehniška mesta pa skoraj

neskončno število kandidatov. Podjetja sama rešujemo kadrovsko politiko s štipendiranjem in permanentnim izobraževanjem zaposlenih, vendar to ni dovolj. Za izboljšanje stanja bi bile potrebne korenite spremembe pri financiranju študija, še posebej bi bilo treba izboljšati opremljenost tehniških fakultet. Študij tehnike bi bilo treba zelo spodbujati.

Ventil: *Kakšne so vaše usmeritve za prihodnost?*

S. Komel: V strateškem načrtu 2008–2011 smo zapisali, da želimo biti tudi naprej priznan proizvajalec strojev in opreme za izbrane tehnologije in da bomo s ponudbo inovativnih in

kakovostnih izdelkov stalno večali svoje primerjalne prednosti.

Idej je veliko, čas in trg nam bosta pokazala, katere so uresničljive, katere pa ne. Glede na to, da so naši kupci skoraj v celoti proizvajalci komponent za avtomobilsko industrijo, je s tem naša usmeritev za prihodnost znana – spremljanje in prilagajanje celotnih kapacitet potrebam in razvoju avtomobilske industrije.

V imenu revije Ventil in bralcev vam želim še naprej uspešno realizacijo projektov doma in na globalnem trgu, vse v zadovoljstvo vas in naročnikov.

Dr. Dragica Noe

nadaljevanje s strani 115

■ 15th ISC – Internationale Dichtungstagung (15. mednarodna konferenca, z razstavo o tesnjenju)

7. in 8. 09. 2008

Stuttgart, ZRN

Organizatorja:

- Universität Stuttgart, Institut für Maschinenelemente (IMA)
- VDMA, Fachverband Fluidtechnik

Tematika:

- Statična tesnila
- Gredne tesnilke
- Premočne tesnilke (H + P)
- Osnove tesnilne tehnike
- Tesnilni materiali
- Trenje/Obraba/Prihranki energije
- Simulacije
- Standardizacija/Patentna dejavnost/Zakonski predpisi
- Preskušanje
- Primeri uporabe

Informacije:

– Fachverband Fluidtechnik im VDMA, 15th ISC, Postfach 71 08 61, 60498 Frankfurt/Main, BRD; Ralf Stemjack; tel.: + 069-6603-1318, faks: + 069-6603-2318, e-pošta: ralf.stemjack@vdma.org

■ Bath/ASME Symposium on Fluid Power and Motion Control (ASME-jev simpozij o fluidni tehniki in krmiljenju gibanja, v Bathu)

10.–12. 09. 2008

Bath, UK

Organizatorja:

- ASME
- Univerza v Bathu, Anglija

Informacije:

- dr. Nigel Johnston
- tel.: +44 1225 386 371
- faks: +44 1225 386 928
- e-pošta: ptmc@bath.ac.uk
- internet: <http://www.bat.ac.uk/ptmc>

■ 7th JFPS International Symposium on Fluid Power, Toyama 2008 (7. mednarodni simpozij o fluidni tehniki, Japonskega združenja za fluidno tehniko, Toyama 2008)

15.–18. 09. 2008

Toyama, Japonska

Organizator:

- JFPS
- internet: <http://www.jfps.jp/net/7thjfps/index.htm>

■ VDI-Tagung LANDTECHNIK 2008 (VDI – konferenca o kmetijski tehniki 2008)

25. in 26. 09. 2008

Stuttgart, ZRN

Organizator:

- Universität Hohenheim
- VDI Wissensforum GmbH

nadaljevanje na strani 157

Digital Hydraulics – Towards Perfect Valve Technology*

Matti LINJAMA, Matti VILENIUS

Abstract: Digital Hydraulics is a recently developed alternative for traditional control with servo or proportional valves. The key principle is to use parallel-connected two-way on/off valves together with intelligent control. This paper analyses characteristics of different digital valve systems. It is shown that valve system having equally sized valves is in many senses optimal solution. The feasibility and achievable performance of this approach is discussed. It is shown that the technology has potential for ten times faster response than existing valves and good fault tolerance. Miniaturization is shown to be essential method in implementation of this kind of valve systems.

Keywords: Digital hydraulics, on/off control, miniaturization,

■ 1 Introduction

1.1 Background

Great majority of hydraulic systems are based on analogue control components, such as proportional valves and variable displacement pumps. Benefits of analogue systems are e.g. simple and smooth control. On the other hand, analogue components may be expensive and sensitive to contamination, temperature, vibration etc. Analogue systems have been superseded by digital systems in many fields. Some examples are cameras, displays, computers and music. Digital technology is not limited to electronics but it can be applied in any field of technology. Old examples are DNA code, smoke signs and Morse code, and modern examples are ABS brakes and fuel injection of modern cars [1, 2].

By definition, digital systems utilize discrete value components. Some

Dr. Matti Linjama; Prof. Matti Vilenius, Tampere University of Technology, Institute of Hydraulics and Automation, Tampere, Finland

general principles of digital technology are plurality of similar components (e.g. pixels), AD and DA conversion and intelligent control. Important benefits of digital technology are robustness, repeatability and fault tolerance. The most common solution is to use binary components and it is easy to determine if the signal is ON or OFF. This makes digital systems repeatable and insensitive to noise. Plurality of similar components makes digital systems redundant. For example, failure in single pixel of digital camera causes only a negligible reduction in performance. Digital components are also easier to optimize for performance because there are no requirements for linearity or hysteresis. Digital component is either ON or OFF but nothing between.

Challenges of digital technology are large number of components and/or risk for jerky control. Good controllability requires proper design together with sufficient number of components or extremely fast components. Digital systems have always been more expensive at the beginning but mass production has made them cheaper than analogue counterparts. Also, increased performance, programma-

bility and flexibility (e.g. MP3 player compared to LP disk) have helped to tolerate increased price.

1.2 Classification of Digital Principles in Hydraulics

Digital technologies in hydraulic systems can be divided into three major classes as shown in *Table 1*. The simplest one is traditional on/off technology, in which the output of the system has only two discrete values, such as motor/pump rotating or stopped, cylinder moving or stopped, pressure high or low. Hydraulic cylinder controlled to one or another end can also be included in this class. The second major class is switching techniques, which mimic principles of electric switching systems. The most popular variant is pulse width modulated (PWM) on/off valve. Switching techniques rely on extremely fast switching and the main benefit is simple hydraulic hardware. The purpose is to produce analogue-like output via high-frequency modulation and filtering. The third class is the utilization of parallel-connected components. The systems are truly digital because the output has only discrete values. Output level is defined as a sum of ou-

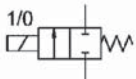
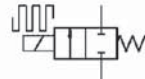
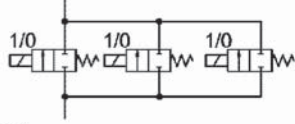
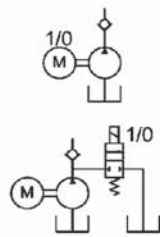
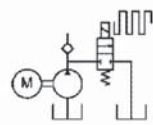
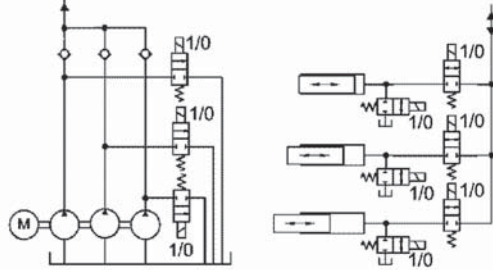
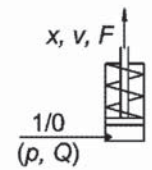
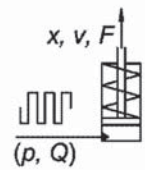
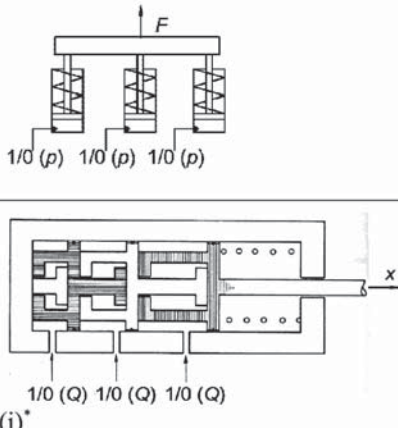
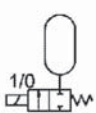
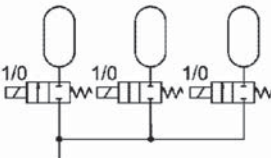
puts of ON components. Essential difference to switching techniques is that no switching is needed to maintain any of discrete output values. This technology is called here Digital Hydraulics.

Switching techniques have been under active research already for decades. Scheidl and Manhartgruber [5] give a good overview of switching techniques and this material is not repeated here. Some discussion can also

cars [1, 2]. Switching controlled pump (Table 1 (f)) has been studied in [7].

Parallel connected on/off valve series of Table 1 (h) is an old invention [8, 9], but it has been applied quite

Table 1. Classification of digital principles in hydraulic circuits and some example circuits. (*Lower picture of (j) from [3])

	On/Off Technology	Switching Technologies	Digital Hydraulics
Valves	 (a)	 (e)	 (h)
Pumps	 (b)	 (f)	 (i)
Cylinders	 (c)	 (g)	 (j)*
Capacitances	 (d)		 (k)

1.3 State of the Art

Basic on/off technology is not studied much nowadays. This is probably because the technology is considered as old-fashioned. However, the on/off control is the best solution for cases in which its control characteristics can be tolerated, and the approach is very popular in pneumatic systems. A short survey on on/off control is given in [4].

be found in [4]. The biggest challenge of switching techniques is the development of extremely fast, reliable and energy efficient on/off valve. Traditional valve technology seems not to be able to satisfy these requirements, but the resonance valve concept [6] seems promising approach. The most important commercial applications of switching techniques are ABS brakes and fuel injection systems of modern

seldom in 20th century [10–12]. The development of valves and control techniques has resulted in extensive research and development of this technology since 2000 [13–21]. The results of this research can be summarized as:

- Digital hydraulic valve systems can significantly save energy similarly as analogue distributed valve systems [13]

- The valve system is fault tolerant and failure in single valve does not prevent the use of actuator [14, 15]
- Performance is comparable or better to analogue counterparts [13, 16, 17]
- Rather complicated controllers are needed [13, 18–20]
- Proper design is needed in order to avoid pressure peaks [21]

Parallel connected pumps (Table 1 (i), left) are routinely used in many applications. Another way to implement digital pump is so called digital displacement technology shown in right side of Table 1 (i) [22, 23]. The idea is to actively control operation of each piston of the pump by on/off valves. Each piston can be independently in idle mode, pump mode or motor mode. This results in better efficiency and controllability but for some reason, the approach is not widely adopted.

1.4 Definition of Terms Used Together with Digital Hydraulics

Most of this paper deals with digital valve systems, such as Table 1 (h). The terminology is not well-established and following definitions are used in this paper (see also *Figure 1*):

DFCU (Digital Flow Control Unit) – Group of two-way two-position on/off valves connected in parallel.

Digital valve system – Configuration of several DFCUs. For example, four-way digital valve system.

Digital Hydraulics – Hydraulic systems, which utilizes parallel-connected binary components. Output has only certain discrete values. See Table 1.

Coding or Coding scheme – Coding determines flow rates of valves of DFCUs expressed relative to the smallest valve. Some coding schemes are binary coding (1, 2, 4, 8, 16, ..., 2^{N-1}), Fibonacci coding (1, 1, 2, 3, 5, 8, ..., $P_{N-2} + P_{N-1}$) and Pulse Number Modulation (PNM) coding (1, 1, 1, 1, ..., 1).

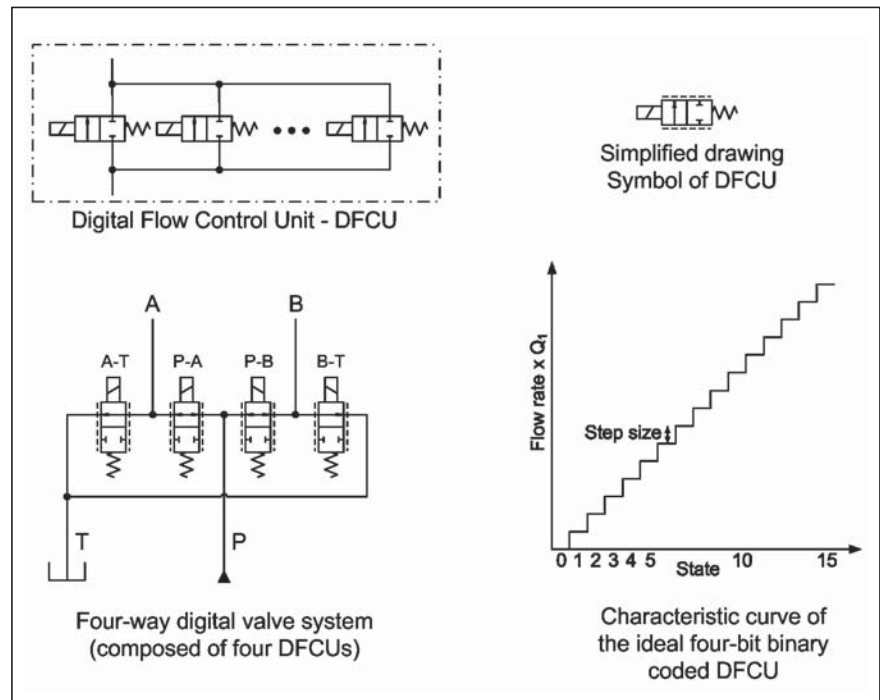


Figure 1. Some definitions of digital valve systems

N-bit DFCU – DFCU with N parallel connected valves. For example, four-bit DFCU, seven-bit binary-coded DFCU.

PNM-coding (PNM = Pulse Number Modulation) – Coding scheme in which all valves have the same flow capacity.

PNM control – Control method in which output is changed either by opening or closing valves. This means that simultaneous opening and closing of valves never happen in DFCU.

State of DFCU – Binary vector with N elements or integer number between 0 and $2^N - 1$. State determines open and closed valves of DFCU. For example, state [1 0 1 0] or 5 means that the first and third valves are open and the second and fourth valves are closed.

Step size – Change in output of DFCU when the state is changed by one. Ideally, equals to flow rate of the smallest valve of DFCU.

1.5 Objectives of the Paper

The main objective is to find out, which kind of performance is possi-

ble with digital valve technologies, such as shown in Table 1 (e) and (h). At first, the availability and characteristics of existing on/off valves is introduced. Then requirements set by different digital valve technologies are analyzed and performance of some valve systems is presented.

2 Characteristics of On/Off Valves

2.1 Commercial Valves

Commercial on/off valves are widely used in simple tasks, such as switching hydraulic motor on or off. The response time is not critical in these applications and slow response is many times advantageous in order to reduce pressure peaks. These facts have caused that commercial valves have only moderate performance. Fortunately, characteristics can be significantly improved with proper control electronics and slight modifications [24]. *Table 2* presents measured characteristics of some commercial on/off valves. Problem with directly operated valves is that they cannot tolerate high pressure differentials. Pilot operated valves do not have this problem but they have longer and more varying delay.

Table 2. Measured characteristics of some commercial on/off valves [16, 24]

Valve type	Direct operated spool (NS4)	Direct operated spool (NS6)	Direct operated seat valve with dynamic seal (Screw-in cartridge)	Pilot operated seat valve (Screw-in cartridge)
Valve manufacturer & type	Bosch Rexroth 4WE420/EG24N9K4	Moog WE43P06...E03PC0BN	Hydac WS08W-01	Sterling Hydraulics GS0205
Control electronics & modifications	Opening and closing booster, structural modifications	Opening and closing booster, structural modifications	Opening and closing booster	Closing booster
Response time	8-10 ms	8-12 ms	5-8 ms	10-40 ms
Nominal flow Q_N @ 3.5 MPa	75 l/min	200 l/min	36 l/min	52 l/min
Max. pressure differential	3.5 MPa	6 MPa	3.5 MPa	21 MPa
Size excluding connectors	168×37×39 mm	208×45×48 mm	36.3×95 mm	34×40×91.5 mm

2.2 Special Valves and Valve Prototypes

Standard hydraulic on/off valves are not optimized to be used together with modern digital technologies. This is why many on/off valve prototypes have been developed [25–28]. Automotive industry utilizes also modern on/off valves in fuel injection, brakes and valvetrains [1, 2]. Table 3 presents characteristics of some of these valves.

flow capacity, number of valves and fault tolerance.

3.1 PWM Controlled Valve

The output uncertainty of PWM controlled valve can be defined as difference between target duty ratio and true duty. Uncertainty depends on both the switching time and flow uncertainty as shown in Figure 2. Uncertainty depends also on switching frequency. Relative error e caused

quency and $Duty$ is duty ratio. Equation 1 shows that error increases with frequency and decreases with duty. This means that relative error becomes very big at small duty. Situation is even worse in practice because valve opening is highly unpredictable at very short pulses [2].

Response time of PWM controlled valve depends on valve dynamics and switching frequency. Valve response time must be a small fraction

Table 3. Characteristics of some special valves and valve prototypes

Valve type	Direct operated bistable spool	Direct operated spool (NS10)	Direct operated bistable seat	Pilot operated seat
Valve manufacturer & type	Sturman Industries SI-1000 [2]	Linz Center of Mechatronics GmbH [25]	Tampere University of Technology [26]	Tokio Institute of Technology [27]
Response time	0.45 ms	2 ms	1.5-3.5 ms	1-2 ms
Nominal flow Q_N @ 3.5 MPa	32 l/min	120 l/min	10 l/min	~6 l/min
Max. pressure differential	n.a.	14 MPa	21 MPa	14 MPa
Size excluding connectors [mm]	Approx. 110×35×35*	Approx. 90×90×110*	31×28.2	Approx. 50×150*

*Partial or no data available. Size estimated from figure.

3 Characteristics of Digital Valve Systems

This chapter analyses characteristics of PWM controlled valve and different digital valve systems. Characteristics are analysed in terms of uncertainty in output, response time,

by variation in valve delay can be expressed as:

$$e_{\tau} = \frac{(\tau_{\max} - \tau_{\min})f}{Duty} \quad (1)$$

where τ_{\max} and τ_{\min} are maximum and minimum delay, f is switching fre-

quency of switching period for successful duty control. A rule of thumb is that switching frequency is at maximum ten percent of inverse of valve response time. The basic principle of classical PWM approach is to filter output such that ripple at switching frequency remains reasonable. This

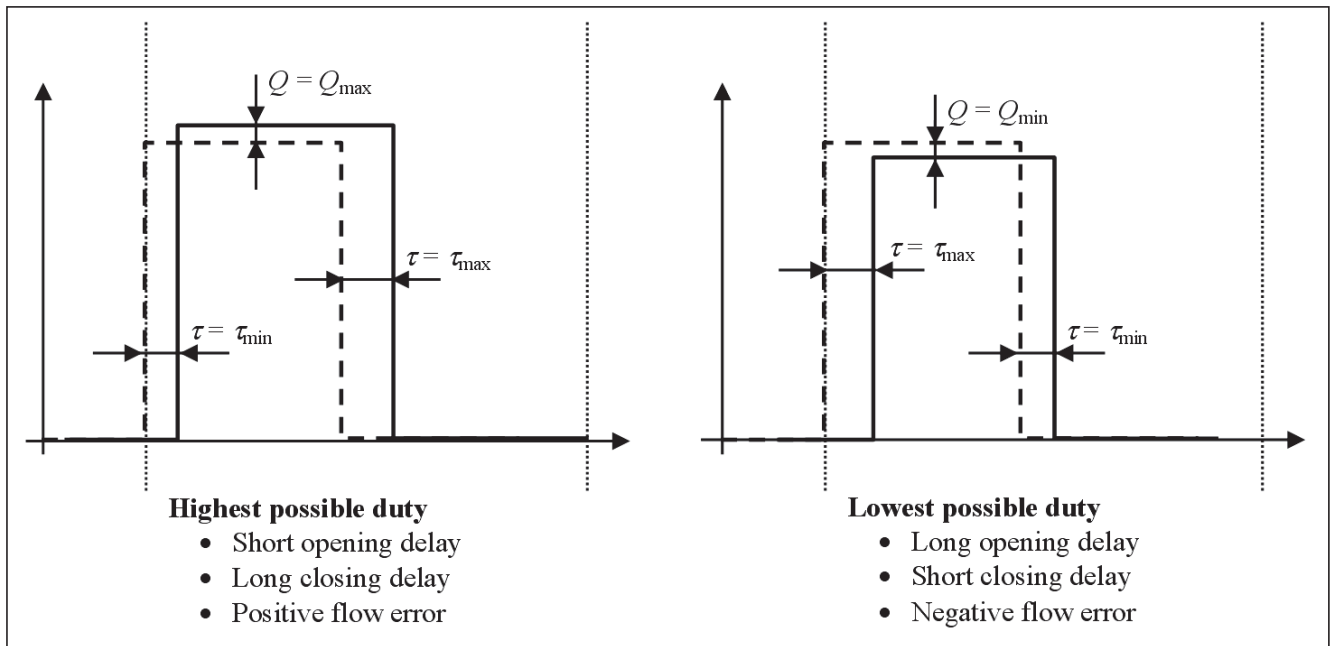


Figure 2. Uncertainty of PWM duty cycle

means that output bandwidth is a small fraction of switching frequency, usually less than ten percent. Thus, it can be concluded that response time of the output of the PWM valve is at least 100 times longer than response time of the valve.

Good feature of PWM controlled valve is that only one valve is needed. Side effects are that the valve must pass all the flow and that fault tolerance is poor. Durability requirements are also high because of continuous high frequency switching.

3.2 Binary-Coded DFCU

A binary-coded DFCU consists of N parallel connected on/off valves such that their flow capacities are $[1\ 2\ 4\ 8\ 16\ 32\ \text{etc.}] \times Q_1$ where Q_1 is the flow capacity of the smallest valve. The operation principle of the binary-coded DFCU is similar to DA converter and output has 2^N discrete values depending on which valves are open. The open valves are defined via *state vector*, which has N elements. For example, "three-bit" binary-coded DFCU has states $[0\ 0\ 0]$, $[1\ 0\ 0]$, $[0\ 1\ 0]$, $[1\ 1\ 0]$, $[0\ 0\ 1]$, $[1\ 0\ 1]$, $[0\ 1\ 1]$ and $[1\ 1\ 1]$. Important difference to PWM approach is that no switching is needed in order to maintain any of these output values.

Steady-state output uncertainty depends on output uncertainty of open valves only. This means that relative uncertainty is constant, which allows exact control also at small openings. However, it is important to remember that DFCU can deliver only certain discrete flow rates and flow rate increases stepwise. Another steady-state uncertainty is step size uncertainty, which depends on state transition executed. Step size uncertainty is equal to sum of uncertainty of all valves, which change their state. For example, step size uncertainty of state transition $[0\ 1\ 0] \leftrightarrow [1\ 1\ 0]$ is equal to output uncertainty of the smallest valve while step size uncertainty of transition $[1\ 1\ 0] \leftrightarrow [0\ 0\ 1]$ is equal to sum of output uncertainty of all three valves. Assume for example that flow rate of the two smallest valves is two percent too big and

flow rate of the third valve is two percent too small. The flow rate of state $[1\ 1\ 0]$ is $3.06 \times Q_1$ instead of $3 \times Q_1$ and flow rate of state $[0\ 0\ 1]$ is $3.92 \times Q_1$ instead of $4 \times Q_1$, which gives 14 percent too small step. Practical systems have five or six valves, which means that step size uncertainty can exceed step size for certain state transitions in the binary-coded DFCU. This phenomenon has been observed also in prac-

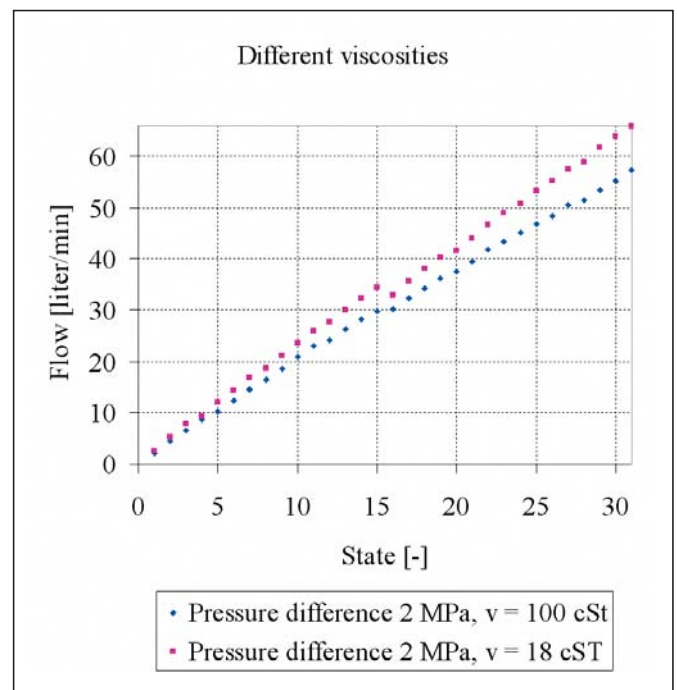


Figure 3. The effect of viscosity on characteristics of a five-bit binary-coded DFCU. Note big change in step size of state transition 15 16. [29]

tice; see [29] and *Figure 3*. *Figure 3* shows also clearly that uncertainty caused by viscosity change is proportional to flow rate.

Response time of the binary-coded DFCU is equal to response time of individual valves and amplitude has no effect on response time. One special feature of the binary-coded DFCU is transient uncertainty. This is caused by the fact that certain state transitions require simultaneous opening and closing of valves. Variation in response times causes that some valve may close before another opens or vice versa. The result is short term uncertainty in the effective opening. This phenomenon has been studied in detail by Laamanen et al. [21]. *Figure 4* presents transient uncertainty for a four-bit binary-coded DFCU when its state increases linearly. Uncertainty is huge in state transition $[1\ 1\ 1\ 0] \leftrightarrow [0\ 0\ 0\ 1]$. The only ways to reduce uncertainty is to use valves with very small uncertainty in response time or to part with binary coding.

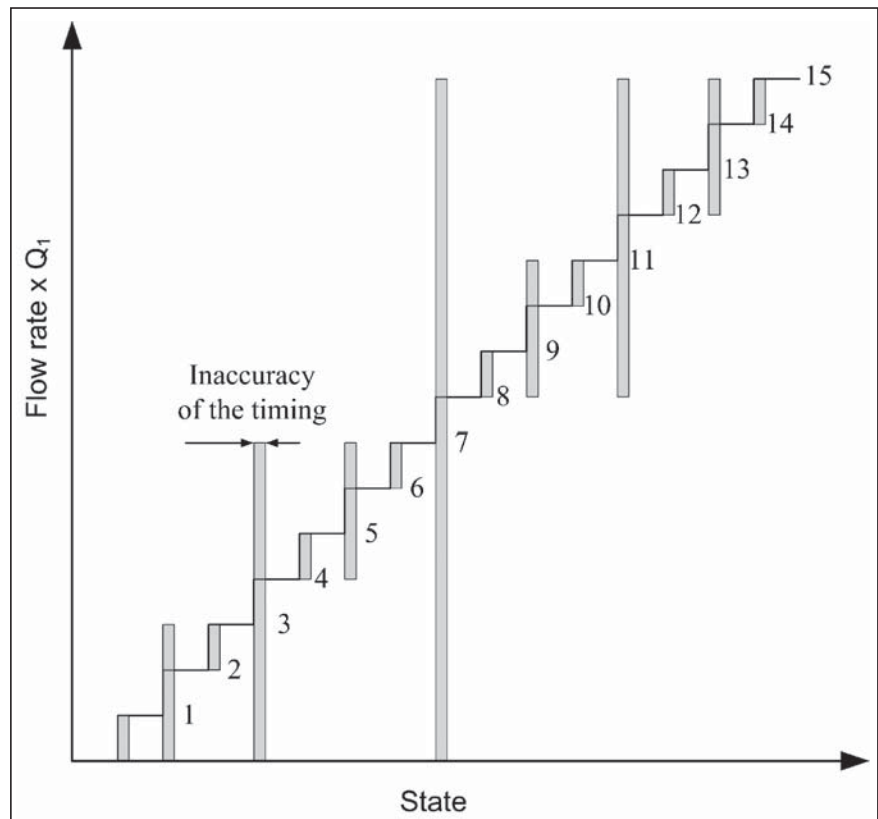


Figure 4. Theoretical transient uncertainty of a four-bit binary-coded DFCU when state increases linearly

The binary-coded DFCU requires five or six valves for good controllability. Flow capacity of the DFCU is approximately twice the flow capacity of the biggest valve. The flow capacity of the smallest valve is $1/16$ ($N = 5$) or $1/32$ ($N = 6$) of the flow capacity of the biggest valve. Thus, implementation of binary-coded DFCU requires different valve sizes or extensive choking of flow rate.

Fault tolerance of the binary-coded DFCU is good when compared to the PWM valve or any traditional analogue valve. Fault in any of the smaller valve has only a small effect on performance while bigger valves are more critical. It is important to detect faults in order to maintain controllability. *Figure 5* presents controllability in the case of five-bit DFCU. [14]

3.3 PNM-Coded DFCU

The binary-coded DFCU has the highest possible number of output levels but also some problems as described in the previous section. Pulse Number Modulation (PNM) coding is another extreme in which all valves have the same flow capacity. The number of output values is only $N+1$, which

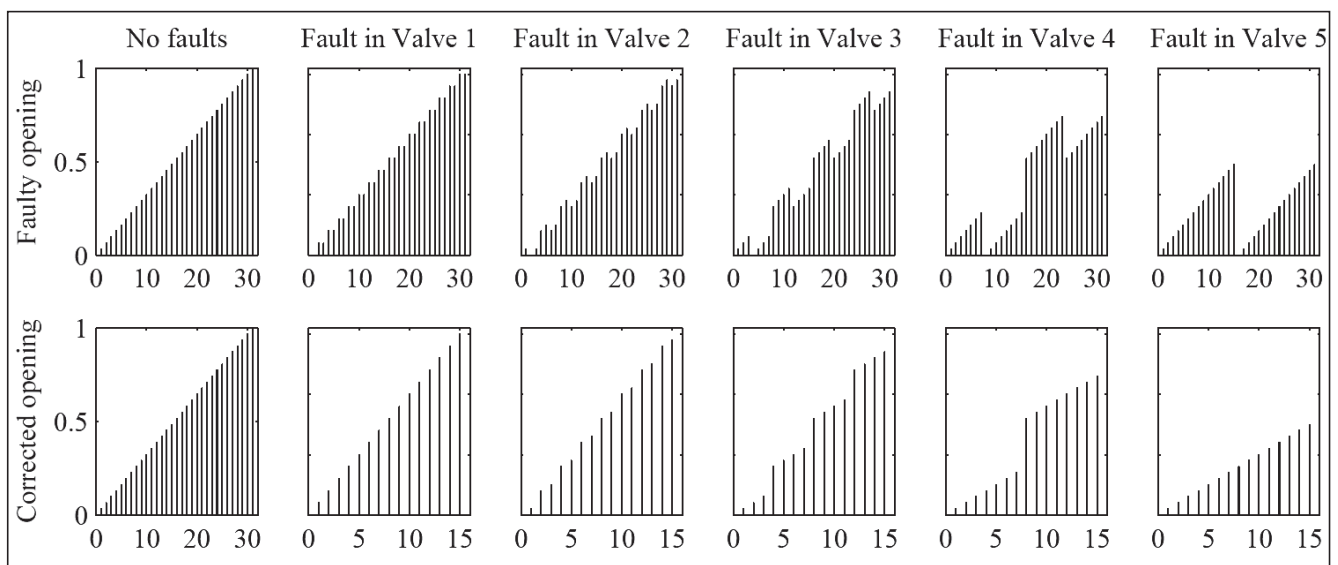


Figure 5. Fault tolerance of five-bit binary-coded DFCU [14]

means that a large number of valves is needed in order to achieve high resolution. Control principle is to open more valves when more flow is needed and close valves when less flow is needed, and there never exist simultaneous opening and closing of valves. The PNM-coded DFCU does not have problems of binary-coded DFCU, i.e.:

- Step size uncertainty is small, relative to step size and independent on state transition
- There is no transient uncertainty but opening is between initial and final opening during the state transition.
- There is no need for different valve sizes because all valves have the same flow capacity
- Fault tolerance is much better than in binary-coded DFCU. The only effect of failure in one valve is that flow rate does not increase in one state transition.

The only problem of the PNM-coded DFCU is the big number of valves. For example, 31 valves are needed in order to achieve the same resolution than with five-bit binary coding. On the other hand, only one type valves are needed and mass production may be used. The required flow rate per valve is small ($1/N$), which helps to achieve very fast response.

3.4 Mixed PNM-Binary Coding

Mixed PNM-binary coding tries to combine good characteristics binary and PNM-coding. Targets are set as follows:

- In normal conditions, control strategy must be PNM control,

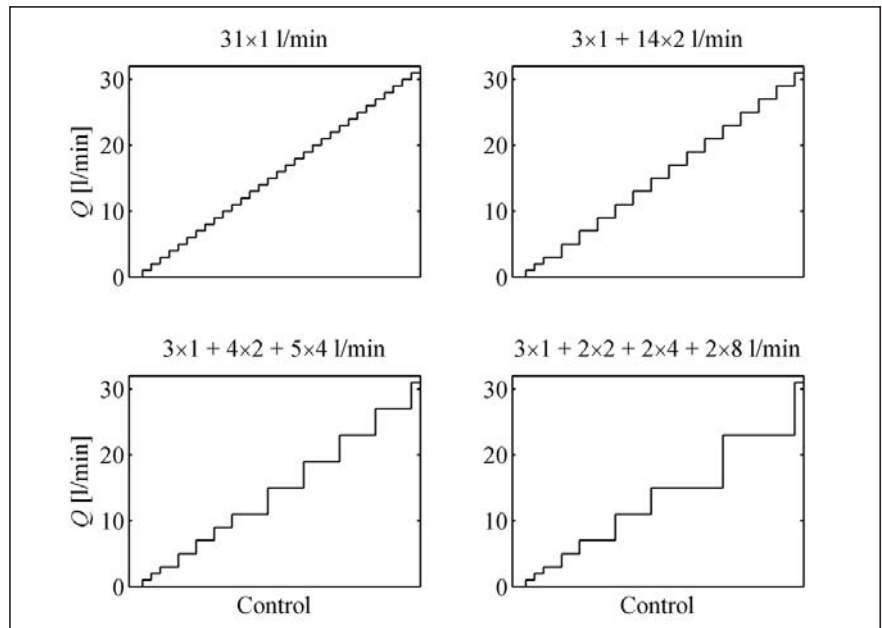


Figure 6. Characteristic curves of pure PNM-coding and different mixed coding schemes when PNM control is used

- i.e. there are never simultaneous opening and closing of valves.
- In fault situation, binary-like control is allowed if transient uncertainty remains small.
- Number of valves must be reduced significantly from PNM-coded system
- Control resolution can be reduced at bigger openings

The last fact is based on analysis results of [18, 30], which shows that high resolution is needed only at small openings in four-way valve applications. Five-bit binary and 31-bit PNM-coded DFCUs are used as an example. For simplicity, it is assumed that step size is 1 l/min. Flow capacity of all valves is 1 l/min in pure PNM-coding. The number of valves can be almost halved if one 1 l/min

valve is used together with fifteen 2 l/min valves. In order to improve fault tolerance and resolution, it could be better to have two or three 1 l/min valves. Several alternatives can be derived from this principle:

- 1) 3x1 l/min + 14x2 l/min (17 valves)
- 2) 3x1 l/min + 4x2 l/min + 5x4 l/min (12 valves)
- 3) 3x1 l/min + 2x2 l/min + 2x4 l/min + 2x8 l/min (9 valves)

Figure 6 depicts flow curves when PNM control is used. Note that all alternatives can deliver all 31 flow rates if binary like control is allowed.

3.5 Summary

Table 4 summarizes characteristics of digital valve systems together

Table 4. Summary of characteristics of digital valve systems studied

	PWM controlled valve	Binary- Coded DFCU	PNM-Coded DFCU	Mixed- Coded DFCU
Number of valves	Small	Moderate	Very large	Large
Steady-state uncertainty	Large	Small	Small	Small
Step size uncertainty	n/a	Big	Small	Small
Transient uncertainty	n/a	Big	Small	Small
Dynamic performance	Poor	Good	Best	Very good
Fault tolerance	None	Good	Best	Very good
Requirements for valves	- High flow - Extremely fast - Extreme durability - Exact timing	- High flow - Exact timing - Small size	- Small size	-Small size

with valve requirements. PWM Valve requires big, fast and durable valve as well as small uncertainty in switching time. Binary-coded DFCU requires also relatively large valve (the biggest valve) and exact timing. Response time itself is not critical but uncertainty in response time must be small in order to reduce transient uncertainty. PNM-coded DFCU has the best characteristics but the cost is strongly increased number of valves.

■ 4 Miniaturization and PNM – Towards Perfect Valve

4.1 Definition of Perfect Valve

Well known design rule is to strive for impossible in order to obtain best possible solution. This kind of impossible “perfect valve” could be defined as follows:

Infinite bandwidth, no oscillations or overshoot.

- No uncertainty, perfect repeatability
- Unlimited durability
- Characteristics independent on fluid, temperature, pressure, wear etc.
- Fully programmable characteristics for optimal fit to any system
- Low costs and small size
- No variants, same valve can perform all necessary tasks

Practical intermediate objectives could be:

- Response time is small compared to pressure wave propagation speed in the system. Propagation speed is usually below 1400 m/s or 1.4 m/ms, which means that response time of 0.1 ms could be considered as fast enough.
- Few percent gain variation may be acceptable if outer-loop feedback is used. It is not enough to have small absolute uncertainty but relative uncertainty must also be small.
- Durability must cover lifetime of the system.
- Valve variants for different number or ports and different flow ranges are allowed.

4.2 Is There Need for Perfect Valve?

A natural question is which the benefits of perfect valve are. If the price of the valve is low, the high performance does not matter. High performance allows new functions, such as:

- Active noise reduction
- Compensation for pump ripple
- Attenuation of pressure shock waves
- Emergency functions
- Bumpless transfer between different modes, such as inflow-outflow vs. differential mode or flow vs. pressure control mode.

The vision is that single high performance programmable valve allows *all* hydraulic functions of an actuator to be implemented with the same valve.

4.3 Miniaturization as a Method to Improve Digital Valves

Consider simple needle valve shown in *Figure 7*. Let assume that maximum needle lift x is proportional to diameter d , i.e. $x = Kd$. Assuming small opening ($K \ll 1$) and neglecting flow forces, the flow rate Q , closing force F and opening work W_{open} can be estimated as:

$$\begin{aligned}
 A &= \pi x \sin \alpha \left(d - \frac{x}{2} \sin(2\alpha) \right) = \\
 &= d^2 K \pi \sin \alpha \left(1 - \frac{K}{2} \sin(2\alpha) \right) \\
 Q &= \mu A \sqrt{\frac{2(p_{in} - p_{out})}{\rho}} = d^2 K \pi \mu \sin \alpha \cdot \\
 &\cdot \left(1 - \frac{K}{2} \sin(2\alpha) \right) \sqrt{\frac{2(p_{in} - p_{out})}{\rho}} \quad (2) \\
 F &= d^2 \pi (p_{in} - p_{out}) / 4 \\
 W_{open} &\approx Fx = d^3 K \pi (p_{in} - p_{out}) / 4
 \end{aligned}$$

These equations show that flow rate and closing force are proportional to square of diameter while opening work is proportional to cube of diameter. For example, if one valve is replaced with four smaller valves with half diameter, the result is same flow but halved opening work. The

effect is even bigger in practice because smaller valve has lighter armature (mass is proportional to d^3) and because shorter actuation time is needed (lighter armature and shorter stroke). It can also be assumed that volume of valve is proportional to d^3 . Thus, *replacing big valve with several smaller valves results in smaller total volume, faster response and smaller total switching energy.*

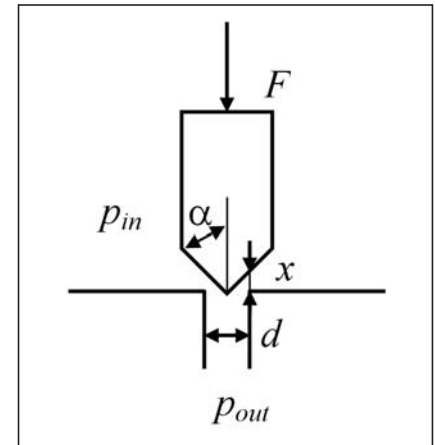


Figure 7. Simple needle valve

Although simplified calculations of a simple seat type valve are used, the benefits of miniaturization seem to be general. An example can be found in [2], in which characteristics of three highly optimized spool type on/off valves are presented. Volume of valve can be assumed proportional to spool travel and square of spool diameter, and flow rate is proportional to flow area. The data of [2] together with two efficiency numbers are presented in *Table 5*. Comparison show that switching time and relative power consumption decreases with decreasing size and that relative volume reduces or at least remains at the same level.

4.4 PNM-Coded Miniaturized Four-Way Digital Valve System

Analysis of Chapter 3 shows that PNM-coded digital valve systems give the best characteristics. Miniaturization also goes together well with PNM-coding because PNM calls for plurality of small valves. Let us assume that mass production makes on/

Table 5. Comparison of three same type high performance on/off valves [2]

Name	Spool diameter d [mm]	Spool travel x [mm]	Flow area A [mm ²]	Switching time [ms]	Switching energy W [J]	$\frac{A}{d^2 x}$	$\frac{A}{W}$
Pilot	3	0.16	0.75	0.19	0.011	0.52	68
SI-1000	6.4	0.38	10	0.45	0.30	0.64	33
SI-1500	9.5	0.64	23	1.0	0.70	0.40	33

off valves so inexpensive that PNM-coded valve systems are feasible. A four-way PNM-coded digital valve system is next outlined. The target nominal flow rate is selected 100 l/min at 3.5 MPa per edge and the target flow resolution is 50:1. This requires 50 valves per edge or 200 valves in total. Each valve passes 2 l/min at 3.5 MPa, which means flow area of 0.6 mm². If pilot valve of Table 5 is used to implement this kind of valve package, its characteristics will be:

- Response time 0.2 ms independently on amplitude
- Nominal flow rate 100 l/min at $\Delta p = 3.5$ MPa per edge
- Flow resolution 50:1, actuator velocity resolution over 100:1 [18]
- Relative uncertainty of flow rate few percent
- Highly fault tolerant valve system
- Durability of each valve over 10⁹ cycles [2]
- Programmable characteristics and possibility for differential connection [13]

Clearly this is towards perfect valve in terms of response time, uncertainty, reliability and programmability. Best existing analogue servovalves have several milliseconds response time from -100 to 100 percent and hardly any fault tolerance. The big number of valves is the biggest obstacle for implementation of this kind of valves, but mixed coding of Section 3.4 can be used to reduce number of valves.

5 Discussion and Conclusions

Analysis results of this paper show that digital valve systems based on parallel-connected on/off valves can provide unique features in terms of performance, accuracy and fault tolerance. Miniaturized PNM-coded di-

gital valve systems have the best characteristics and there are no technical obstacles for implementation of 100 l/min valve (at $\Delta p = 3.5$ MPa) with 0.2 ms full-amplitude response time. High performance allows all hydraulic functions to be implemented with same type of digital valves, which allows huge reduction of the number of different valve variants. Vision is that only one type of on/off valve with some different sizes are mass-produced and assembled into some different programmable packages.

Essential question is can this kind of valve packages be produced in sufficiently low costs. The price of individual valve should be about 1 € in the four-way digital valve system of Section 4.4. It is clear that this can be achieved only in very big series. It is possible that completely different operation principles and manufacturing methods are needed. One possibility is valve matrix based on active materials, such as piezo [31]. Mixed coding seems an effective way to reduce the number of valves 50-70 percent. This requires bigger valves but may be feasible way to reduce price.

Miniaturization and corresponding increase of number of components seems to be effective method for improving characteristics of digital valves. Important questions, which are not studied in this paper, are how far miniaturization gives benefits and which the effects of miniaturization on valve actuator design are. It is clear that there is a limit for the degree of miniaturization because Reynolds number decreases as a result of miniaturization. The effects of miniaturization on valve actuator may be positive or negative. At least, the relative surface area increases, which helps to prevent overheating of actuator.

References

- [1] Wennmacher, G. 1996. Untersuchung und Anwendung schnellschaltender elektrohydraulischer Ventile für den Einsatz in Kraftfahrzeugen. Dissertation D 82 RWTH Aachen, 183 p. (Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1996).
- [2] Johnson, B., Massey, S. & Sturman, O. 2001. Sturman Digital Latching Valve. Proceedings of the Seventh Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 30 – June 1, 2001, Linköping, Sweden, pp. 299–314 (Vol. 3).
- [3] McCloy, D. & Martin, H. 1973. The Control of Fluid Power. 367 p. (Longman Group Limited, London).
- [4] Linjama, M., Laamanen, A. & Vilenius, M. 2003. Is it time for digital hydraulics? Proceedings of the Eighth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 7–9, 2003, Tampere, Finland, pp. 347–366.
- [5] Scheidl, R. & Manhartgruber, B. 2005. State of the Art in Hydraulic Switching Control – Components, Systems, Applications. Proceedings CD-ROM of the Ninth Scandinavian International Conference on Fluid Power, June 1–3, 2005, Linköping, Sweden, 12 p.
- [6] Manhartgruber, B. 2006. A Hydraulic Control Valve for PWM Actuation at 400 Hz. In: Johnston, D. N., & Edge, K. A. (eds.) Power Transmission and Motion Control, PTMC2006, pp. 373–385 (Hadleys Ltd, 2006).
- [7] Mansouri, G., Misovec, K., Johnson, B., Babbitt, G. & Sturman, O. 2001. Variable Flow Supply Using Switched-Mode Control of a Fixed-Displace-

- ment Pump. Proceedings of the Seventh Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 30 – June 1, 2001, Linköping, Sweden, pp. 361–376 (Vol. 1).
- [8] Rickenberg, F. 1930. Valve. US Patent No. 1757059.
- [9] Bower, J. 1961. Digital Fluid Control System. US Patent No. 2999482.
- [10] Virvalo, T. 1978. Cylinder Speed Synchronization. *Hydraulics & Pneumatics*, Dec 1978, pp. 55–57.
- [11] Liu, R., Wang, X., Tao, G. and Ding, F. 2001. Theoretical and Experimental Study on Hydraulic Servo Position Control System with Generalization Pulse Code Modulation Control. In: Lu, Y., Chen, Y. & Xu, L. (Eds.) *Proceedings of the Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP'2001)*, pp. 176–179 (International Academic Publishers, Beijing, China).
- [12] Tanaka, H. 1988. Electro-Hydraulic PCM Control. *Journal of Fluid Control*, Vol. 18, No 1, pp. 34-46.
- [13] Linjama, M., Huova, M., Boström, P., Laamanen, A., Siivonen, L., Morel, L., Waldén, M. & Vilenius, M. 2007. Design and Implementation of Energy Saving Digital Hydraulic Control System. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [14] Siivonen, L., Linjama, M. & Vilenius, M. 2005. Analysis of fault tolerance of digital hydraulic valve system. In: Johnston, D. N., Burrows, C. R. & Edge, K. A. (eds.) *Power Transmission and Motion Control, PTMC2005*, pp. 133–146 (John Wiley & Sons, Ltd., 2005).
- [15] Siivonen, L., Linjama, M. & Vilenius, M. 2007. Fault Detection and Diagnosis of Digital Hydraulic Valve System. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [16] Laamanen, A., Siivonen, L., Linjama, M. & Vilenius, M. 2004. Digital Flow Control Unit – an Alternative for a Proportional Valve? In: Burrows, C. R., Edge, K. A. & Johnston, D. N. (eds.) *Power Transmission and Motion Control, PTMC2004*, pp. 297–308 (Professional Engineering Publishing Ltd, 2004).
- [17] Ahola, V., Linjama, M., Mäkitalo, J. & Vilenius, M. 2007. High Performance Digital Hydraulic Servo System for Linear Cyclic Motion. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [18] Linjama, M. & Vilenius, M. 2005. Improved Digital Hydraulic Tracking Control of Water Hydraulic Cylinder Drive. *International Journal of Fluid Power*, Vol. 6, No 1, pp. 29–39.
- [19] Linjama, M. & Vilenius, M. 2005. Digital Hydraulic Tracking Control of Mobile Machine Joint Actuator Mockup. *Proceedings CD-ROM of the Ninth Scandinavian International Conference on Fluid Power*, June 1–3, 2005, Linköping, Sweden, 16 p.
- [20] Boström, P., Linjama, M., Morel, L., Siivonen, L. & Waldén, M. 2007. Design and Validation of Digital Controllers for Hydraulic Systems. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [21] Laamanen, A., Linjama, M. and Vilenius, M. 2007. On the Pressure Peak Minimization in Digital Hydraulics. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [22] Ehsan, Md., Rampen, W. & Salter, S. 2000. Modeling of Digital-Displacement Pump-Motors and Their Application as Hydraulic Drives for Nonuniform Loads. *Transactions of the ASME, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, Vol. 122, pp. 210–215.
- [23] <http://www.artemisip.com>
- [24] Mikkola, J., Ahola, V., Lauttamus, T., Luomaranta, M., Linjama, M. & Vilenius, M. 2007. Improving Characteristics of On/Off Solenoid Valves. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21 – 23, 2007, Tampere, Finland.
- [25] Winkler, B. & Scheidl, R. 2006. Optimization of a Fast Switching Valve for Big Flow Rates. In: Johnston, D. N., & Edge, K. A. (eds.) *Power Transmission and Motion Control, PTMC2006*, pp. 387–399 (Hadleys Ltd, 2006).
- [26] Uusitalo, J.-P., Lauttamus, T., Linjama, M., Söderlund, L., Vilenius, M. & Kettunen, L. 2007. Miniaturized Bistable Seat Valve. Accepted for publication in the Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 21–23, 2007, Tampere, Finland.
- [27] Park, S.-H., Kitagawa, A., Kawashima, M., Lee, J.-K. & Wu, P. 2002. A Development of Water Hydraulic High Speed Solenoid Valve. *Proceedings of the 5th JFPS International Symposium on Fluid Power*, Nov. 13–15, 2002, Nara, Japan, pp. 137–142.
- [28] Aaltonen, J. & Vilenius, M. 2002. Electrohydraulic System For High Speed Gas Exchange Valve Actuation. *Proceedings of the 5th JFPS International Symposium on Fluid Power*, Nov. 13–15, 2002, Nara, Japan, pp. 775–780.
- [29] Laamanen, A., Linjama, M. & Vilenius, M. 2003. Characteristics of a Digital Flow Control Unit with PCM Control. *CD-ROM Proceedings of Seventh Triennial International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization*, August 25-28, Sorrento, Italy, ISBN 0-9533991-4-1, 16 p.
- [30] Linjama, M. & Vilenius, M. 2004. Digital Hydraulic Control of a Mobile Machine Joint Actuator Mockup. In: Burrows, C. R., Edge, K. A. & Johnston, D. N. (eds.) *Power Transmission and*

Motion Control, PTMC2004, pp. 145–158 (Professional Engineering Publishing Ltd, 2004).

[31] Reynolds, G. 1989. Fluid Power Control Apparatus. US Patent No. 4,842,017.

Acknowledgement

The research was supported by the Academy of Finland (Grant no. 80411).

* The article was originally published in SICFP 07, Tampere, Finland.

Digitalna hidravlika – v smeri dovršene ventilske tehnologije

Razširjeni povzetek

Večina hidravličnih sistemov temelji na analognih krmilnih komponentah, kot so proporcionalni in servoventili ter črpalke z nastavljivo iztisinino, katerih veliki prednosti sta enostavnost in zveznost krmiljenja. Po drugi strani sta slabosti analognih komponent visoka cena in občutljivost na umazanijo, temperaturo in vibracije. Digitalna hidravlika predstavlja nedavno razvito alternativo tradicionalnemu krmiljenju s servo- ali proporcionalnimi ventili. Prednosti digitalne tehnologije so robustnost, ponovljivost in majhna napaka tolerance. Ključni princip digitalne ventilske tehnologije v hidravliki je uporaba več paralelno povezanih dvosmernih dvopoložajnih (on/off) ventilov v povezavi z inteligentnim krmiljenjem, kar zagotavlja redundantnost digitalnih hidravličnih sistemov.

V tem prispevku sta prikazana pregled in analiza različnih digitalnih ventilskih sistemov. Ventilski sistem z enako velikimi ventili je v mnogih pogledih optimalna rešitev. Izvedljivost in dosegljivost izvedbe tovrstnega pristopa krmiljenja sta v prispevku podrobneje pregledani in komentirani. Digitalna ventilska tehnologija predstavlja potencial za desetkrat hitrejši odziv, kot to omogočajo obstoječi ventili ob upoštevanju sprejemljive tolerance napake. Pri tem je miniaturizacija ventilov bistvena metoda v implementaciji tovrstnih ventilskih sistemov.

Analiza rezultatov tega članka potrjuje prednosti in implementacije digitalne ventilske tehnologije ob uporabi velikega števila istega tipa ventila, kar omogoča znatno zmanjšanje različnih variant uporabljenih ventilov. Končni cilj je velikoserijska izdelava enega samega tipa dvopoložajnega ventila z nekaterimi različnimi velikostmi in kombiniranjem teh ventilov v različne programabilne pakete. Pri vsem tem je ključno vprašanje, ali lahko takšni programabilni ventilski paketi dosežejo dovolj nizko tržno ceno. To je možno doseči le v dovolj velikih proizvodnih serijah, pri tem pa lahko nastopijo tudi možnosti popolnoma drugačnih principov delovanja in proizvodnih metod ventilov.

Ob vsem tem pa ostajajo odprta vprašanja, v kolikšni meri lahko miniaturizacija pozitivno prispeva in kakšni so učinki miniaturizacije na konstrukcijo in obliko samega aktuatorja ventila.

Izvleček: Digitalna hidravlika predstavlja nedavno razvito alternativo tradicionalnemu krmiljenju s servo- ali proporcionalnimi ventili. Ključni princip je uporaba paralelno povezanih dvosmernih dvopoložajnih (on/off) ventilov v povezavi z inteligentnim krmiljenjem. V tem prispevku sta prikazana pregled in analiza različnih digitalnih ventilskih sistemov. Ventilski sistem z enako velikimi ventili je v mnogih pogledih optimalna rešitev. Izvedljivost in dosegljivost izvedbe tovrstnega pristopa krmiljenja sta v prispevku podrobneje pregledani in komentirani. Digitalna ventilska tehnologija je potencial za desetkrat hitrejši odziv, kot to omogočajo obstoječi ventili ob upoštevanju sprejemljive tolerance napake. Miniaturizacija ventilov pa je bistvena metoda v implementaciji tovrstnih ventilskih sistemov.

Ključne besede: digitalna hidravlika, digitalno krmiljenje, miniaturizacija,



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

Kvantitativno ocenjevanje tveganja na slovenskem prenosnem plinovodnem sistemu – splošne in specifične značilnosti

Tom BAJCAR, Brane ŠIROK, Franc CIMERMAN, Matjaž EBERLINC

Izvleček: Mreža prenosnih cevovodov za zemeljski plin predstavlja v primeru poškodbe ali puščanja tudi potencialno nevarnost za okolico. Kljub izredno nizkim verjetnostim takega dogodka je naloga operaterja, da obvladuje vse možne potencialne nevarnosti, ki se še lahko pojavijo v primeru izrednega dogodka loma ali poškodbe plinovodne cevi. Zato je potrebno zagotoviti, da je tveganje, ki ga predstavlja takšen cevovod na poseljenih območjih, dovolj nizko oz. v mejah, ki so določene v skladu z zakonodajo ali s specifičnimi zahtevami upravljalca cevovoda. Kvantitativno oceno tveganja je mogoče dobiti s pomočjo ustreznih analitičnih modelov, ki na osnovi fizikalnih relacij, obstoječih statističnih baz podatkov, mehanističnih in probabilističnih pristopov ter tudi numeričnih simulacij omogočajo kvantitativno vrednotenje posledic dogodkov na plinovodih in njihovo predvideno pogostost. Pri tem je pomemben predvsem stalen razvoj novih pristopov in metodologij ocenjevanja tveganja, ki temeljijo na lokalnih značilnostih cevovodov in lokalnih izkušnjah ter predstavljajo nenehno nadgrajevanje obstoječega modela. Rezultat nadgradnje modela pa se kaže v večji zanesljivosti napovedi.

Ključne besede: zemeljski plin, plinovodi, kvantitativno ocenjevanje tveganja,

■ 1 Uvod

Tveganje oz. rizik je na splošno definiran kot merilo za pogostost in resnost poškodb zaradi nevarnosti. V tem primeru je nevarnost označena s prisotnostjo nevarne substance – zemeljskega plina, ki ima eksplozivne oz. gorljive lastnosti in lahko po-

vzroči poškodbe na ljudeh, lastnini in okolju.

Individualno tveganje dogodka (IT) predstavlja verjetnost, da lahko oseba v bližini objekta umre zaradi možnih dogodkov na tem objektu. Splošno in primerno merilo individualnega tveganja zaradi specifičnega dogodka na plinovodu se izračuna s pomočjo enačbe [1, 2]:

$$\text{individualno tveganje (IT)} = \text{posledica dogodka (II)} \times \text{pogostost dogodka } (\varphi) \quad (1)$$

pri čemer predstavljajo posledice dogodka verjetnost umrljivosti na določeni oddaljenosti od mesta nesreče zaradi dogodka, ki se lahko zgodi kjerkoli na dolžini cevovoda in ima še

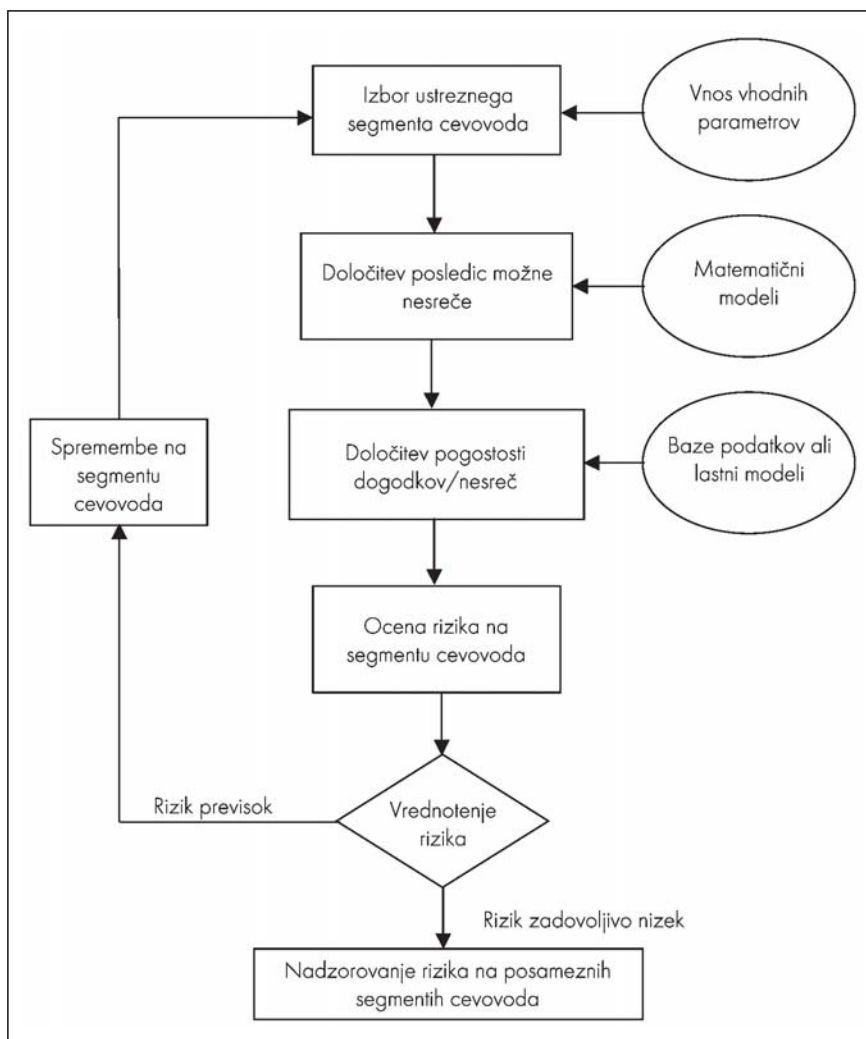
vpliv na mesto računanja rizika. Pogostost dogodkov je ocenjeno število takšnih dogodkov oz. nesreč v nekem časovnem obdobju na plinovodu oz. njegovem odseku.

Ocena oz. izračun rizika poteka s pomočjo posebej za obravnavani sistem prilagojenih modelov. Modeli za izračun rizika morajo slediti standardom, ki veljajo na področju računanja rizika, opirajo pa se lahko tudi na številna priporočila.

■ 2 Model za določanje kvantitativnega individualnega tveganja za cevovode z zemeljskim plinom – splošne značilnosti

S pomočjo modela je mogoče ocenjevati individualno tveganje na po-

Dr. Tom Bajcar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, prof. dr. Brane Širok, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, dr. Franc Cimerman, univ. dipl. inž., Geoplin plinovodi, d. o. o., Ljubljana; Matjaž Eberlinc, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Blokovna shema modela za izračunavanje individualnega tveganja

sameznih segmentih cevovoda, torej na delih, ki imajo določene skupne lastnosti (npr. enak premer cevi, enaka ali podobna tla itd.).

Postopek ocene individualnega tveganja v modelu poteka v skladu s predpisi in priporočili [2, 3]. Ta postopek je shematsko predstavljen na sliki 1.

Posamezni koraki izračuna tveganja v modelu (slika 1) so predstavljeni v nadaljevanju.

2.1 Izbor ustreznega segmenta cevovoda

Za želeni odsek cevovoda je potrebno vnesti v model podatke, ki so za ta segment značilni. Ti podatki vsebujejo konstrukcijske in delovne parametre cevovoda kot tudi značilnosti terena, na katerem se cevovod oz. njegov odsek nahaja. Dolžina

izbranega segmenta cevovoda je pogojena z nespremenljivostjo njegovih parametrov. Odsek cevovoda se konča tam, kjer se vsaj eden izmed vnesenih podatkov oz. parametrov cevovoda spremeni. Parametri oz. podatki izbranega segmenta cevovoda, ki vstopajo v model, so:

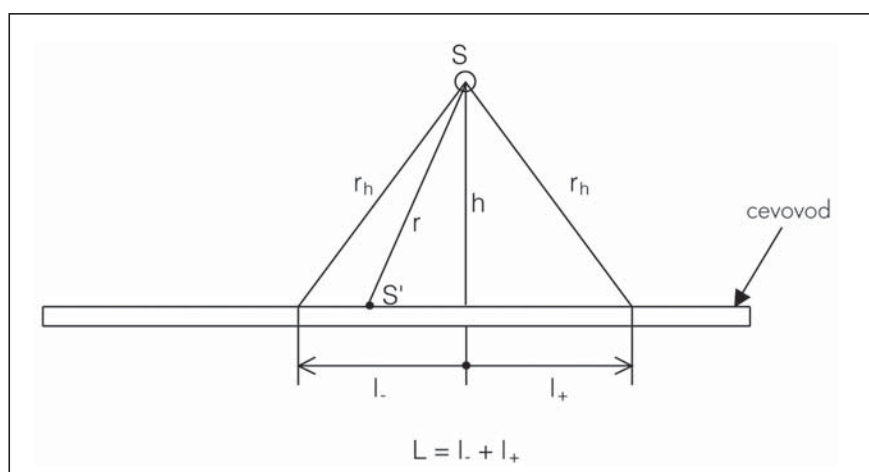
- notranji premer cevi segmenta cevovoda,
- debelina stene cevi segmenta cevovoda,
- delovni tlak,
- oddaljenost segmenta cevovoda od kompresorske postaje,
- globina vkopa cevovoda oz. višina nasutja,
- uporaba dodatnih zaščitnih sredstev,
- območje poseljenosti – gostota prebivalstva (3 območja),
- plazovitost območja,
- leto izdelave cevovoda.

Vhodni parametri vstopajo v model v obliki tekstovnih datotek, ki so izdelane neposredno preko geografskega informacijskega sistema (GIS) in so poslani na računalnik oz. sistem, na katerem deluje model za izračun tveganja.

2.2 Določitev posledic možnega dogodka

Dogodek na cevovodu z zemeljskim plinom je v danem primeru obravnavan kot neželen izpust plina iz cevovoda skozi poškodbo na cevovodu ter vžig uhajajočega plina, posledice takšnega dogodka pa so poškodbe na ljudeh in objektih zaradi toplotnega sevanja gorečega plinskega curka ter ekonomska in gospodarska škoda na večji oddaljenosti od cevovoda, kjer je prišlo do poškodbe. Model se bo omejil na določanje individualnega rizika za ljudi.

Slika 2 shematsko prikazuje izpostavljenost osebe, ki se v času nesreče



Slika 2. Območje vpliva posledic nesreče na cevovodu na lokaciji S

na cevovodu nahaja na mestu S na oddaljenosti h od cevovoda. Mesto dogodka je označeno s točko S' . L označuje dolžino dela cevovoda, na kateri ima nesreča še vpliv na osebo na mestu S ; domet posledic dogodka je označen z mejno oddaljenostjo (r_h) in je določen z mejno (tj. še sprejemljivo) gostoto toplotnega toka, ki deluje na človeka. Te vrednosti so priporočene oz. predpisane v različnih dokumentih in priporočilih [2, 3]. Na oddaljenostih $r > r_h$ nesreča nima več bistvenega vpliva na osebo, ki se nahaja na mestu S .

Za določitev posledic dogodka je potrebno poleg ocene smrtnosti upoštevati tudi dolžino L cevovoda oz. njegovega odseka, kjer dogodek še lahko vpliva na osebo na mestu S .

Določevanje posledic možnega dogodka je sestavljeno iz:

- ocene verjetnosti smrtnosti P : na tem mestu je potrebno preko matematičnega modeliranja fizikalnih pojavov ter statističnih metod izračunati količino iztečenega plina iz poškodbe v časovnem intervalu (običajno 20–30 s), gostoto toplotnega sevanja [4] zaradi gorenja tega plina ter preko empiričnih formul (funkcije Probit, [3]) določiti verjetnost smrtnosti za posameznika;
- integracije izračunane verjetnosti smrtnosti P vzdolž vplivne dolžine cevovoda L .

Verjetnost smrtnosti P ima porazdelitev, ki se lahko oceni s pomočjo naslednje enačbe [3, 5]:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr}-5} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (2)$$

kjer je x je enak $(\text{Pr}-5)/\sigma$ s standardno deviacijo $\sigma = 1$, argument Pr pa je verjetnostna enota (= probability unit – PROBIT), ki predstavlja zvezo med količino obremenitve (npr. tlaka, toplote ali toksičnosti) in posledicami na sprejemnikih te obremenitve. Vrednosti Pr so empirično določene; v primeru termičnega učinka gorečega curka je ta vrednost [3]:

$$\text{Pr} = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(t^{4/3} \cdot t_e) \quad (3)$$

kjer je t_e čas izpostavljenosti, I pa je sevalni toplotni tok na izbrani lokaciji S . Pri enačbi 3 je upoštevan dogovor, da je pri izpostavljenosti toplotnemu toku $I = 9,84 \text{ kW/m}^2$ v trajanju $t_e = 20$ s verjetnost smrtnosti $P = 0,01$ [3]. Sevalni toplotni tok se v poenostavljeni obliki določi s pomočjo enačbe 4 [4]:

$$I = \frac{\eta \cdot \tau_a \cdot Q \cdot H_k}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \quad (4)$$

kjer je η razmerje med sevalno toploto in celotno toploto, ki se sprosti pri gorenju, τ_a je prepustnost atmosfere za sevanje, Q je masni tok izpuščenega plina, H_k predstavlja kurilnost plina, r pa je oddaljenost izbrane lokacije S od izvora toplote.

Model za izračun rizika upošteva 3 vrste poškodb cevovoda v skladu s klasifikacijo EGIG [6]. Pri tem so poškodbe aproksimirane z luknjami okrogle oblike z ostrimi robovi, in sicer:

1. poškodbe 1: (t. i. »pinhole«): premer luknje je manjši od 2 cm,
2. poškodbe 2: premer luknje je večji od 2 cm in manjši od premera cevovoda,
3. Poškodbe 3: premer luknje je velikosti premera cevovoda ali večji (pretrganje cevovoda).

Poleg odvisnosti od velikosti poškodbe pa se masni tok plina skozi poškodbo s časom spreminja (pada); največji je na začetku. Začetni masni tok Q_z je mogoče oceniti s predpostavko zvočnega toka skozi odprtino [7]

$$Q_z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \alpha}{4} \quad (5)$$

$$\cdot \sqrt{\kappa \cdot \rho_o \cdot p_o \left[\frac{2}{\kappa + 1} \right]^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}}}$$

kjer je d premer cevi, κ je razmerje specifičnih toplot plina, ρ_o je gostota plina pri obratovalnih pogojih v cevovodu, p_o zastojni tlak pri istih pogojih, α pa predstavlja razmerje med efektivno površino poškodbe in površino prečnega prereza cevi.

Efektivni masni tok plina Q iz poškodbe na cevovodu je odvisen od natančno določenega časa vžiga, kar je pomembno za določitev smrtnosti. V tem primeru se lahko smrtnost oceni na podlagi upoštevanja konstantnega masnega toka plina, kjer je upoštevana kratka zakasnitev vžiga od trenutka izpusta plina. V splošnem velja za efektivni masni tok plina Q_e predpostavka [4]:

$$Q_e = C \cdot Q_z, \quad (6)$$

kjer je koeficient upadanja C odvisen od velikosti cevi, tlaka v cevi v času nesreče, predpostavljenega časa vžiga in časa, ki je potreben za povzročitev poškodb na ljudeh.

Z znanimi vrednostmi Q_e je mogoče preko enačbe 4 rešiti enačbo 3 in s pomočjo zakona porazdelitve verjetnost smrtnosti (enačba 2) določiti odvisnost verjetnosti smrtnega izida P od oddaljenosti od mesta izpusta r .

Ocena vplivne dolžine izbranega segmenta cevovoda oz. integracija smrtnosti vzdolž cevovoda poteka v modelu s pomočjo numeričnega izračuna. Potek vrednosti izračunane verjetnosti umrljivosti je razdeljen na n odsekov od $P = 0,01$ do $P = 1$. Posledice nesreče (Π) zaradi poškodbe i se nato lahko ocenijo z vsoto zmnožkov vseh povprečnih smrtnosti \tilde{P}_n na posameznem odseku in njim ustreznih vplivnih dolžin cevovoda L_n :

$$\Pi_i = \int_0^L P_i dL \approx \sum_n \tilde{P}_{i,n} L_{i,n}, \quad (7)$$

$$i = 1, 2, 3$$

Natančnost ocene utežne dolžine (enačba 7) narašča z naraščanjem števila odsekov n .

2.3 Določitev pogostosti dogodkov

Frekvenca oz. pogostost nesreč predstavlja drugo stopnjo določevanja individualnega rizika (enačba 1). Model se v prvi fazi opira predvsem na obstoječe evropske baze podatkov. Ti podatki temeljijo na statistični obdelavi nesreč, ki so bile zabeležene v

več desetletjih. Pogostost nesreč je v največji meri določena glede na bazo podatkov, ki jih zbira in obdeluje European Gas Pipeline Incident Data Group – EGIG [6]. Zaradi obsežne zgodovine in zaradi obravnavanja razmer v evropskem prostoru je bila ta baza izbrana za osnovo pri določanju pogostosti nesreč v modelu za izračun individualnega rizika.

Tabela 1. Podatki o dogodkih na cevovodih za transport zemeljskega plina na ozemlju srednje in zahodne Evrope med leti 1970 in 2004 (vir: EGIG, [6])

Vzrok poškodbe	Delež vseh poškodb [%]
Posegi tretjih oseb	49,7
Konstruktivni defekti	16,7
Korozija	15,1
Premiki tal	7,1
Napačni priključki na cevovodu	4,6
Drugo	6,7
Skupaj	100

Tabela 2. Verjetnost vžiga izhajajočega plina glede na vrsto poškodbe cevovoda (vir: EGIG, [6])

Vrsta poškodbe	Verjetnost vžiga plina (%)
Poškodba 1	3
Poškodba 2	2
Poškodba 3 (notranji premer cevi ≤ 406 mm)	9
Poškodba 3 (notranji premer cevi > 406 mm)	30

Tabela 1 prikazuje delež vseh nesreč po klasifikaciji EGIG, ki odpade na posameznega povzročitelja.

Na končno vrednost individualnega rizika vplivajo vsi dogodki, vendar imajo bistven vpliv le tisti, pri katerih pride do značilnega deleža poškodb v obliki pretrganja cevovoda. To pa so po tabeli 1 dogodki, katerih vzrok so predvsem posegi tretjih oseb. Vsi ostali vzroki imajo splošno gledano manjši vpliv na tveganje, vendar se lahko v specifičnih (lokalnih) razmerah njihov vpliv močno poveča.

V povprečju se plin vžge le v okoli 4 % neželjenih izpustov [6], verjetnost vžiga pa je pogojena tudi z velikostjo poškodbe (tabela 2).

2.4 Ocena tveganja

Ocena tveganja poteka v skladu z enačbo 1 po tem, ko so določene posledice in pogostosti dogodkov. V pri-

meru treh različnih velikosti poškodb dobi enačba 1 obliko:

$$IT = \sum_{i=1}^3 \Pi_i \cdot \varphi_i \quad (8)$$

Pri tem je v frekvenci dogodkov že upoštevana ustrezna verjetnost vžiga plina po tabeli 2. Slika 3 predstavlja primer videza rezultata modela

na predpisanih oddaljenostih od cevovoda s strani zakonodaje [8] ali pa s strani upravljalca cevovoda.

V primeru previsoke vrednosti individualnega rizika na izbranem mestu ob cevovodu je mogoče z modelom spremeniti vrednost rizika s spremembo vhodnih parametrov. Pri tem sta najpomembnejša globina vkopa cevovoda in dodatna zaščita cevovoda v obliki opozorilnih trakov, betonskih plošč ali kinet. Na velikost tveganja je mogoče vplivati tudi s spremembo ostalih parametrov, ki pa so v glavnem le teoretične narave (območje poseljenosti, starost cevovoda) ali pa so za upravljalca izvedbeno kot tudi ekonomsko večinoma neupravičljivi (spremembe konstrukcijskih ali obratovalnih parametrov, kot so notranji premer cevovoda, debelina stene cevi, delovni tlak v cevovodu).

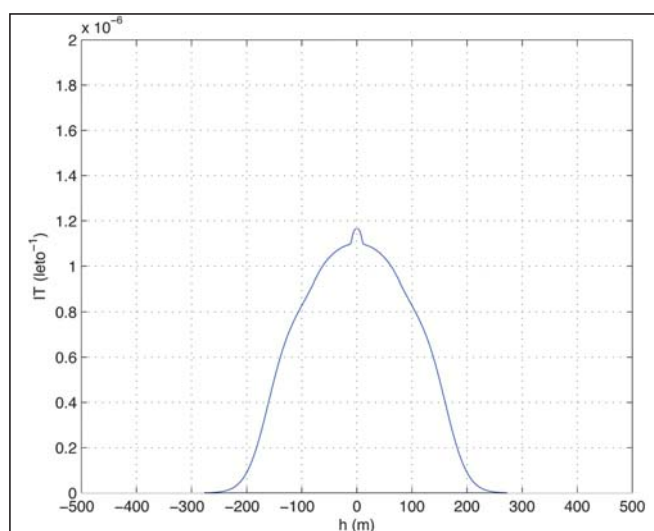
3 Prilagoditev ocene tveganja lokalnim pogojem – specifične značilnosti

Značilnost zgoraj opisanega modela za ocenjevanje tveganja je konzervativnost napovedi, ki je značilna za začetno stopnjo razvoja modela. Konzervativnost omogoča določeno stopnjo varnosti, ki se odraža v pretirani napovedi tveganja, hkrati pa večja tudi negotovost ocene tveganja. Zaradi tega takšne napovedi pogosto niso dovolj natančne oz. opravičljive za konkreten primer, predvsem s stališča lokalne rabe prostora ter varnosti in z njo povezanih omejitev za lokalno prebivalstvo.

Cilj razvoja modela je zato nenehno nadgrajevanje z izboljšanimi metodami ocenjevanja tveganja z manjšimi negotovostmi, kar je v praksi zaželeno tako z ekonomskega kot tudi z varnostnega vidika. Poglavitni vzroki negotovosti ocene izvirajo predvsem iz:

– porazdelitev vrednosti tveganja z odmikom od cevovoda.

Dobljeni rezultati modela za izračun tveganja se primerjajo z zahtevami po vrednostih individualnega rizika



Slika 3. Porazdelitev individualnega tveganja IT z odmikom h od cevovoda z zemeljskim plinom

- poenostavitev računanja, ki so vpeljane tako, da večajo konzervativnost ocene tveganja,
- nepopolnosti obstoječih podatkovnih baz,
- labe statistične popisnosti dogodkov,
- posplošenosti informacij oz. podatkov.

Bistven dejavnik, ki omogoča izboljšanje ocene tveganja, je predvsem prehod od splošnega k specifičnemu obravnavanju problema oz. prehod od globalnih k lokalnim razmeram. To pomeni, da je potrebno modificirati oz. razviti ter vpeljati v model takšne metode, ki omogočajo boljšo prilagojenost dejanskim razmeram na obravnavanem odseku cevovoda. Pri tem ima velik pomen tudi gradnja in uporaba lastnih podatkovnih baz z močno lokalno naravnostjo.

Izboljšava modela s ciljem izboljšati oceno tveganja poteka tako na dveh nivojih:

- izboljšava analize posledic dogodkov,
- izboljšava analize pogostosti dogodkov.

Pri analizi posledic dogodkov gre predvsem za natančnejše določanje toplotnega sevanja plina. Uporabljenim analitičnim metodam pri tem predstavljajo alternativo numerične metode, ki so v zadnjih desetletjih doživele močan razvoj. Rezultati numeričnih metod služijo za oblikovanje multiregresijskih fenomenoloških relacij med sevanjem in ostalimi bistvenimi parametri cevovoda in poškodb, ki jih uporabljene analitične metode ne zajemajo v celoti.

Pomembno področje izboljšave napovedi tveganja pa predstavlja analiza pogostosti dogodkov, ki vključuje predvsem vrednotenje uporabe zaščitnih ukrepov ter vpliva okolice cevovoda na tveganje. Pri tem je upoštevanje lokalnih razmer na cevovodu praktično neizogibno, osnove za analizo pogostosti dogodkov pa ne predstavljajo več samo statistične baze podatkov, pač pa se vpeljujejo tako mehanistični kot tudi probablistični pristopi k reševanju proble-

ma. Dva primera takšnih izboljšav, izdelanih predvsem z namenom upoštevanja lokalnih specifičnih razmer na slovenskem plinovodnem omrežju, bosta v kratkem orisu predstavljena v nadaljevanju.

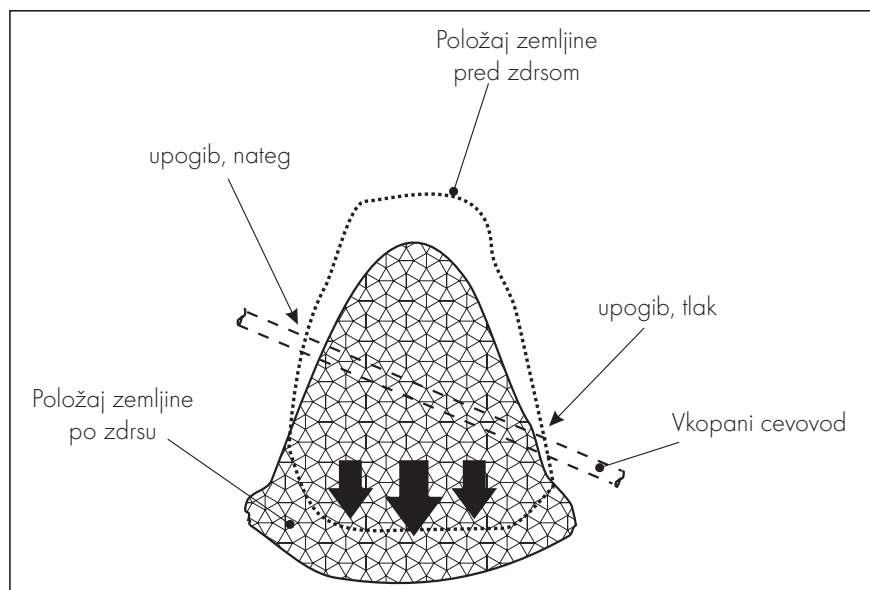
3.1 Določanje pogostosti dogodkov na cevovodu zaradi plazov

Cevovodi z zemeljskim plinom so večinoma vkopani v tla, ki so geološko stabilna. Kljub temu se je na trasi s cevovodom pogosto težko ali praktično nemogoče izogniti geološko nestabilnim tlem. Na takšnih tleh je cevovod izpostavljen zemeljskim zdrsom ali plazovom, ki lahko tako močno poškodujejo cevovod, da pride do neželenega uhajanja plina. Mnoge statistične baze podatkov, kot npr. baze EGIG [6], posredujejo informacije o pogostosti dogodkov na cevovodih z zemeljskim plinom zaradi premikov tal, vendar te informacije veljajo le na splošno (povprečene so npr. za celotno območje EU). Poleg tega tam ni javno dostopnih informacij o podrobnostih, kot so tip plazovite zemljine, geološka klasifikacija plazovitega območja, predvsem pa informacija o spremljanju premikov tal na plazoviti lokaciji. Negotovitost rezultatov analize pogostosti se lahko zato na poljubnem lokalnem primeru močno poveča.

Predlagana izboljšava napovedi pogostosti dogodkov na cevovodu zaradi plazov temelji predvsem na lokalnih podatkih o večletnih premikih zemljin na izbrani lokaciji plinovodne trase. Cevovod je obravnavan kot nosilec, ki je izpostavljen silam zaradi premikajoče se zemljine, ki je v stiku s cevovodom. Na cevovodu, ki prečka plazovito območje pod poljubnim kotom, se zaradi zdrsa zemljine pojavijo natezne, tlačne ter upogibne obremenitve (slika 4).

Velikost obremenitev je odvisna od velikosti plazovitega območja in od velikosti zemeljskih premikov na tem območju. Pri tem so upoštevane naslednje predpostavke:

- periodično merjeni zemeljski premiki so neodvisni od premikov, ki so bili izmerjeni eno časovno periodo nazaj. To pomeni, da posamezni zemeljski premiki, izmerjeni ob določenem času oz. časovni periodi, predstavljajo naključno porazdeljene vrednosti znotraj vzorca, tj. znotraj celotne lokalne baze podatkov o premikih;
- premiki zemljine vzporedno z vzdolžno osjo cevovoda povečujejo vzdolžne napetosti v cevovodu;
- premiki zemljine pravokotno na vzdolžno os cevovoda povzročajo upogibanje cevovoda v tej smeri;
- vpetje cevovoda se nahaja izven območja zemeljskega zdrsa.



Slika 4. Obremenitve cevovoda, ki prečka plazovito območje pod poljubnim kotom

Ocena pogostosti plazov, ki lahko poškodujejo cevovod, tako vključuje dva koraka:

- določitev velikosti zemeljskega zdrsa oz. kritičnega premika zemljine, ki je dovolj velik, da povzroči pretrganje cevovoda na dani lokaciji;
- ugotovitev verjetnosti takšnega dogodka glede na večletno lokalno bazo podatkov o premikih zemljine na dani lokaciji.

Pri prvem koraku gre predvsem za trdnostni preračun mejnih obremenitev, ki jih cevovod še zdrži, ne da bi se pretrgal. Pri tem igrajo bistveno vlogo material in gabariti cevovoda, tlak plina ter velikost območja zemeljskega zdrsa oz. upogibna krivulja cevovoda [9]. Po določitvi kritičnega upogiba oz. kritične upogibnice cevovoda je mogoče v drugem koraku dobljeno vrednost primerjati z vrednostmi meritev zemeljskih premikov na izbranih mestih na plazovitem območju. S pomočjo statističnih testov za preverjanje hipotez, kot sta npr. T-test ali test hi-kvadrat, je mogoče neposredno določiti verjetnost za nastanek kritičnega upogiba cevovoda.

3.2 Določanje vpliva opozorilnih znamenj (markerjev) na tveganje

Uporaba dodatnih zaščitnih ukrepov na cevovodih z zemeljskim plinom zmanjšuje tveganje zaradi posegov tretjih oseb na območju trase cevovoda, ki lahko poškodujejo cevovod do te mere, da pride do nenadzorovanega izpusta plina in njegovega vžiga. Dodatna zaščita cevovodov deluje kot fizična ovira (npr. zaščitne plošče) ali pa kot opozorilo (trakovi in markerji).

Težava nastopi predvsem pri dejanski oceni zmanjšanja tveganja zaradi posameznega zaščitnega ukrepa. Pri tem še posebno izstopajo markerji, saj se ti v skladu s standardi in priporočili pojavljajo regularno vzdolž celotne trase cevovoda in je samo na osnovi statistike zaradi tega težko določiti delež njihovega vpliva na tveganje v primerjavi z nezaščitenimi deli cevovoda. Poleg tega je na območju Slovenije količina podatkov o

poškodbah na cevovodih skopa, zato je samo statistično obravnavanje problema praktično izključeno.

Videz tipičnega markerja na slovenskem plinovodnem omrežju, ki služi tudi za opazovanje trase plinovoda iz zraka, je prikazan na *sliki 5*.



Slika 5. Videz markerja plinovodne trase (t. i. zračni marker)

Predlagana metoda ocene vpliva markerjev na tveganje na cevovodih z zemeljskim plinom izhaja iz dejstva, da marker deluje predvsem vizualno, torej je učinkovit le, kadar ga opazijo tretje osebe, ki so na trasi cevovoda.

Vizualna ostrina predstavlja zmožnost prepoznavanja predmetov na daljavo. Določena je z najmanjšim kotom, ki pokriva vidno polje človeškega očesa in omogoča prepoznavanje predmetov oz. oblik, ki jih ta kot oklepa. Statistično je velikost tega kota enaka 5 kotnim minutam, kar sovpada z zmožnostjo prepoznavanja črk, ki oklepajo tak kot, za ljudi, ki imajo 100-odstotni vid [10]. To pomeni, da je takšen kot potreben za zaznavanje ostrih oz. jasnih robov različnih oblik predmetov. Opisane značilnosti zaznavanja predmetov oz. oblik na daljavo veljajo v primeru kombinacije bele (ozadje) in črne (predmet), ki imata visoko razmerje svetlosti oz. visok svetlostni kontrast. Druge kombinacije barv bistveno prispevajo k zmožnosti prepoznavanja predmetov na daljavo. Glede na do sedaj opravljene raziskave [11, 12] prepoznavanja oblik oz. predmetov na ozadju poljubne barve je bilo ugotovljeno, da ima pri tem bistveno vlogo barvni kontrast oz. razlika v svetlosti med barvo predmeta in barvo ozadja. Svetlost barve je mogoče določiti na podlagi različnih barvnih modelov oz. prostorov (npr. CIE XYZ, CIE Lab, RGB, itd.) [13]. Na osnovi analize izdelanih raziskav na večji populaciji ljudi [14] je mogoče ugotoviti vpliv svetlostnega kontrasta barvne kombinacije predmeta in oza-

dja na vidljivost oz. zmožnost prepoznavanja predmeta. Ta zveza ima za barvni prostor CIE XYZ splošno obliko:

$$\frac{Y_{\max}}{Y} = a_o + a_1 \cdot e^{a_1 \cdot k_v} \quad (9)$$

kjer je Y_{\max}/Y razmerje svetlosti barvne kombinacije predmeta in ozadja (pri tem je v števcu vedno svetlost višje vrednosti od tiste v imenovalcu oz. $Y_{\max}/Y \geq 1$). k_v je koeficient vidnosti, ki predstavlja razmerje med prepoznavnostjo oblike v dani barvni kombinaciji in prepoznavnostjo črno-bele barvne kombinacije, kar je določljivo na osnovi empiričnih podatkov [14]. Koeficienti a_o , a_1 ter a_2 se določijo na osnovi znanih eksperimentalno določenih oz. empiričnih vrednosti Y_{\max}/Y in k_v s pomočjo aproksimativnih metod.

Celoten postopek ocene vpliva markerjev na tveganje na cevovodu poteka v naslednjih korakih:

- določitev oddaljenosti H , na kateri je marker črne barve viden oz. prepoznaven na belem ozadju (najmanjša izmera table markerja mora oklepiti kot 5" vidnega polja opazovalca s 100-odstotnim vidom);
- določitev svetlosti povprečne barve markerja;
- določitev svetlosti povprečne barve ozadja (okolice) markerja. Pri tem je potrebno upoštevati, da se barva ozadja markerja spreminja predvsem zaradi letnih časov;
- določitev koeficienta vidnosti k_v iz razmerja svetlosti markerja in ozadja (enačba 9);
- izračun dejanske oddaljenosti, na kateri je marker določene barve na povprečni barvi ozadja prepoznaven: $H_{dej} = H \cdot k_v$;
- pri poznavanju povprečne razdalje med dvema markerjema L sledi določitev deleža te razdalje, kjer je marker viden ($= 2 \cdot H_{dej}/L$);
- povezava dobljenih rezultatov s statističnimi podatkovnimi bazami o dogodkih na cevovodih.

Zadnji korak predpostavlja, da so se dogodki, ki so v bazah podatkov klasificirani kot dogodki na cevovodu brez markerjev, dejansko zgodili na cevo-

vodu, ki je bil opremljen z markerji v skladu s standardi, vendar noben izmed markerjev ni bil v času in na mestu dogodka viden.

Obstoj statistične baze podatkov o dogodkih na cevovodih je tako tudi pri ocenjevanju vpliva markerjev na tveganje ključnega pomena, kar za velike operaterje ne predstavlja posebne težave. Manjši operaterji, ki takšnih baz ne posedujejo, pa lahko uporabijo baze večjih operaterjev [15] ob predpostavki podobnosti lokalnih značilnosti cevovoda s tistimi iz tuje baze podatkov.

■ 4 Zaključki

Prispevek predstavlja model za kvantitativno oceno individualnega tveganja na plinovodnem sistemu na osnovi obratovalnih in konstrukcijskih parametrov cevovoda ter parametrov okolice. Postopek ocenjevanja tveganja je izveden v skladu z veljavnimi mednarodnimi standardi na tem področju.

Model vključuje tako analizo posledic dogodkov na cevovodih kot tudi analizo pogostosti dogodkov. Matematično modeliranje posledic dogodkov (iztok plina, toplotno sevanje) je izvedeno s pomočjo enodimenzionalnega modela. Določanje pogostosti nesreč poteka na tej stopnji v modelu na osnovi evropskih baz podatkov (EGIG).

Poleg splošne zgradbe modela je predstavljena tudi nadgradnja mode-

la oz. upoštevanje lokalnih razmer na osnovi lastnih izkušenj, lokalnih podatkovnih baz in novih metodologij obravnavanja problema z namenom izboljšanja zanesljivosti ocene tveganja. Prilagojenost lokalnim razmeram predstavljata predvsem novi metodi obravnavanja vpliva tretjih oseb (markerji) in zemeljskih premikov na tveganje.

Literatura

- [1] ASME, Gas Transmission and Distribution Piping Systems, ASME B31.8:2004, 2004.
- [2] CSChE, Risk Assessment – Recommended Practices for Municipalities and Industry, Canadian Society for Chemical Engineering, Ottawa, 2004.
- [3] CPR 18E Purple Book, Guideline for Quantitative Risk Assessment, Committee for the Prevention of Disasters, The Netherlands, 1999.
- [4] Jo, Y.-D., Ahn, B. J., A method of quantitative risk assessment for transmission pipeline carrying natural gas, *Journal of Hazardous Materials A123* (2005), str. 1–12.
- [5] Lees, F. P., Lee's loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control, Elsevier/Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2005.
- [6] EGIG, Gas Pipeline Incidents 6th Report 1970–2004, 2005.
- [7] Yuhu, D., Huilin, G., Jing'en, Z., Yaorong, F., Mathematical modeling of gas release through holes in pipelines, *Chemical*

Engineering Journal, 92 (2003), str. 237–241.

- [8] Uradni list RS, št. 60-3175/2001, Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z delovnim tlakom nad 16 bar.
- [9] O'Rourke, M., Liu, X. (editors), Response of Buried Pipelines Subject to Earthquake Effects. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering and Research (MCEER), MCEER Monograph No-3, 1999.
- [10] Valberg, A., Light, vision, color. J. Wiley & Sons, Chichester, 2005.
- [11] Tinker, A. M., Legibility of Print, Ames, IA: Iowa State University Press, 1963.
- [12] Lin, C.-C., Effects of contrast ratio and text color on visual performance with TFT-LCD, *International Journal of Industrial Ergonomics* 31 (2003), str. 65–72.
- [13] Hunt, R. W. Measuring colour, 3rd edition, Fountain Press, 1998.
- [14] Gradišar, M., Humar, I., Turk, T., The Legibility of Colored Web Page Texts, Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. On Information Technology Interfaces, June 25–28, 2007, Cavtat.
- [15] Mather, J., Blackmore, C., Petrie, A., Treves, C., An assessment of measures in use for gas pipelines to mitigate against damage caused by third party activity, Contract Research Report 372/2001, Health and Safety Executive, 2001.

Quantitative risk assessment of the transmission gas pipeline system in Slovenia – general and specific characteristics

Abstract: The transmission pipeline network for natural-gas transportation represents a potential danger to the environment in the event of damage or gas leaks. In spite of the very low probability of such an event, the pipeline operator should be able to cope with any possible potential danger, which could occur as a consequence of a damaged pipeline. Therefore, it should be ensured that the risk due to such pipelines in populated areas is low enough, or inside boundaries, specified by the legislation or the specific requirements of the pipeline operator. A quantitative risk assessment can be executed through the appropriate analytical models based on physical relationships, statistical databases, mechanical and probabilistic approaches, as well as numerical simulations, which enable a quantitative evaluation of the event frequencies and their consequences. Of particular importance is the continuous development of new approaches and the methodologies of risk assessment, which are based on the local characteristics of pipelines as well as on local experience; it represents a continuous upgrading of the model. The results of such an upgrade are felt through the increased reliability of the risk predictions.

Keywords: natural gas; pipelines; quantitative risk assessment,

nadaljevanje s strani 137

Informacije:

– VDI Wissensforum GmbH, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf, BRD; Birge König, tel.: + 0211-6214-359, faks: + 0211-6214-430, e-pošta: koenig.b@vdi.de, internet: www.vdi.de/landtechnik 2008

■ **The 20th International Conference on Hydraulics and Pneumatics (20. mednarodna konferenca o hidravliki in pnevmatiki)**

29. 09.–01. 10. 2008
Praga, Češka

Informacije:

– ga. Hana Kropikova
– faks: + 420 267 913 943
– e-pošta: hkropikova@telecom.cz
– internet: <http://www.jasta.cz>

■ **MAINTAIN 2008**

(Mednarodni strokovni sejem industrijskega vzdrževanja)

14.–16. 10 2008
München, ZR Nemčija

Organizator:

– M. O. C. Veranstaltungszentrum, München

Informacije:

– internet: www.maintain-europe.com

■ **5. Kolloquium Mobilhydraulik (5. Kolokvij mobilne hidravlike)**

16.–17. 10. 2008
Karlsruhe, ZR Nemčija

Organizatorja:

– Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (ILF) – Braunschweig
– Lehrstuhl für mobile Arbeitsmaschinen (MOBIMA) – Karlsruhe

Tematika:

– Hidravlika na mobilnih delovnih strojih
– Vozni pogoni
– Elektrohidravlična krmilja in regulatorji

nadaljevanje na strani 173

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 nesenijski 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

Delo na daljavo v proizvodnem okolju

Peter BUTALA, Ivan VENGUST, Alojzij SLUGA

Izvleček: Z razvojem komunikacij in interneta postaja delo na daljavo na marsikaterem področju resna alternativa klasičnemu načinu dela. Seveda pa se postavlja vprašanje, ali je delo na daljavo ustrezna alternativa tudi pri izvajanju delovnih procesov v materialni proizvodnji. V prispevku so podane nekatere možnosti spremljanja, nadzora, upravljanja in vzdrževanja delovnih sistemov v proizvodnji na daljavo. Predstavljen je kibernetski koncept podpore proizvodnih operacij in procesov, ki je ilustriran z vrsto realiziranih primerov iz raziskovalnega kot tudi industrijskega okolja. Z ozirom na odzive industrijskih uporabnikov je pristop relevanten in prinaša številne potenciale za posodobitev in racionalizacijo dela v industriji ter uvajanje povsem novih pristopov k strukturiranju, vodenju in krmiljenju proizvodnih procesov.

Ključne besede: proizvodni sistem, nadzor, krmiljenje, oddaljen dostop, informacijska podpora,

■ 1 Izhodišča in motivacija

Delo na daljavo postaja resna alternativa klasičnim oblikam dela. Motiv je zelo jasan – z novimi pristopi, metodami in tehnologijami dela postati bolj odziven, fleksibilen, učinkovit in racionalen, skratka bolj konkurenčen.

Danes je delo na daljavo značilno za tiste delovne procese, ki temeljijo na procesiranju informacij. Pri tem kraj in običajno tudi čas izvajanja procesa nista pomembna.

V proizvodnji pa se poleg informacijskih procesov opravlja tudi vrsta procesov transformacije materiala. Ti se izvajajo na ustreznih strojih ali napravah, torej na točno določenem kraju. Ti procesi so dinamični in

potekajo v realnem času. Navedeni značilnosti sta ključni za presojo možnosti in smiselnosti dela na daljavo kot tudi za razvoj in implementacijo tovrstne podpore v materialni proizvodnji.

Pri razvoju rešitev za podporo dela na daljavo igrajo pomembno vlogo sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), ki nudijo nove možnosti za podporo razvoju, operacijam in vzdrževanju delovnih sistemov na daljavo.

Članek izhaja iz prispevka, ki je bil predstavljen na posvetu Avtomatizacija strege in montaže 2007 [1], in podaja nekatere konceptualne rešitve in primere izvedbe podpore dela na daljavo za delovne procese v proizvodnji. Nekatere predstavljene rešitve so se uveljavile tudi v industriji.

■ 2 Tehnološke možnosti za podporo delu na daljavo

Delovni procesi v proizvodnji potekajo na dveh nivojih:

- na nivoju t. i. elementarnih delovnih sistemov, kjer se izvajajo delovni procesi (npr. struženje, montaža, testiranje),

- na nivoju proizvodnega sistema kot zaokrožene celote (npr. delavnice, delovne enote obrata), kjer potekajo proizvodni procesi oz. proizvodne operacije kot množica opravil, ki se izvajajo zaporedno in/ali vzporedno na elementarnih delovnih sistemih.

Da se navedeni procesi lahko izvajajo učinkovito in ažurno, je potrebno opravljati še vrsto upravljalških procesov (npr. načrtovanje, koordiniranje, krmiljenje, nadzor) in podpornih procesov (npr. oskrba z informacijami, materialom, orodji in energijo, kontrola kakovosti, vzdrževanje). Pri vseh teh procesih ima pomembno vlogo človek, ki potrebuje za kakovostno delo in odločanje zanesljive in ažurne informacije. Informacija je torej eden od najpomembnejših elementov vodenja operacij proizvodnih sistemov.

Ključna problema proizvodnje sta zbiranje in upravljanje velikega volumna podatkov v realnem času ter posredovanje ustrezno pripravljenih informacij ob pravem času na mesta dela in odločanja.

Da bi to dosegli, je potrebno doseči razvidnost proizvodnih in delovnih

Izr. prof. dr. Peter Butala, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; dr. Ivan Vengust, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; PS, d. o. o., Logatec; Izr. prof. dr. Alojzij Sluga, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

sistemov, to je možnost dostopanja do informacij o sistemu in njegovem stanju od koderkoli in kadarkoli. Glede na današnjo dosegljivost IKT tehnologij in orodij se odpirajo možnosti dela na daljavo tudi v proizvodnji.

Internet in svetovni splet sta za realizacijo tovrstnih komunikacij ključni tehnologiji. Vedno pomembnejšo vlogo igrajo mobilne tehnologije in tehnologije brezžične komunikacije, tako na nivoju dostopa do sistemov preko interneta (npr. GPRS, Wi-Fi), na nivoju identifikacije med posameznimi sistemi (RFID) in na nivoju povezovanja posameznih elementov sistema, kot npr. brezžičnega povezovanja senzorjev za zbiranje podatkov (npr. Bluetooth, ZigBee).

S temi tehnologijami se odpirajo možnosti za razvoj t. i. ambientalne inteligence za prodorne (pervasive) in vsepovsod (ubiquitous) prisotne e-storitve, neodvisne od lokacij v proizvodnem okolju!

■ 3 Delo na daljavo v proizvodnji

Človek kot subjekt je element vsakega delovnega sistema v proizvodnji [2]. Z višanjem stopnje avtomatizacije se vloga subjekta v sistemu spreminja in njegova stalna fizična prisotnost ob napravi pri izvajanju procesa ni več nujna. S tem pa se odpira možnost, da subjekt opravlja svoje delo na daljavo.

Preglednica 1 podaja pregled tipičnih aktivnosti v proizvodnji, ki jih lahko ob ustrezni podpori opravljamo od koderkoli.

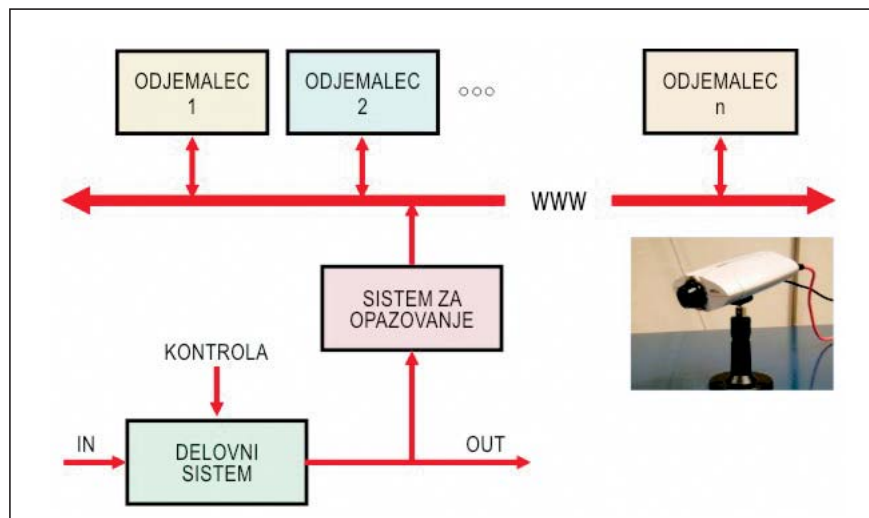
Opazovanje. Osnova za odločanje je opazovanje. Človek pri svojem delu opazuje proces in delovno napravo ter se na osnovi tega odloča. Stanje procesa/naprave zaznava s svojimi čutili: vidom in sluhom, včasih tudi vonjem in tipom. Za delo na daljavo je torej potrebno zajeti in prenesti vsaj del teh informacij. Zajem in prenos slike in zvoka v realnem času danes ne predstavljata večjega problema. Rešitev nudijo spletne kamere, ki vključujejo vso infrastrukturo za direkten priklop na internet.

Preglednica 1. Aktivnosti v proizvodnji, ki se lahko izvajajo na daljavo

Aktivnost	Opis	Tip informacije
Opazovanje	Opazovanje delovnega procesa/naprave v realnem času	Video/avdio signal – slika/zvok v živo
Spremljanje/nadzor	Spremljanje stanja procesa, naprave v določenem časovnem obdobju	Zajemanje podatkov procesa statusov naprave, interpretacija podatkov
Upravljanje/krmiljenje	Interakcija med krmilnikom in uporabnikom, aktiviranje in spremljanje funkcij v realnem času	Prenos informacij uporabniškega vmesnika, generiranje krmilnih informacij
Vzdrževanje/zagon	Dostop do SW-krmilnika, odpravljanje napak, spreminjanje, nadgrajevanje ipd.	Izvorna koda krmilnika, prevajanje, testiranje SW
Izobraževanje	Dostop do opreme in njeno upravljanje na daljavo – virtualni laboratorij	Uporaba navedenih funkcionalnosti za potrebe učenja in treninga

Slika 1 prikazuje sistem za opazovanje s spletno kamero. Poleg slike se lahko na daljavo posredujejo tudi zvok in haptične informacije (npr. vibracije), ki dopolnijo sliko zaznavanja. Sisteme za opazovanje lahko danes srečamo v prometu, turizmu ipd.

daljavo je potrebno zajemati podatke o delovnem sistemu ter omogočiti dostop do le-teh preko interneta/intraneta. Slika 2 prikazuje sistem za spremljanje in nadzor avtonomnega delovnega sistema preko interneta [4]. Za obvladovanje tega sistema je potrebno zajemati podatke v proizvo-

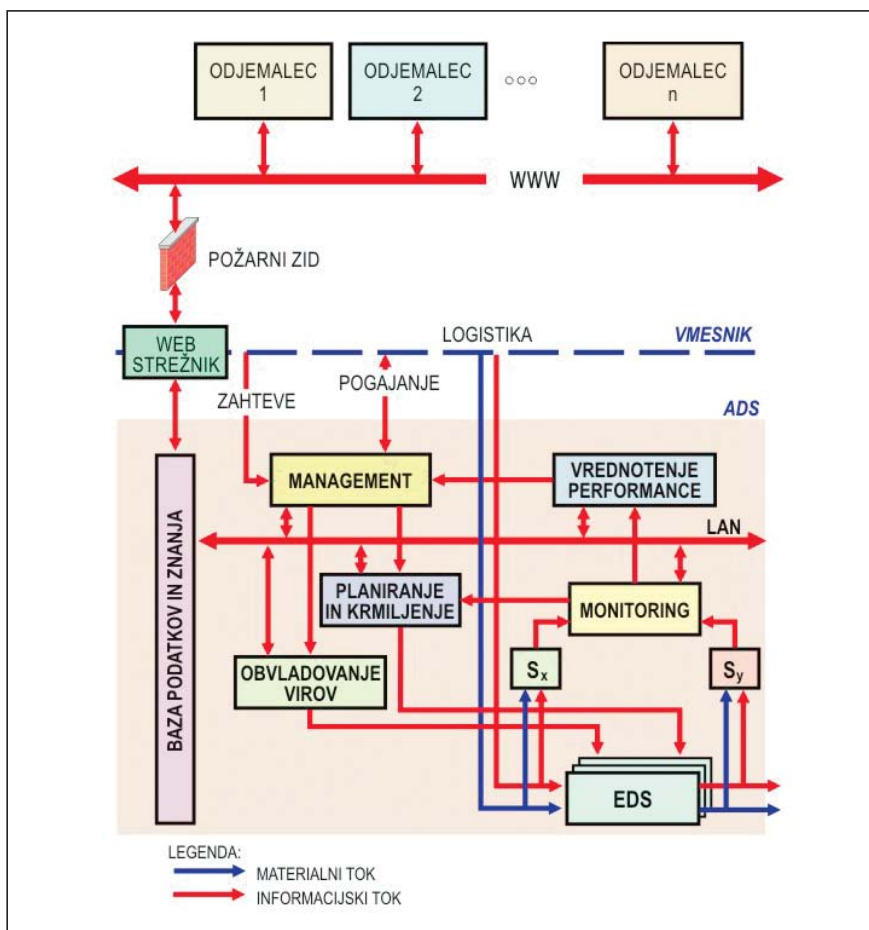


Slika 1. Sistem za opazovanje

Zgolj opazovanje preko kamere ni dovolj za delo na daljavo, nudi pa koristno podporo pri izvajanju vseh drugih aktivnosti. So pa že prve študije pokazale velik potencial strojnega vida v sledenju in avtomatski identifikaciji stanj obdelovalnih delovnih sistemov v proizvodnji [3].

Spremljanje in nadzor. Pri spremljanju oz. nadziranju delovnega sistema na

dnji on-line. Zajemanje podatkov v proizvodnji poteka v realnem času, in sicer (1) podatke o dogodkih (začetek dela, zastoj ipd.) vnašajo operaterji preko terminala; (2) podatki o stanju strojev in (3) podatki o procesu pa se zajemajo avtomatsko preko t. i. sistema SCADA (supervisory control and data acquisition) na osnovi informacije s senzorjev oz. iz CNC-krmilnika.



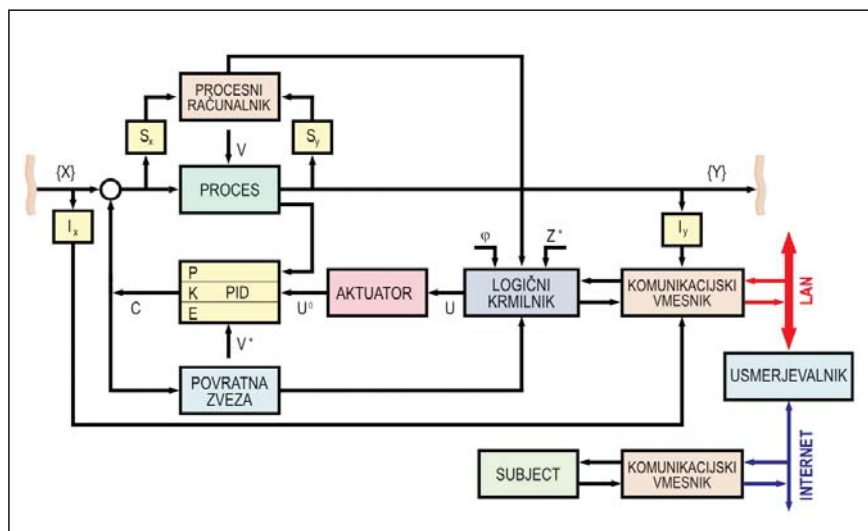
Slika 2. Spremljanje delovnega sistema na daljavo

Zajeti podatki se shranijo v lokalni bazi podatkov in znanja in služijo za on-line krmiljenje in za evalvacijo performance. Dostop do podatkov je možen tudi od zunaj, kar omogoča razvidnost sistema navzven.

Sistem torej spremljamo na osnovi zajetih podatkov. Podatki se shranjujejo in vizualizirajo na zahtevo uporabnika. Na ta način spremljamo proizvodne operacije, stanje stroja/delovne naprave ter stanje delovnega procesa. Primer tovrstnega operativnega sistema v industriji je spletni sistem za spremljanje in krmiljenje delavnice LIMES [5], katerega prototip je bil razvit leta 2003 [6].

Upravljanje in krmiljenje. Pri upravljanju oz. krmiljenju delovnega sistema na daljavo je potrebno omogočiti vpogled operaterja v stanje stroja in interakcijo med operaterjem in krmilnikom naprave na daljavo. Slika 3 prikazuje blokovno shemo rešitve, ki bazira na konceptu elementarnega delovnega sistema [2].

Da bo operater lahko upravljal s sistemom, mora imeti možnost opazovanja delovnega procesa/naprave. Poleg tega mora imeti na razpolago enake možnosti interakcije z napravo kot na njej. To pomeni, da mora biti grafični uporabniški vmesnik pri operaterju strukturno enak kot na krmilniku, informacije na njem pa se morajo osveževati v realnem času.



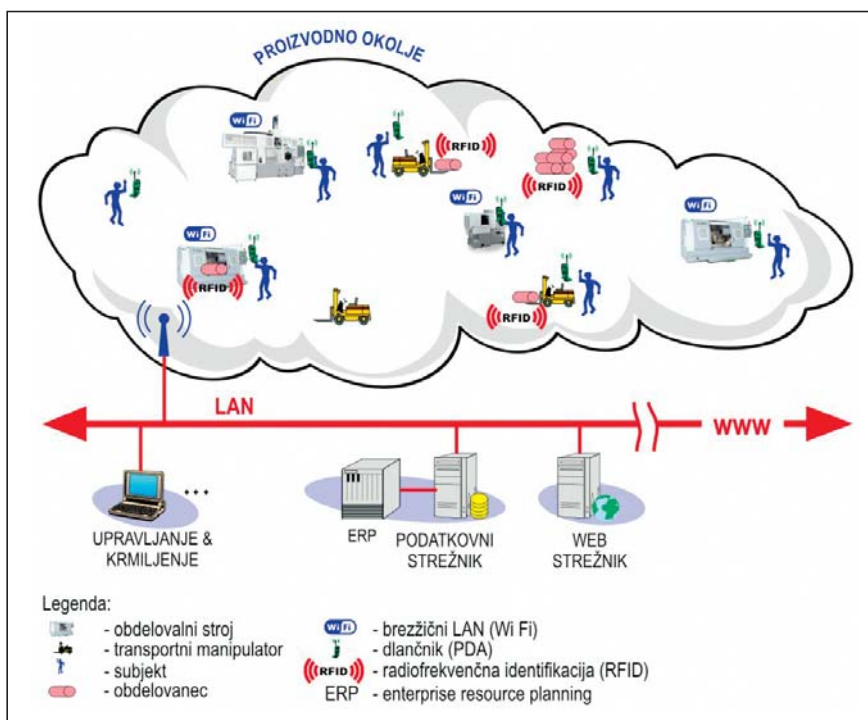
Slika 3. Krmiljenje delovnega sistema na daljavo (prirejeno po [2])

Uporabnik mora imeti možnost generiranja vhodnih krmilnih signalov na standardni periferni opremi računalnika (npr. tipkovnici, miški). Zaradi paketnega prenosa informacij se je potrebno izogibati funkcijam, katerih vrednost ni točno definirana (npr. "jog"). Upoštevati je potrebno naključne zakasnitve pri prenosu podatkov.

Vseprisodno proizvodno okolje.

Nadaljnji razvoj lahko pričakujemo v smeri t. i. ambientalne inteligence in vseprisodnega okolja. Ideja vseprisodnega okolja izhaja iz računalništva in pomeni prisotnost računalnikov vseprisodno v okolju. Vseprisodno proizvodno okolje (angl.: ubiquitous manufacturing) je eden izmed novih pristopov, ki obetajo boljše obvladovanje proizvodnje, temelječe na integraciji distribuiranih avtonomnih in inteligentnih delovnih enot. O tem, kako te nove trende aplicirati tudi na področje proizvodnje, je l. 2006 v organizaciji Lakosa na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani potekala mednarodna delavnica z naslovom U-Manufacturing: the organizational and technological perspectives. Na delavnici so sodelovali poleg evropskih raziskovalcev tudi predstavniki Južne Koreje.

Vseprisodno okolje je mogoče realizirati z agentskimi strukturami. V njih so programski elementi, ki so dodeljeni posameznim elementom proizvodnega sistema. Agent v imenu elementa sistema odloča v skladu



Slika 4. Vsekovsodno proizvodno okolje

z določenimi cilji. Uvedba agentskih struktur prinese v proizvodnjo odločanje, ki se hitreje prilagodi na spremembe v sistemu in je manj občutljivo na naključne motnje. Hkrati lahko agente uporabimo pri avtomatizaciji določenih procesov, pri čemer opravljajo operaterji le še nadzorno vlogo. Vse to lahko prispeva k večji odzivnosti in fleksibilnosti proizvodnje. Slika 4 prikazuje osnovni koncept vsekovsodnega proizvodnega okolja. Elementi sistema (delovni sistemi, transportni sistemi, obdelovanci ipd.) so opremljeni z računalniki in povezani z brezžično komunikacijo. Vsak element ima svojega agenta. Agenti medsebojno komunicirajo in sodelujejo ali si konkurirajo pri izvedbi operativnih nalog v proizvodnji. Ideja vsekovsodnega proizvodnega okolja je podrobneje podana v [7].

■ 4 Primeri implementacije dela na daljavo v proizvodnji

Opazovanje. Slika 5 prikazuje primer opazovanja procesa preko spletne kamere. Ta je povezana v lokalno mrežo in identificirana z IP-naslovom, preko katerega jo lahko dosežejo uporabniki od koderkoli.

Spremljanje proizvodnje – LIMES. Primer sistema za spremljanje proizvo-

dne preko spleta je sistem LIMES, ki je uveden v delavnico podjetja Litostroj E. I. Sistem so uporabniki na vseh nivojih proizvodnje dobro sprejeli predvsem zaradi (1) dostopa do relevantnih podatkov od koderkoli in kadarkoli, (2) povečane razvidnosti dela v delavnici



Slika 5. Opazovanje stanja procesa/naprave preko spletne kamere

in časovne transparentnosti operacij, (3) povečane zanesljivosti razporedov in dobav, (4) izboljšane performance v smislu krajših pretočnih časov in s tem večje produktivnosti, (5) krajšega odzivnega časa v primeru odpovedi,

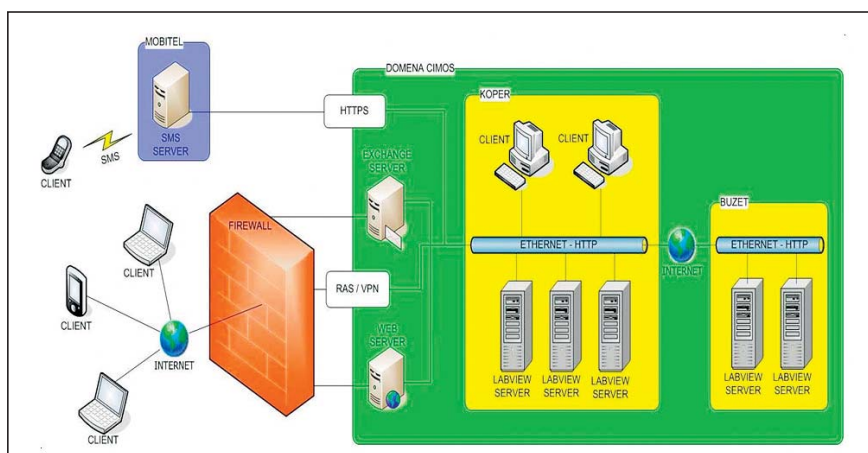
(6) občutno zmanjšane administriranja in informacijskega toka brez papirja (npr. eliminiranje delovnih nalogov in delovnih listov na papirju), (7) boljšega razumevanja problemov in vzrokov in s tem boljšega vodenja in organizacije dela, npr. vzdrževanja ter (8) ustreznejše porazdelitve odgovornosti pri vodenju. Zadnje je po mnenju vodstva najpomembnejši dosežek sistema. Sistem je podrobneje predstavljen v [5].

Upravljanje in krmiljenje testirnih sistemov. Trajnostni testi mehanskih podsklopov se lahko izvajajo ciklično v režimu 24/7, in sicer več tednov, preizkuševališča pa se lahko nahajajo na različnih, geografsko dislociranih mestih. Da je delo v takem okolju čim bolj učinkovito, je smiselno uvesti spremljanje in upravljanje testirnih sistemov na daljavo. S tem se bistveno pripomore k večji izkoriščenosti časa ter boljši učinkovitosti dela in tako izboljša ter skrajša razvojni proces.

Sistem je implementiran v Laboratoriju za preizkušanje podjetja CIMOS Koper, kjer se izvajajo testi prototipov avtomobilskih komponent. Testiranje teh komponent je zelo

nepredvidljivo, ker se prvi testi izvajajo že v zgodnji fazi razvoja in se pomanjkljivosti v konstrukciji in izdelavi šele ugotavljajo. Zaradi tega pogosto prihaja do zastojev. Testiranje je avtomatizirano in stalna prisotnost operaterja ni potrebna. Potreben pa je stalni nadzor nad delovanjem sistemov, tudi v času, ko operaterji niso pri-

sotni. Če namreč pride do zastoja procesa izven delovnega časa, se testiranje ustavi, dokler se ne odpravi motnja. To pa pomeni zastoj do prihoda operaterja, ki odpravi motnjo in ponovno zažene proces.



Slika 6. Arhitektura sistema za upravljanje testirnega sistema na daljavo [8]

Za rešitev navedenega problema je bila razvita spletna aplikacija, ki omogoča spremljanje in upravljanje preizkuševališč preko interneta [8]. Arhitektura sistema je prikazana na sliki 6. V primeru zastoja se sproži sporočilo v obliki SMS, ki opozori operaterja o problemu. Operater se nato lahko poveže s krmilno aplikacijo preko interneta ter odpravi motnjo, če ta ne zahteva fizične intervencije. Testirni sistem pa lahko spremljajo na daljavo tudi razvijalci testiranca, ki na ta način sproti pridobivajo informacije o rezultatih svojega dela, kot je prikazano na sliki 7.

Upravljanje in krmiljenje CNC-obdelovalnega stroja – Telemanufacturing. Izvajanje obdelave na sodobnem CNC-obdelovalnem stroju zahteva prisotnost operaterja, ki upravlja stroj preko krmilnika.

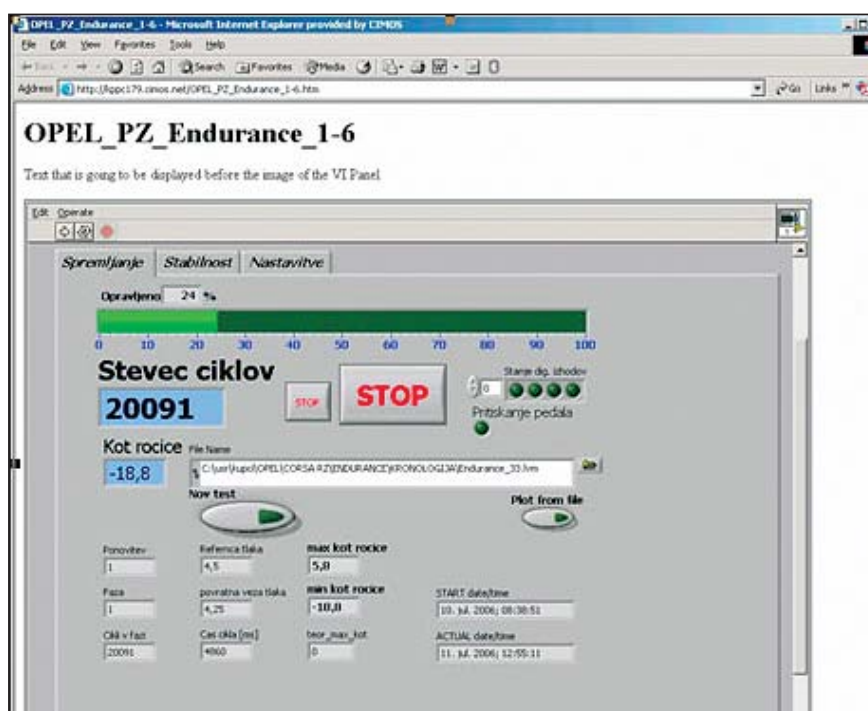
Cilj raziskave je bil raziskati možnost prenosa interakcij med strojem in operaterjem na daljavo, preko lokalne mreže ali interneta. S tem bi bila dana možnost upravljanja večjega števila strojev s centralnega mesta. Prav tako se odpira možnost izvedbe spletnega obdelovalnega servisa.

Sistem je bil realiziran na CNC-stroju za lasersko rezanje pločevine. Slika 8 prikazuje koncept sistema v arhitekturi strežnik/odjemalec. Sistem omogoča spremljanje in krmiljenje delovnih parametrov stroja in procesa, iskanje referenčne točke stroja, ročno vodenje stroja v načinu "incremental", nalaganje in izbira načina izvajanja NC-programov,

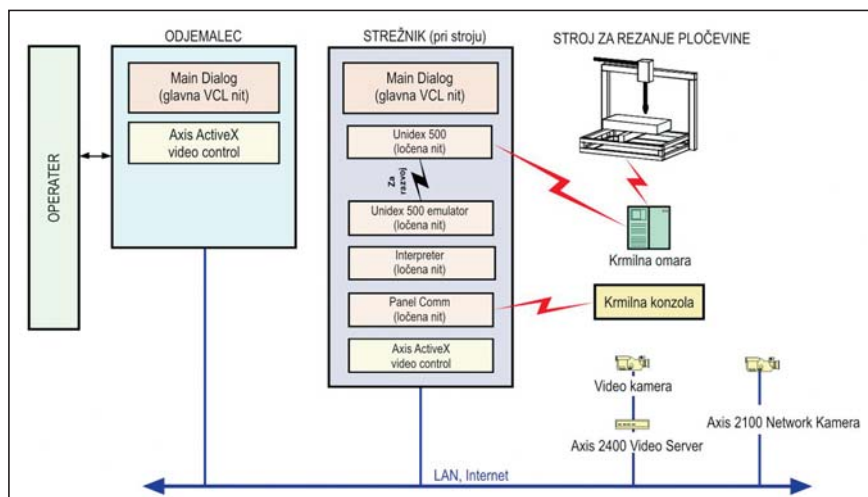
določanje ničelnih zamikov stroja, določanje programskih limit stroja ter diagnostiko stroja. Slika 9 prikazuje uporabniški vmesnik z aktualnimi parametri ter vključeno živo sliko.

Izobraževanje na daljavo. Predstavljeni koncepti in rešitve se lahko s pridomo uporabijo tudi v izobraževalnem procesu. Slika 10 prikazuje eksperiment, ki smo ga poimenovali Teleteaching.

Eksperiment Teleteaching je bil izveden novembra 2005 v sodelovanju z University of Minho iz Portugalske. Sodelovali sta dve skupini študentov, ena iz Ljubljane in ena iz Minha. Tema



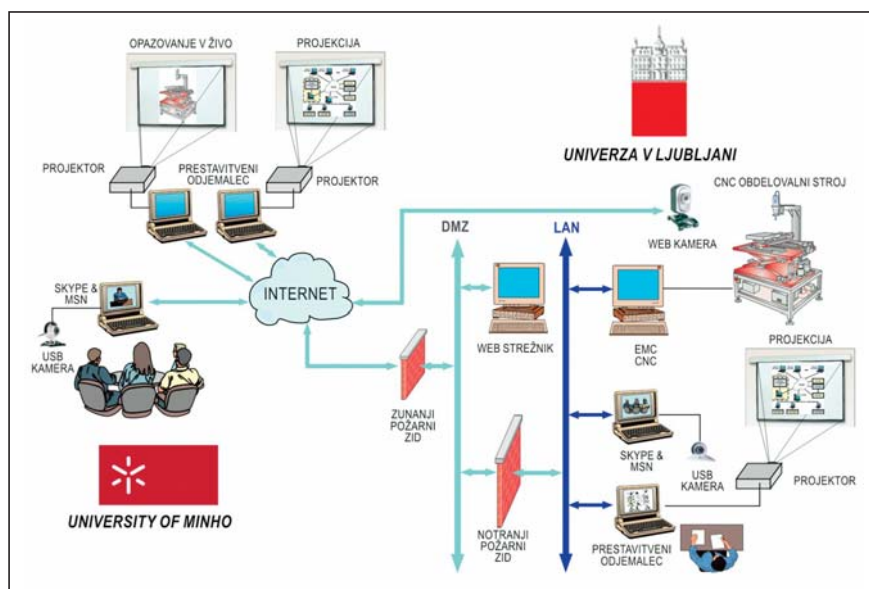
Slika 7. Uporabniški vmesnik spletne aplikacije za spremljanje testirnih sistemov [8]



Slika 8. Arhitektura sistema za upravljanje CNC-obdelovalnega sistema na daljavo [9]



Slika 9. Uporabniški grafični vmesnik sistema Telemanufacturing [9]



Slika 10. Eksperiment učenja na daljavo Teleteaching

je bila NC-programiranje. Pri tem sta obe skupini študentov izdelali svoje NC-programe za obdelavo določenih komponent, samo obdelavo pa so študentje realizirali na daljavo na CNC-stroju v Ljubljani.

5 Zaključek

Prispevek obravnava nekatere konceptualne osnove za podporo dela na daljavo v proizvodnji, kjer imamo opravka z informacijskimi in materialnimi procesi ter z njihovim krmiljenjem v realnem času. To pa predstavlja posebne zahteve in omejitve za delo na

daljavo, ki postaja vedno bolj aktualna opcija tudi v materialni proizvodnji.

Predstavljenih je nekaj rešitev za spremljanje, krmiljenje, vzdrževanje v proizvodnji ter izobraževanje na daljavo. Vsi primeri kažejo na velike potenciale takšnega pristopa. Doseženi so tudi vidni rezultati v industrijskem okolju.

Nadaljnji razvoj lahko pričakujemo v smeri t. i. ambientalne inteligence in vsepovsodnega okolja, v katerem se bodo izbrisale marsikatero meje in razdalje, kar bo omogočilo povsem

drugačen pristop k organizaciji in vodenju proizvodnih procesov.

Literatura

- [1] Butala, P., Vengust, I., Sluga, A., 2007, Nadzor in krmiljenje delovnih sistemov na daljavo. V: Herakovič, N., Debevec, M., Adrovič, E. (ur.). Avtomatizacija strege in montaže ASM'07, Ljubljana: gradivo posveta. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, str. 23–28.
- [2] Peklenik, J., 1988, Fertigungskybernetik, Eine neue wissenschaftliche Disziplin für die Produktionstechnik. TU-Berlin. Festvortrag anlässlich der Verleihung des Georg-Schlesinger Preises 1988.
- [3] Husejnagić, D., Sluga, A., 2002, Machine vision in manufacturing system surveillance. V: Katalinić, B. (ur.). Annals of DAAAM for 2002 & Proceedings of the 13th International DAAAM Symposium Intelligent Manufacturing & Automation: Learning from nature, Vienna: DAAAM International, str. 219–220.
- [4] Butala, P., Sluga, A., 2006, Autonomous work systems in manufacturing networks. CIRP ann., 55/1: 521–524.
- [5] Butala, P., Sluga, A., Rihtaršič, B., 2006, Sodobne proizvodne strukture v mrežnem okolju, Zbornik posvetovanja Orodjarstvo, str. 43–48.
- [6] Jenkole, J., Sluga, A., 2003, WEB based shop floor monitoring. V: Dašič P. (ur.). RaDMI 2003: Proceedings, str. 1538–1541.
- [7] Husejnagić, D., Rihtaršič, B., Sluga, A., Butala, P., Vrabič, R., 2007, Vodenje delavnice s pomočjo agentskih struktur, CIMOSOV Forum, Koper: 3. Zbornik referatov, str. 476–480.
- [8] Počkar, J., Primožič, U., Butala, P., 2006, Spremljanje in krmiljenje testirnih sistemov preko interneta, Dan raziskav, zbornik 2. posvetovanja, Koper, 325–328.
- [9] Jeras, T., 2000, Razvoj programskega modula za upravljanje CNC-obdelovalnega stroja na daljavo, Diplomsko delo 5075, Fakulteta za strojništvo UL.

Distance Work in the Manufacturing Environment

Abstract: With new developments in information and communication technologies, distance work has become a viable alternative to traditional work in many domains. The question here is whether distance work could be an appropriate alternative also in the manufacturing field, where the realization of products is vital and where one has to deal with processes related to the transformation of materials. The paper reviews some possibilities and solutions for the remote surveillance, monitoring and control of manufacturing work systems as a basis for distance work in manufacturing. Several case studies from the industrial and academic environments illustrate the potential and confirm the relevance of distance work for industrial and educational use. Distance work opens up new perspectives for the structuring, management and control of manufacturing processes.

Keywords: manufacturing system, monitoring, control, remote access, information support,

Zahvala

Delo je sofinancirano s strani Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, pogodba št. L2-6604. Projekt je povezan tudi z mrežo odličnosti NoE VRL KCiP.



FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA



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

Povezava avtomatizirane montažne linije z informacijskim sistemom podjetja*

Tina BAGGIA

Povzetek: Za doseganje konkurenčnosti oz. obstoj na svetovnem in domačem trgu morajo biti proizvodna podjetja sposobna zagotavljanja visoke tehnologije in hitrega odzivanja na zahteve in potrebe kupcev. Za doseganje ciljev so nujne kvalitetne in ažurne informacije, do katerih pridejo z uporabo informacijskih sistemov. Ti omogočajo upravljanje vseh poslovnih procesov v podjetju, med katerimi ima pomembno vlogo prav proizvodni proces. V prispevku je prikazana vloga proizvodnih informacijskih sistemov, njihova umestitev, funkcionalnost in opis proizvodnega informacijskega sistema na montažni liniji hladilno-zamrzovalnih aparatov.

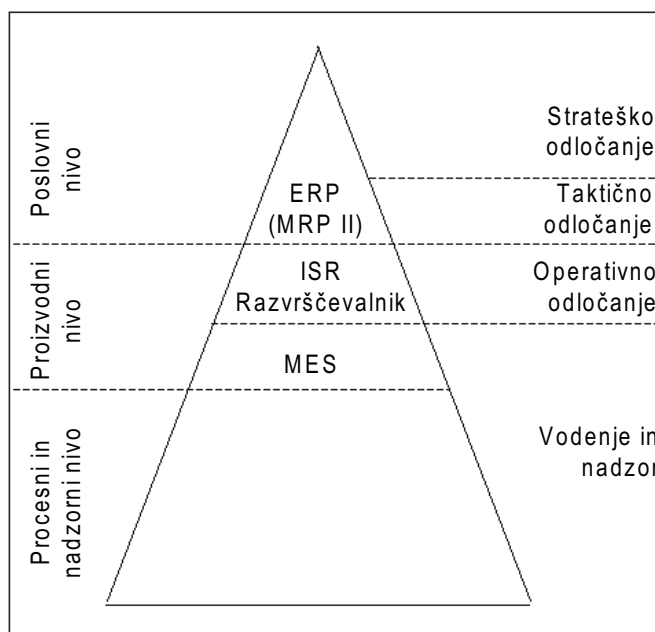
Ključne besede: proizvodnja, planiranje, spremljanje, upravljanje, proizvodni proces, proizvodni informacijski sistem, avtomatizacija,

■ 1 Uvod

Celovit informacijski sistem sodobnega proizvodnega podjetja podpira izvajanje vseh poslovnih, proizvodnih in fizičnih procesov za izpolnitev naročil kupcev. Običajno ga sestavljajo med seboj integrirani informacijski gradniki s strateškega, poslovnega, proizvodnega, procesnega in nadzornega nivoja (slika 1). Najbolj učinkovit je celovit informacijski sistem, ki mora zagotavljati dobro povezanost informacijskih sistemov, enkratni zajem podatkov v realnem času in posredovanje informacij uporabnikom ob pravem času.

Jedro celovitega informacijskega sistema v izvajanju proizvodnega procesa so t. i. proizvodni informacijski sistemi (angl. MES – Manufacturing Execution Systems). Ti zagotavljajo informacije, omogočajo optimizacijo proizvodnega procesa in nanj vezanih aktivnosti od izdaje proizvodnega naloga do njegove realizacije.

Mag. Tina Baggia, univ. dipl. inž.,
INEA, d. d., Ljubljana



Slika 1. Informacijska arhitektura proizvodnega podjetja

Umeščeni so med poslovne informacijske sisteme (angl. kratica ERP) in sisteme za neposredno vodenje proizvodnih procesov (nadzorni SCADA nivo in procesno vodenje PLC). Dopolnjujejo poslovne informacijske sisteme in pripomorejo k izboljšanju poslovnih procesov.

■ 2 Upravljanje proizvodnega procesa

Z uvedbo proizvodnega informacijskega sistema dobi podjetje natančno sliko o trenutnem stanju celotne proizvodnje, izvajanju proizvodnega procesa, sledljivosti izdelka in pregled nad razpoložljivostjo in stanjem proizvodnih virov.

Celoten proizvodni cikel vodimo preko naslednjih faz (slika 2):

- planiranje proizvodnega procesa,
- podrobno razvrščanje proizvodnih operacij,
- lansiranje proizvodnje,
- izvajanje proizvodnje in zajem podatkov,

- analiziranje,
- izboljšave proizvodnega procesa.



Slika 2. Vodenje celotnega proizvodnega cikla

2.1 Planiranje in razvrščanje

Planiranje proizvodnje je poslovni proces, ki povezuje temeljne poslovne procese prodajanja, nabavljanja in proizvodnje v funkcionalno celoto. Proces planiranja proizvodnje je razčlenjen na dva podprocesa:

- grobo planiranje proizvodnje,
- podrobno razvrščanje proizvodnih operacij (tudi mikroplaniranje ali terminiranje).

Podprocesa se razlikujeta predvsem po stopnji upoštevanih podrobnosti o izdelavi izdelka in stopnji upoštevanja značilnosti tehnologije ter organizacije podjetja.

Namen podrobnega razvrščanja je generiranje vrstnega reda izvajanja operacij na posameznem proizvodnem viru, upoštevajoč realne omejitve virov (urniki, orodja, ljudje idr.) in različne algoritme planiranja.

2.2 Lansiranje, izvajanje in zajem podatkov

Obvladovanje proizvodnih nalogov omogoča pregled nad trenutnim stanjem celotnega proizvodnega procesa ter vpogled v trenutno stanje posameznega proizvodnega naloga:

- kje se PN nahaja,
- njegov status (lansiran, v izvajanju, prekinjen, zaključen),
- realizacija po operacijah (število dobrih kosov, izmeta).

Na tem mestu vzdržujemo podatke o PN (tehnološki postopek, kosovnica), kar vključuje tako urejanje avtomatsko prenesenih podatkov kot tudi lokalno vzdrževanje, pregledujemo plan oz. razvrstitev proizvo-

dnih operacij po delovnih mestih, spremljamo operacije v izvajanju in pregledujemo končane operacije.

Sledljivost proizvodov omogoča zbiranje podrobnejših informacij o izdelkih za vse faze proizvodnega procesa. Sledimo vgrajene materiale in polizdelke, uporabljene proizvodne vire, čas izdelave, procesne podatke, parametre kakovosti, popravila.

Spremljanje proizvodnih virov omogoča pregled nad trenutno zasedenostjo in stanjem proizvodnih virov. Največkrat spremljamo ljudi in stroje.

Spremljanje strojev nam poda celovito informacijo o njihovem stanju in delovanju v proizvodnji in analizo podatkov preko zajema podatkov s strojev in ročnih vnosov. Zajeti podatki iz proizvodnega procesa se ustrezno hranijo. Na podlagi analitike razpoznamo kritične dogodke in ustrezno ukrepamo.

Omogoča hiter dostop in sistematičen pregled podatkov preko interaktivnega tlorisa proizvodnje o trenutnem stanju, zgodovini delovanja, obratovalnih urah, številu izdelanih izdelkov/ciklov, izkoriščenosti stroja in zastojih (zgodovina zastojev, število zastojev in analize po vrsti in času trajanja) za izbrano časovno obdobje.

Zajem podatkov s strojev je izveden na različne načine (direktna povezava s krmilnikom stroja ali preko krmilniškega vmesnika, ročni vnos podatkov preko operaterskih pultov, povezava z obstoječimi aplikacijami strojev).

Funkcija **upravljanja ljudi** omogoča pregled nad delom delavcev, številom opravljenih ur, vrsti opravljenega dela, izdelanih količinah (dobrih in slabih). Omogoča dinamično generiranje in spreminjanje delovnih skupin. Izvaja se na podlagi vnesenih podatkov delavcev oz. delovnih skupin.

Vnosi so lahko ročni z neposrednim vpisom ali z uporabo čitalca črtne kode. Prijavna mesta so lahko operaterski pulti ali PC-ji.

2.3 Analiziranje, izboljšave procesa

Prilagodljivi pregledi in parametrisirana poročila so lahko smiselno vključeni v posamezne sklope sistema ali pa so dosegljivi preko spleta. Tako so podatki dostopni vsem, ki jih potrebujejo, kjerkoli in kadarkoli.

Pregledi in poročila omogočajo spremljanje proizvodnih podatkov v vsakem trenutku, pregledovanje izračunov ter izvajanje analiz. Uporabniki sledijo izdelke, spremljajo vire, skupine virov, organizacijske enote, proizvodne naloge, operacije, idr. Vsebujejo podrobne ali summaryne podatke, zajete ali vpisane v proizvodni informacijski sistem.

Kazalniki učinkovitosti (KPI – Key Performance Indicators) omogočajo spremljanje uspešnosti izvajanja proizvodnega procesa.

Med kazalniki je kazalec skupne učinkovitosti (OEE – Overall Equipment Effectiveness) eden najpogostejših. Izračun je dokaj enostaven, pomembno pa je zagotoviti kvalitetne podatke. Na osnovi zajetih podatkov izračunavamo tri parametre skupne učinkovitosti:

- razpoložljivost: odvisna od planiranih in neplaniranih zastojev;
- zmogljivost: razmerje med dejansko proizvedeno in teoretično izvedljivo količino izdelkov;
- kakovost: razmerje med izdelanimi dobrimi in vsemi proizvedenimi izdelki.

Ker je kazalnik skupne učinkovitosti zelo razširjen, se podjetje lahko primerja s konkurenco.

3 Programsko orodje i⁴PROS

i⁴PROS je informacijski sistem za spremljanje in upravljanje različnih tipov proizvodnje, ki ga je razvil podjetje INEA. Podjetju omogoča dinamično upravljanje celotnega proizvodnega procesa. Zagotavlja informacije, ki omogočajo optimizacijo proizvodnih aktivnosti in takojšen odziv na spremenjene pogoje proizvodnje.

Deluje kot večuporabniško okolje. Delavcem, tehničnemu osebju in proizvodnemu managementu predstavlja uporabniško prijazno, interaktivno podporo pri njihovem delu: zasnovan je namreč tako, da na eni strani nudi ažuren pregled nad proizvodnimi nalogi, proizvodnimi viri ter omogoča vpogled v izvajanje pripravljene plana, na drugi strani pa omogoča enostaven vnos zahtevanih podatkov (na ročni ali avtomatski način), ažuriranje in pregled vpisanih podatkov.

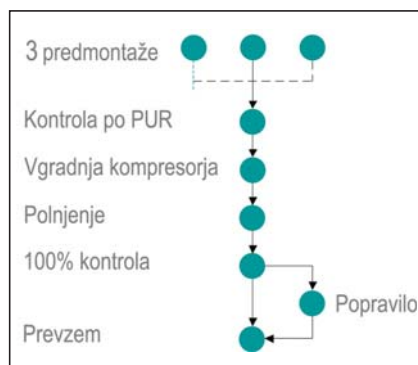
i⁴PROS je zasnovan na večnivojski arhitekturi odjemalec/strežnik. Sestavljajo ga moduli, zgrajeni na sodobni NET-tehnologiji. To omogoča hitro uvedbo in prilagodljivost različnim tipom proizvodnje ter možnost nadgradnje in prilagajanja sistema ob spremembi proizvodnega ali poslovnega procesa. Integriramo ga z obstoječimi informacijskimi sistemi: poslovnim informacijskim sistemom, različnimi nadzornimi sistemi ipd.

Funkcionalnosti so opisane v poglavju 2.

■ 4 Informatizacija montažne linije bele tehnike

Proizvodni informacijski sistemi so običajno zgrajeni modularno, tako si uporabniki lahko prilagodijo funkcionalnosti glede na potrebe. Na prikazanem primeru na montažni liniji hladilno-zamrzovalnih aparatov je proizvodni informacijski sistem izveden s programskim orodjem i4PROS, implementirane so naslednje funkcionalnosti:

- povezava proizvodnega sistema z avtomatizacijo:
 - prejem receptov in poročanje,
 - avtomatski izbor pravilnega kompresorja,
 - avtomatski izbor recepta za polnitev s hladilnim medijem (vrsta in količina),
 - avtomatsko določanje vzorca (recepta) za kontrolo delovanja s termovizijsko kamero,
 - signalizacija napak preko semaforja;
- spremljanje proizvodnje: pregled proizvodnih nalogov, evidentiranje realizacije in izmeta;



Slika 3. Delovna mesta na montažni liniji

- zajem podatkov o izdelavi za vsak aparat (genealogija): beleženje vgrajenega kompresorja, medija in količine polnjenja kompresorja, rezultata kontrole, časa izdelave, prevzema aparata;
- izvajanje proizvodnje: pomoč pri izvrševanju operacij, avtomatsko izvajanje ključnih operacij, zmanjševanje vpliva človeškega faktorja na kvaliteto izdelkov, kontrola vgrajenega kompresorja, polnjenje medija, kontrola pravilnosti prevzema aparata;
- pregledi: podatke o izvajanju proizvodnje je možno pregledovati z internetnim brskalnikom in jih uporabiti za kontrolo kvalitete, statistične obdelave, reševanje reklamacij in podobno.

Spremljanje in izvajanje proizvodnje poteka na naslednjih delovnih mestih:

- začetek montažne linije: obdelava prebranih črtnih kod lakiranih ohišij in izbor aparata, ki se bo izdeloval iz lakiranega ohišja glede na dnevni plan;
- vgradnja kompresorja:
 - podpora delavcu pri izboru pravega kompresorja s tem, da se mu na industrijskem operaterskem pultu prikažejo predvideni kompresor in možne alternative;
 - beleženje dejansko vgrajenega kompresorja (črna koda), točnost podatka je izredno pomembna, ker je na naslednji operaciji polnitev medija prilagojena dejansko vgrajenemu kompresorju;
- polnilnica: naprava polnilnice dobi podatek o zahtevani količini polnjenja iz proizvodnega informacijskega sistema glede na tip aparata in dejansko vgrajeni kompresor;
- kontrola aparatov s termovizijsko kamero: izvedena je avtomatska kontrola aparatov glede na tip aparata in arhiviranje rezultata testa hkrati s sliko termovizijske kamere;
- funkcionalno popravilo: delavec ima možnost vpogleda v zgodovino aparata, kar mu pomaga identificirati napako. Po odpravi napake vnese v sistem izvedene posege in zamenjane dele, kar služi za statistične obdelave in

Slika 4. Vnos podatkov preko operaterskega pulta

naknadno ugotavljanje šibkih točk montaže;

- prevzem hladilno-zamrzovalnih aparatov:
 - pomoč delavcu pri pravilnem prevzemanju aparatov s svetlobno in zvočno signalizacijo (izbor serijske številke in navodil);
 - arhiviranje podatkov o prevzemu (čas, serijska številka).

Izvedena je integracija vseh nivojev: poslovni, proizvodni in procesni. Zagotovljen je enkratni vnos podatkov (fiksni in ročni čitalci črtne kode, podatki iz PLC) in prenos podatkov:

- iz poslovnega v proizvodni informacijski sistem (dnevni plan, nalogi, artikli s pripadajočimi kosovnicami in tehnologijo), nazaj se poroča o realizaciji;
- iz proizvodnega sistema na procesni nivo (PLC, operaterski pulti) podatki, potrebni in pomembni za izvajanje nemotenega proizvodnega procesa (vgradne komponente in materiali, procesni podatki);
- s procesnega nivoja v proizvodni informacijski sistem: podatki o izvajanju proizvodnega procesa

in sledljivosti proizvodov na vseh operacijah.

■ 5 Zaključek

Proizvodni informacijski sistemi predstavljajo podporo delavcem pri njihovem delu: na eni strani omogočajo enostaven vnos zahtevanih podatkov in na drugi ažuren pregled nad proizvodnimi nalogi, proizvodnimi viri, vpogled v izvajanje pripravljene plana in podatke o ključnih kazalnikih učinkovitosti.

Poveča se pregled nad celotnim proizvodnim procesom, zajemanje in obdelava podatkov v realnem času omogočata hitro reagiranje na nepredvidene dogodke v proizvodnji, odpravljanje napak, boljše upravljanje oz. izboljšanje učinkovitosti proizvodnega procesa.

Z njihovo uporabo znižamo stroške proizvodnje, izboljšamo kakovost izdelkov, povečamo izkoristek proizvodnih virov, izboljšamo doseganje proizvodnih rokov ter pospešimo obračanje zalog. Vse to se kaže v večji učinkovitosti in vitkosti proizvodnje.

Literatura

- [1] BAGGIA, Tina, KROŠL, Mihael, ROJEC, Primož, TRDAN, Helena: i⁴PROS Inea Proizvodni informacijski sistem: Funkcionalne specifikacije, ver. 1.0.1.
- [2] Miha Božiček, Helena Trdan: PIS THT, Projekt izvedenih del, INEA, 2004.
- [3] ROJEC, Primož: Uporaba metodologij pri načrtovanju in izvedbi proizvodnih informacijskih sistemov, Zbornik posvetovanja: Dnevi slovenske informatike 2006, Portorož, 2006, str. 166.
- [4] KOVAČIČ, Andrej, BOSILJ-VUKŠIČ, Vesna: Management poslovnih procesov, Prenova in informatizacija poslovanja, I. izd., GV Založba, Ljubljana, 2005, 487 str., ISBN 86-7061-390-5.
- [5] MESA International, MES Explained: A High Level Vision – White Paper, No. 6, 1997 (www.mesa.org).

* Prispevek je bil predstavljen na posvetu ASM 07 v Ljubljani.

The integration of an automated assembly line with a production information system

Abstract: To be competitive in the global market, a manufacturer must be capable of a faster response to customers' requirements; the needs for the high and uniform quality of products and services have become a requirement. This requires the information to see new ways to produce higher productivity, speed and quality. With modern information technology, companies can manage all business processes, including the production process. In this article the manufacturing execution systems are presented, as is their role in the production process, their functionality and their implementation during the assembly line for fridges and freezers.

Keywords: production, planning, control, execution, production process, manufacturing information system, automation,

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.

Avtomatizirana kontrola na montažni liniji P054*

Franc JUSTIN, Zdravko MRAK

Izveček: Namen prispevka je predstaviti izkušnje podjetja pri uvajanju kontrole v proces montaže izdelkov za zahtevno avtomobilsko industrijo. V prvem delu sta predstavljena izdelek in montažni sistem z montažnimi mesti. V drugem delu pa so opisana kontrolna mesta za zagotavljanje zahtevane kakovosti. Avtomatizirana kontrolna mesta imajo vključen nadzor ponovljivosti meritev (MSA), kar je zahteva in pogoj za zagotavljanje dobave 100-odstotno kakovostnih izdelkov kupcem.

Ključne besede: montaža, montažni sistemi, kontrola kakovosti, kontrolna mesta, FMEA, KAIZEN, nadzor merilnih sistemov,

■ 1 Uvod

Podjetja, ki želijo v prihodnjih letih samostojno razvijati in proizvajati izdelke za zahtevne trge avtomobilske industrije, si morajo pridobiti ustrezne izkušnje in ustvariti dobre povezave s proizvajalci in kupci avtomobilskih komponent. V podjetju Iskra Mehanizmi smo spoznali, da je mogoče postati uspešen sistemski dobavitelj, če bomo vgradili v svoje delo in izdelke vrhunske konkurenčne prednosti, kot so inovativnost, kakovost, dobavna zanesljivost in prilagodljivost, ter stalno zniževali stroške proizvodnje. V to je vključeno tudi osvajanje vseh potrebnih standardov kakovosti in varovanja okolja, ki jih zahtevata trg in lastna težnja po odličnosti. V svoje poslovne procese in razvoj komponent za avtomobilsko industrijo moramo vtakati filozofijo procesa nenehnih izboljšav, kot na primer po japonskem pristopu KAIZEN. Izdelki, ki jih izdelujemo v velikih serijah, zahtevajo visoko kakovost, kar je mogoče doseči s 100-odstotno kontrolo, ki mora biti integrirana v montažne sisteme. To zahteva, da se že pri

načrtovanju, projektiranju, izdelavi in v času proizvodnje kontroli posveča posebna pozornost in se v čim večji meri tudi avtomatizira.

Pri razvoju in izdelavi montažne linije za montažo reduktorja P054 smo kontroli v vseh fazah montažnega procesa posvetili posebno pozornost, kar se je obrestovalo v času uporabe montažnega stroja. Rešitve, ki smo jih vgradili v montažni sistem, omogočajo, da je montaža rentabilna, da narašča obseg proizvodnje in da so naši izdelki visoke kakovosti.

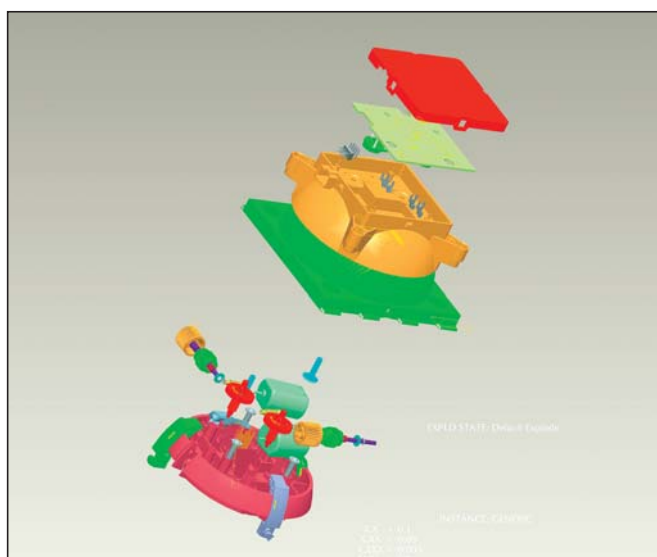
■ 2 Reduktor

Reduktor P054 je namenjen za nastavljanje položaja bočnih ogledal za gospodarska vozila, kot so avtobusi, tovornjaki in traktorji. Reduktor omogoča premikanje bočnega ogledala v vseh smereh in ima vgrajeno varovalo pred mehanskimi premiki in poškodbami. Premikanje ogledala omogočata dva DC-motorja, ki prenašata gibanje preko polžastih gonil in reduktorskega sklopa. Za varovanje in prekomerne obremenitve sta vgrajeni dve sklopki (slika 1).

Sklopki sta bili razviti v podjetju Iskra Mehanizmi v sodelovanje s kupcem izdelka, kar je omogočilo pridobitev naročila končne montaže z lastnim razvojem montažnega procesa in sistema.

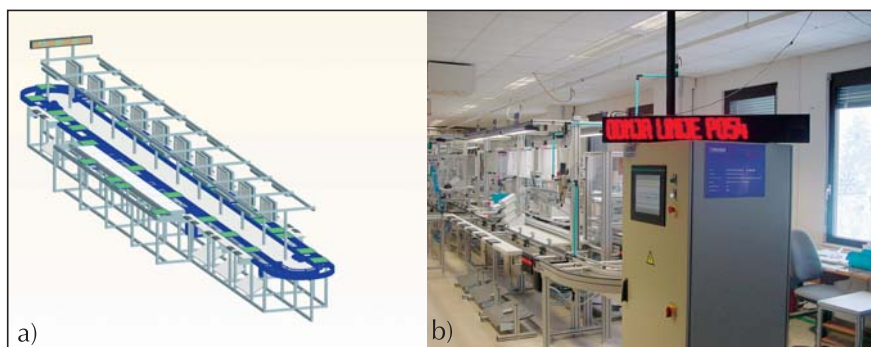
■ 3 Razvoj montažnega sistema

Osvajanje montaže rotorja je



Slika 1. Zgradba reduktorja P054

Franc Justin, Zdravko Mrak, Iskra Mehanizmi, d. d., Lipnica



Slika 2. Zgradba montažne linije – a, pogled na izdelan montažni sistem PO54 – b

potekalo v dveh korakih. V prvem, ki je sledil uspešni konstrukcijski zasnovi sklopke, je bil postavljen ročni montažni sistem z ročnim podajanjem palet, v drugem koraku pa smo razvili in izdelali skupaj z zunanjimi partnerji delno avtomatiziran montažni sistem z avtomatičnim paletnim transportom. Ročni montažni sistem je bil zasnovan tako, da so bila ročna mesta povezana med seboj s paletami z ročnim podajanjem. Sistem je že vključeval 100-odstotno kontrolo izdelkov kakor tudi zapis izmerjenih karakteristik reduktorja.

Na osnovi izkušenj in povečanja zahtevane kapacitete montaže, zagotavljanja stroškovno ugodnejše izdelave povečanih naročil smo se lotili zasnove novega montažnega sistema, ki naj bi zagotavljal proizvodnjo okrog 600 tisoč reduktorjev na leto. Uspešna realizacija projekta v samo šestih mesecih je bila mogoča le zaradi sistematičnega dela projektne skupine, lastnega razvoja in izdelave, saj so dobavni roki ponudnikov montažnih sistemov mnogo daljši. Zunanje sodelavce in dobavitelje smo vključili v projekt za izdelavo nekaterih kontrolnih enot, programiranja ter druge senzorike kakor tudi dobave standardnih komponent za gradnjo montažnega sistema. Nosilna konstrukcija, orodja in merilna mesta so bili izdelani v domači konstrukciji in orodjarni.

Montažna linija s paletnim transportom vključuje 28 montažnih mest in dodatno mesto za popravila (slika 2 in slika 5). Popolnoma avtomatiziranih je 16 montažnih postaj, ostala montažna mesta so ročna, saj sestavni deli izdelka ne omogočajo

ekonomsko upravičene montaže. V linijo so vgrajena še tri rezervna montažna mesta za razširitve in morebitne nove zahteve.

V montažno linijo je vključeno tudi robotizirano mesto mazanja z mastjo po obodu ohišja in mazanje preko zobniških letev. Zahteve mazanja so bile natančno opredeljene in so omogočene le s programirano nastavitvijo (slika 3).

Za zagotavljanje kakovosti izdelka in 100-odstotne kontrole procesa in izdelka je bila posebna pozornost namenjena temu, kje se lahko pojavijo napake in kako obvladovati proces montaže ter zagotoviti kakovostne izdelke. Za ta namen je bila izdelana analiza napak (FMEA), ki lahko nastopijo v procesu, in kako jih obvladovati (slika 4). Tej analizi, ki je zahtevala veliko časa, je bila posvečena posebna pozornost v sa-



Slika 3. Avtomatizacija mazanja z robotom Bosch

mem snovanju koncepta montažnega sistema.

■ 4 Zagotavljanje kakovosti na montažni liniji

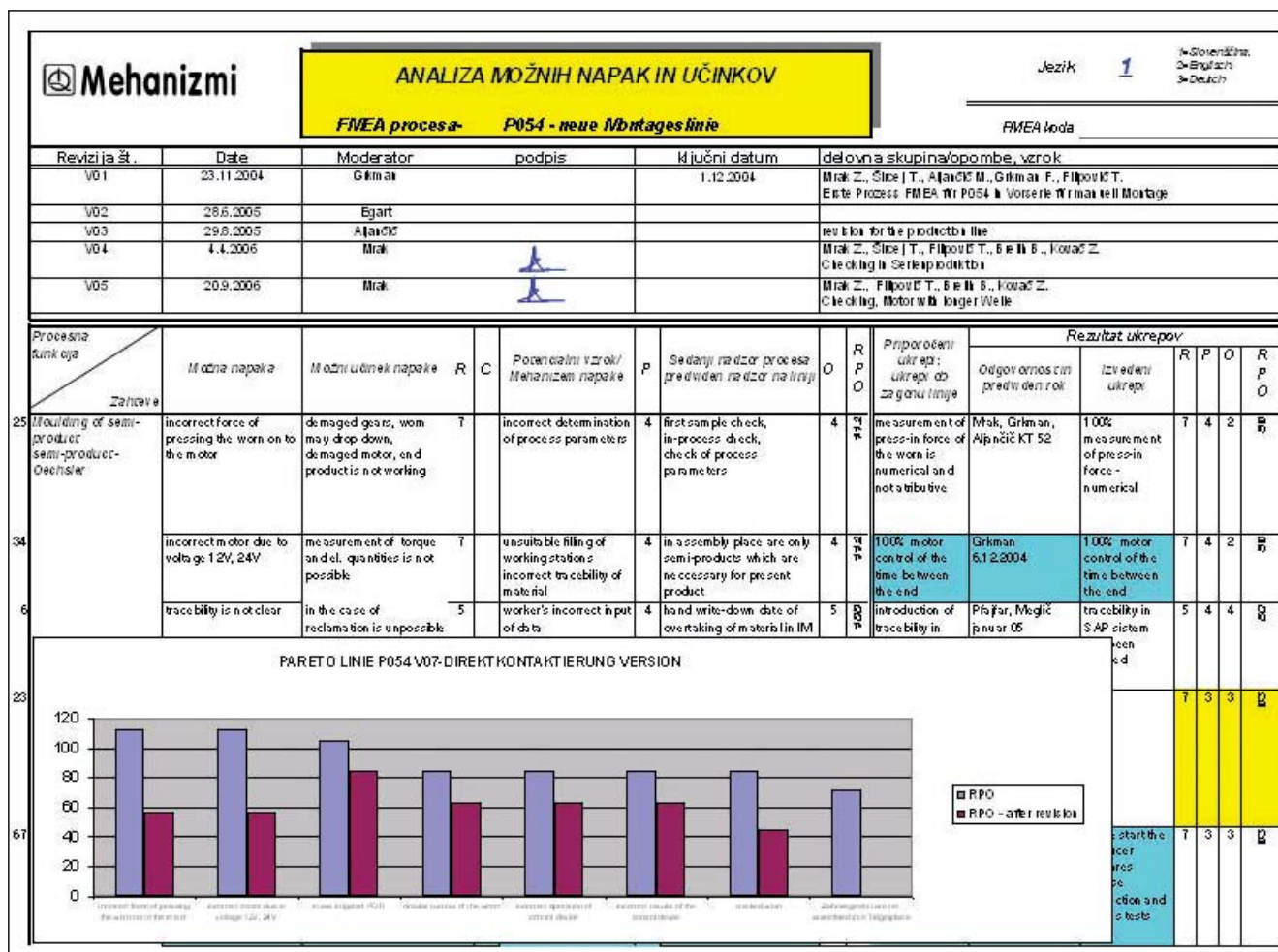
V montažno linijo je bilo treba že na začetku projektiranja in tudi kasneje na podlagi pridobljenih izkušenj vgraditi več kontrolnih montažnih mest. Skoraj vsaka montažna operacija zahteva nadzor, ki ga ni mogoče prepustiti samo delavkam, saj tako ne bi bilo mogoče zagotoviti stabilnega procesa in visoke kakovosti. V nadaljevanju bo prikazano, kako je kontrola vključena na posameznih montažnih mestih – MM. Vse meritve in rezultati meritev se zbirajo v računalniku, ki je del krmilja montažnega sistema.

MM2 – na krožnem avtomatu se sestavljajo sklopke – najzahtevnejši sklop reduktorja. Z izvirno rešitvijo kovanja na zahtevano silo smo omogočili proizvodnjo z zahtevano kakovostjo. Integracija delovnih in kontrolnih postaj omogoča z vlaganjem in nadzorom delavke 100-odstotno kakovost. Postavitev avtomatsko izloča slabe kose in onemogoča mešanje z dobrimi. Enkrat dnevno preverjamo točnost merilnega mesta.

MM 6 – natiskovanje polža na DC-motor z nadzorom sile natiskavanja in končne višine polža. Pri nas razvit montažno-merilni sistem omogoča identifikacijo napak in sprotne ukrepanje. V primeru slabega kosa je za nadaljevanje dela potrebna izključitev montažnega mesta.

MM 7 – kontrola prisotnosti sestavnih delov pred operacijo mazanja na robotu je pogoj za nadaljevanje dela. Če so zobniške letve v napačnem položaju, jih priprava sama poravnava. Za nadzor smo uporabili mehanska tipala, ki aktivirajo svetlobne indikatorje. Če se zazna odstop, se paleta vrne v ponovno vstavljanje manjkajočih delov.

MM 8 – mazanje masti po obodu ohišja in zobniških letev programirano izvajamo na robotu. Količina masti je predpisana, s sistemom doziranja pa dosegamo stabilen proces ($CpK = 2,5$). Sistem zazna in z zvočnim



Slika 4: Analiza FMEA

signalom informira, da je dosežen kritični nivo masti v posodi.

MM 9 – uvijanje zobnikov s pnevmatskim vijačnikom na zahtevano višino je kontrolirano z metodo Poka-yoke. Moment privitja je nastavljen in enkrat dnevno preverjan.

MM 10 – mazanje reduktorskega sklopa izvajamo avtomatsko s šobami. Mazanje preverjamo z optičnimi senzorji, ki zaznajo in informirajo z zvočnim signalom. Nekakovostno namazan kos je potrebno popraviti na naslednjem delovnem mestu. Ko se izvede popravilo, se alarm izključi.

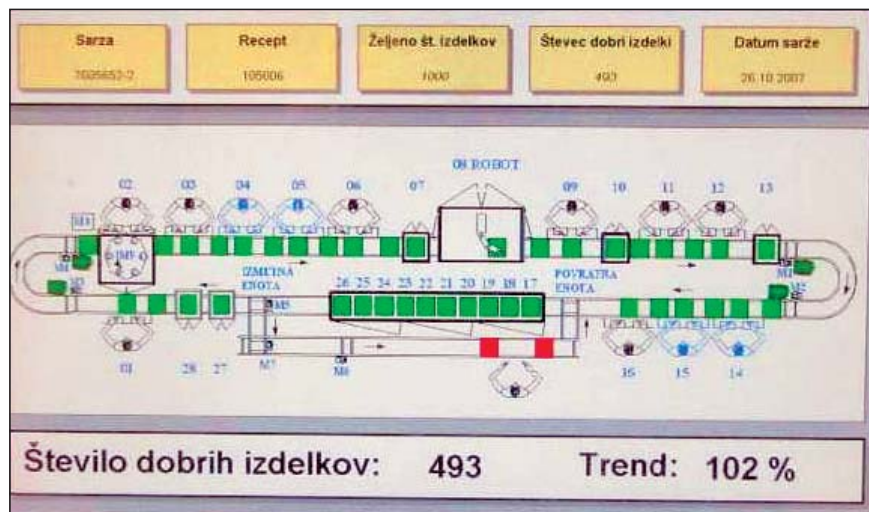
MM 13 – avtomatsko vijačenje 4 vijakov reduktorja izvajamo z dvema pnevmatskima vijačnikoma. Moment je programiran, preverjanje momenta izvajamo enkrat v izmeni.

MM 16 – ker vijačni sistem na predhodnem MM ne kontrolira

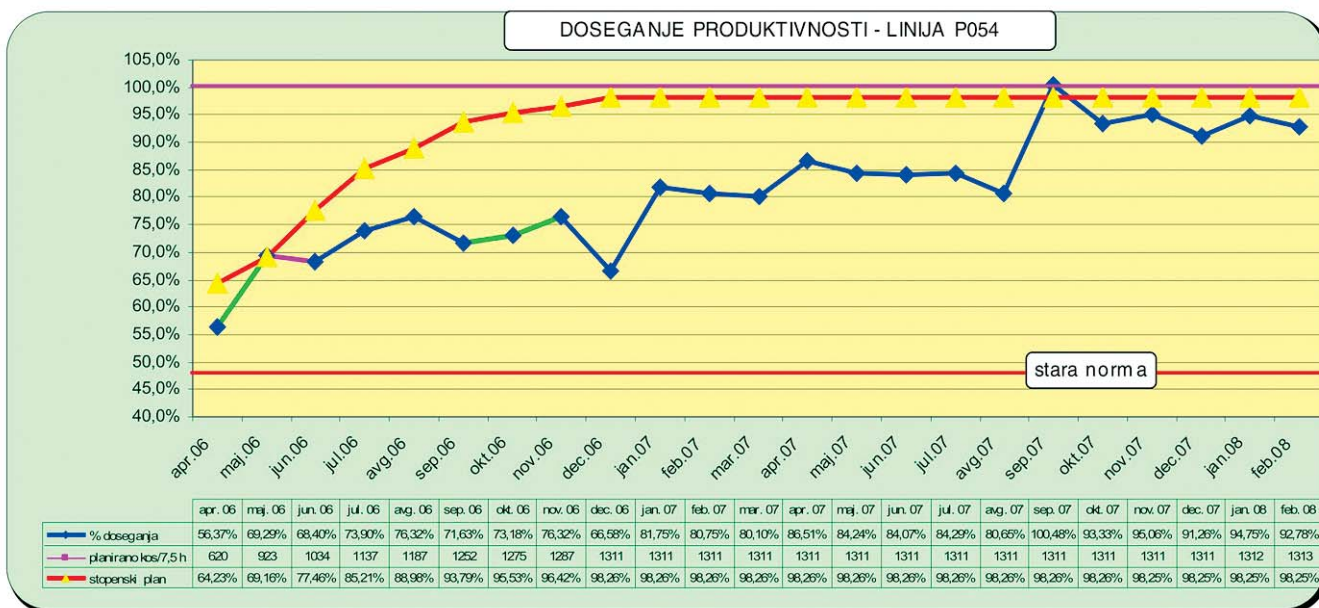
prisotnosti vseh vijakov in globine uvitja, poteka na tem delovnem mestu preverjanje vijačenja. Kontrolo predhodnega privitja izvajamo s programiranim vijačnikom stopnje 2, ki šteje število vrtljajev in zagotavlja predpisan moment. Vijačnik na tem delovnem mestu je bil zaradi

nevarnosti neprivitih vijakov dodan naknadno.

MM 16 – kontaktiranje priključnih vodnikov za različne variante je razvito za vse izvedbe. Če niso priključeni vsi vodniki, paleta ne more zapustiti delovnega mesta. S tem onemogočimo,



Slika 5. Prikaz montažnih mest in stanja v montaži



Slika 6. Produktivnost, 4 % reparature, 0,2 % izmeta in 2 % zastojev

da dobri kosi v nadaljnjih kontrolah niso navidezno slabi.

MM 20, 21 – avtomatski kontrolni montažni mesti, na katerih z optičnimi senzori kontroliramo končno pozicijo gibanja reduktorja. V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature. Kalibracijo merilnega sistema izvajamo z dummyjem. (merilni indikator z napako ali z nazivno vrednostjo zahtevane mere). Z nadzorom časa pomikanja med končnima pozicijama nadzorujemo ustreznost vgrajenih motorjev.

MM 22, 23 – avtomatski kontrolni delovni mesti, na katerih merimo

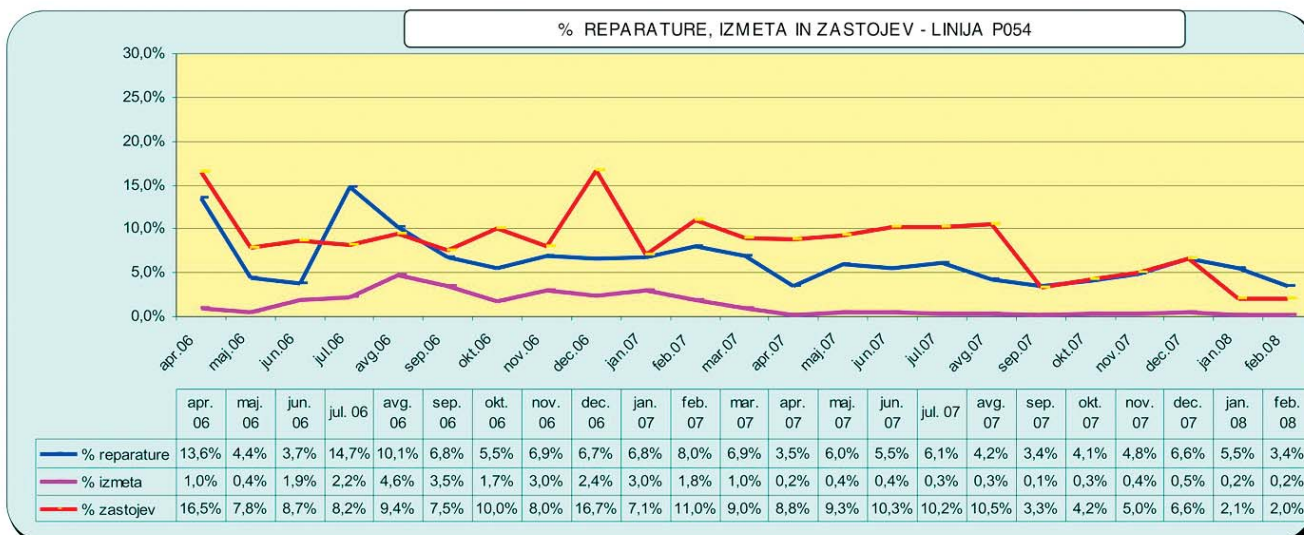
porabo toka v času vrtenja reduktorja in drsenja sklopke. Nadzor merilnega sistema izvajamo dnevno z uporabo umerjene vrednosti (dummy). V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature.

MM 24, 25 – avtomatski kontrolni delovni mesti, na katerih merimo moment reduktorja med delovanjem in zdrsom. Nadzor merilnega sistema izvajamo dnevno z vzvodom in utežjo (dummy). V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature.

MM 28 – avtomatsko delovno mesto,

na katerem termotransfer tiskanja nalepki lepi nalepke na reduktor po programu, ki zagotavlja evidentiranje posameznega izdelka. Sledljivost je omogočena po zapisih napetosti, datumu izdelave, kodi izdelka, zaporedni številki kosa in indeksu risbe. Preko pomožnega PC na naslednjem delovnem mestu delavka preverja skladnost podatkov in kakovost tiskanja.

MM REPARATURE – vse palete, kodirane kot slabe, potujejo po opravljenih avtomatskih kontrolah preko pomožne proge na mesto izvajanja reparature, kjer je indikator napak, ki reparaterki definira vrsto zabeleženega odstopa.



Slika 7. Popravila, izmet, zastoji

■ 5 Sledenje izmerjenih vrednosti

Vse izmerjene vrednosti shranjujemo v centralni PC in jih redno posredujemo kupcu. Na PC-ju so tloris montažnega sistema, montažna mesta (slika 5) ter signalizacija odstopov merjenih vrednosti. Svetlobni zapisi opozarjajo na zastoje na določenih montažnih mestih.

V podmenije vpisujemo recepture za posamezne kode, ki zagotavljajo oziroma določajo zahtevane karakteristike vseh tipov reduktorjev.

Zaradi tekočega informiranja smo za delavke izdelali program in industrijski prikazovalnik. Preko prikaza je mogoče spremljanje izdelanih kosov, reparature, izmeta in trenutnega trenda doseganja norme (slika 6).

Izdelane količine so odvisne od zastojev, popravil, izmeta, predvsem pa od motiviranosti zaposlenih (delavk in upravljavcev). Trenutno dosegamo ok. 90-odstotni izkoristek po taktu.

Z dnevnim spremljanjem in zapisovanjem podatkov ugotavljamo upravičenost investicije in doseganje planiranih časov izdelave. Na podlagi rezultatov se izvajajo korektivni ukrepi, s katerimi moramo povečati produktivnost, zmanjšati reparaturo, zastoje in izmet (slika 7).

■ 6 Zaključek

Uspešna montaža in zagotavljanje kakovosti s povezovanjem kontrole v montažna mesta in krmilje montažnega sistema nam omogočata, da v treh izmenah sestavimo 850.000 izdelkov na leto. Strošek investicije je bil vrnjen po izdelanih 720.000

reduktorjih. V podjetju smo pridobili dragocene izkušnje pri načrtovanju, izdelavi in uvajanju avtomatizacije. Samo s sprotnim spremljanjem proizvodnje in takojšnjimi korektivnimi ukrepi lahko zagotavljamo zahtevano kakovost in količine.

Pridobljene izkušnje nam bodo omogočile, da bomo postali priznan dobavitelj tehnološko visoko zahtevnih izdelkov na področju mehatronike, avtomobilske industrije in OEM dobavitelj za električne aparate.

Viri

- [1] Razvojno-tehnološka dokumentacija projekta – linija P054, Iskra Mehanizmi, d. d., Lipnica, l. 2006.

* Prispevek je bil predstavljen na posvetu ASM 07 v Ljubljani.

Automatic control on assembly line – P054

Abstract: The purpose of this article is to present the experiences of a company involved in control for the assembly process when producing a product for the demanding automotive industry. The first part presents the product and the assembly system with assembly places. In the second part, the control places that have to ensure the demanded quality are described. Automated control places are overviewed by the system for the repetition of measurements, which is demanded for 100% product quality for delivery to the customers.

Key words: assembly, assembly systems, quality control, control places, FMEA, KEIZEN, measurement system overview,

nadaljevanje s strani 157

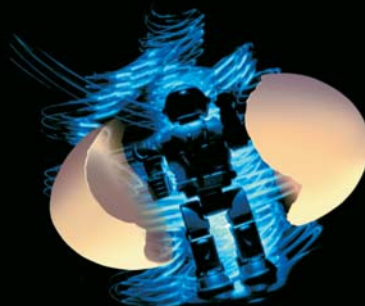
- Filtrirna tehnika
- Delovna hidravlika
- Mehatronski sistemi
- Distribuirana inteligenca
- Simulacijska tehnika

Prijava aktivne udeležbe: do 31. 03. 2008

Informacije:

- Universität Karlsruhe (TH), Institut für Fahrzeugtechnik und Mobile Arbeitsmaschinen, prof. dr. inž. Marcus Geimer, Gotthard-Franz-Strasse 8, 76128 Karlsruhe, BRD
- e-pošta: mobilkolloquium@ima.uni-karlsruhe.de
- internet: www.mobima.uni-karlsruhe.de

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

Robotska celica za manipulacijo malih motorjev*

Borut POVŠE, Boštjan MUROVEC, Darko KORITNIK, Tadej BAJD

Izvleček: V članku je predstavljena robotska celica za manipulacijo malih motorjev. Njen namen je robotizacija delovnega mesta, kjer je do sedaj človek opravljal manipulacijo z motorji med tekočim trakom, paletnim sistemom in strojem za valjanje polža. Aplikacija je zahtevna predvsem zaradi taktnega časa in zaradi že obstoječih naprav, ki niso prilagojene za delo z robotom.

Ključne besede: manipulacija z motorji, robotska prijemala, dvojno prijemalo, dvoprstni prijem in razvrščanje proizvodnih procesov,

■ 1 Uvod

Naš industrijski problem je zahteval gradnjo robotske celice za manipulacijo malih motorjev v tovarni BSH v Nazarjih. Pred robotizacijo je manipulacijo z motorji opravljal človek. Motor je bilo potrebno s vhodne proge pobrati in ga v pravilni orientaciji vstaviti v prazno paletu paletnega sistema (slika 1). Paleta je napredovala po fazah obdelave in se vrnila do delavca. Delavec je moral vzeti motor iz palete in ga položiti v stroj za valjanje (slika 1). Po končani obdelavi je delavec vzel motor iz stroja, obrisal olje z gredi motorja in ga odložil na izhodno proggo. V prazno paletu je vstavil naslednji motor iz vhodne proge. Omeniti je še potrebno, da je naenkrat na transportnem sistemu okoli 15 palet.

Zgoraj omenjena opravila mora robot izvajati s 15-sekundnim ali nižjim taktnim časom. Od hitrosti delovanja

Borut Povše, univ. dipl. inž., DAX, d. o. o. Trbovlje; Doc. dr. Boštjan Murovec, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; Darko Koritnik, univ. dipl. inž., DAX, d. o. o. Trbovlje; Prof. dr. Tadej Bajd, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko



Slika 1. Delovno mesto pred robotizacijo

robova so namreč odvisni merilna in magnetilna postaja ter delavci, ki sestavljajo in izvajajo vgradnjo motorja. Taktni čas robota nikakor ne sme predstavljati ozkega grla v proizvodnji in s tem nižati proizvodnih kapacitet celotne linije.

■ 2 Razvrščanje proizvodnih procesov

V proizvodnji se nenehno pojavlja problem razvrščanja, saj je potrebno čim uspešneje izvesti določen nabor operacij z uporabo po številu in kapaciteti omejenega nabora proizvodnih resorjev. Operacije so v večini prime-

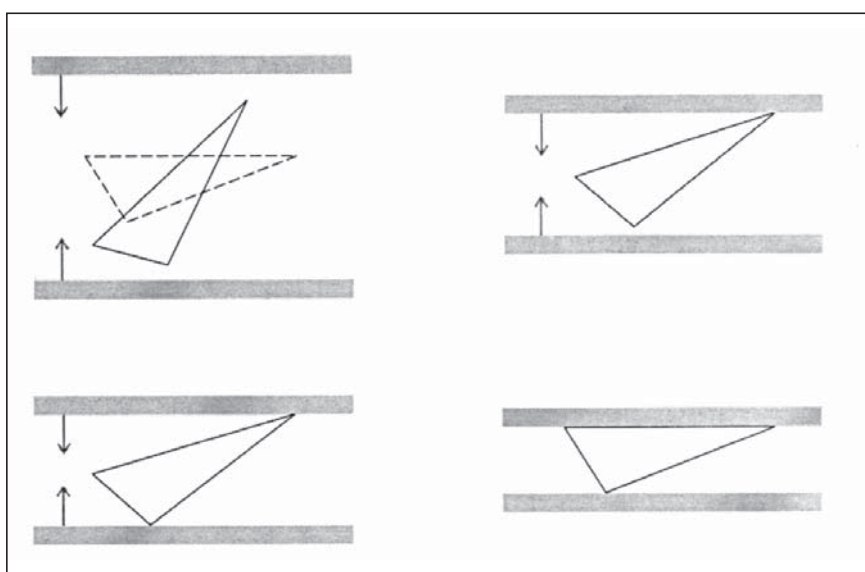
rov med seboj odvisne, saj so pogosto podvržene tehnološkim omejitvam. Posamezna operacija se tako zaradi omejitev ne more izvršiti, dokler niso izvedene vse njene tehnološke predhodnice.

Nespretno zastavljen urnik bo povzročil predolgo čakanje določenih operacij na tehnološke predhodnice, stroji pa bodo stali neizkoriščeni. To je posledica prekomernega kopičenja in zastojev operacij na drugih strojih, kjer te operacije čakajo na izvršitev in s tem blokirajo izvajanje svojih tehnoloških naslednic [1].

■ 3 Dvoprstni prijem

Prijem predmeta je sestavljen iz dotikov prsta in predmeta. Vsak dotik med prstom in predmetom zmanjša število prostostnih stopenj predmeta in omogoča, da na predmet delujejo zunanje sile. Preden predmet uspešno primemo z dvema prstoma, nastopi najprej potiskanje in zatem njegovo stiskanje. Obe operaciji sta neobčutiljivi na omejeno nezanesljivost v začetni legi predmeta, ki ga želimo prijeti [2, 4].

3.1 Potiskanje, stiskanje stabilen prijem



Slika 2. Primer stiskanja in potiskanja pri robotskem prijemu

Za ponazoritev operacij potiskanja, stiskanja in na koncu stabilnega prijema vzemimo trikoten predmet, ki leži na ravni površini (slika 2). Predmet želimo prijeti z robotskim prijemalom, ki ima dva vzporedna prsta [3].

Kot kaže slika 2 levo zgoraj, začetna lega trikotnika ni povsem določena. V fazi prijema se prsta prijemala približujeta drug drugemu. Obstaja velika verjetnost, da se bo eden od prstov prej dotaknil predmeta kot drugi. Nastopi operacija potiskanja, med katero se predmet zavrti okrog točke dotika med prstom in predmetom (slika 2 desno zgoraj). Med približevanjem prstov drug drugemu se kmalu tudi drugi prst dotakne predmeta. Prične se operacija stiskanja

(slika 2 levo spodaj). Slika 2 desno spodaj prikazuje povsem stisnjen predmet, ko se prsta ne moreta več pomikati. Dobili smo stabilen prijem predmeta. Potrebno je poudariti dejstvo, da je kljub nedoločenosti začetnega položaja predmeta prijemanje uspelo. Opisani način prijemanja odstrani dve od treh prostostnih stopenj nezanesljivosti v legi trikotnika. Prijemalo omejuje predmet v orientaciji in v vertikalni smeri glede na pozicijo. Nedoločen pa je položaj predmeta v horizontalni smeri [3].

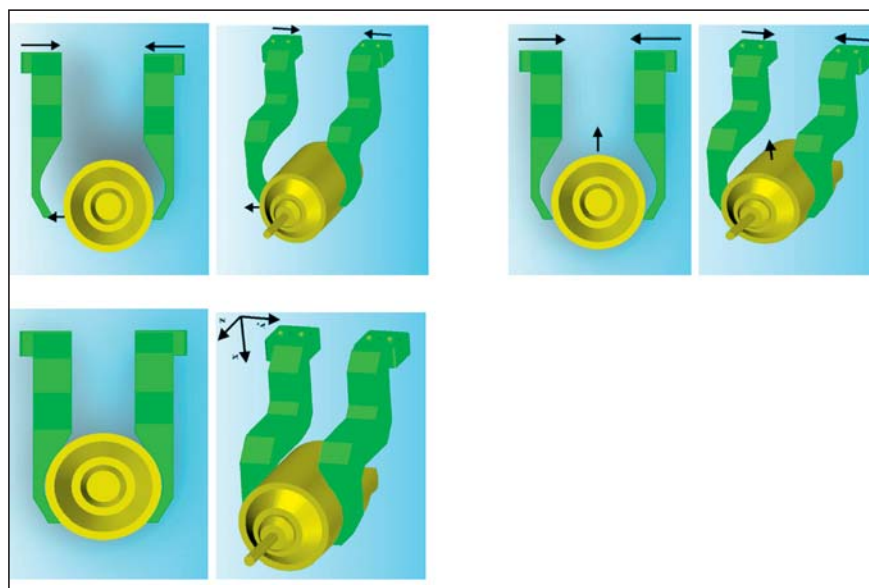
3.2 Odjem motorjev s traku

V procesu manipulacije je ena izmed nalog robota odjem motorjev s traku. Težavo predstavlja nedoločenost lege motorja na traku. Ograda tekočega traku dopušča motorju nekaj milimetrov manevrskega prostora, zato se pozicija in orientacija spreminjata za nekaj milimetrov oziroma stopinj. To težavo rešuje način prijemanja, sestavljen iz potiskanja in stiskanja motorja. S tem načinom dosežemo stabilen prijem, čeprav ne poznamo natančne pozicije in orientacije motorja. Slika 3 prikazuje faze prijema.

Opisana naloga odstrani štiri od šestih prostostnih stopenj v nedoločenosti lege motorja. S prijemom sta določeni koordinati x in y (slika 3 levo spodaj) ter rotaciji okrog x in y osi.

■ 4 Izdelava robotske celice

V robotsko celico je vgrajen Epsonov robot Pro Six. To je šestosni serijski mehanizem, namenjen uporabi v industriji. Njegovo zgradbo lahko opišemo kot odprto serijsko kinematično verigo s šestimi prostostnimi stopnjami. Vsi sklepi so rotacijski. Robot lahko razdelimo na dva dela. Prvi, pozicijski del, predstavljajo prve tri osi, katerih naloga je postaviti orodje v želeno pozicijo. Zadnje tri osi predstavljajo orientacijski del in služijo za doseganje želene orientacije orodja.



Slika 3. Faze prijema motorja: levo zgoraj potiskanje, desno zgoraj stiskanje in levo spodaj stabilen prijem

4.1 Prva rešitev robotske celice

V celici je robot postavljen na mesto, kjer je prej stal človek. Celoten proces manipulacije in obdelave motorjev v robotski celici se lahko razdeli na dve opravili, kot je prikazano v *tabeli 1*.

Tabela 1. Predpis izvajanja tehnoloških operacij prve rešitve

Izdelek	Tehnološke faze											
	a		b		c		d		e		f	
	M	p	M	p	M	p	M	p	M	p	M	p
J_1	R	2	R	3	V	10	R	3	I	1	R	2
J_2	R	2	R	7	R	2						

Oznake v tabeli imajo sledeči pomen:

- M – stroj, na katerem se izvaja operacija (R – robot, V – stroj za valjanje, I – izpihvalnik olja)
- J – opravilo oziroma motor v fazi obdelovanja
- p – število časovnih enot, ki jih zahteva operacija

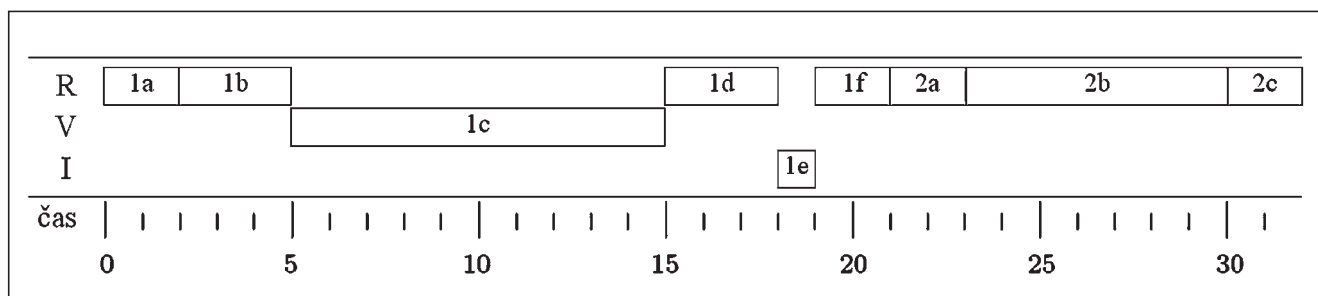
Z urnikom, prikazanem na sliki 4, deluje robot s taktim časom 32 sekund, kar je 17 sekund več od maksimalnega dopustnega taktnega časa. Že na prvi pogled opazimo, da je ta urnik zelo nespretno določen. Operacije 2a, 2b in 2c bi se lahko izvajale med čakanjem robota na

konec operacije 1c. Izboljšani urnik je prikazan na *sliki 5*.

Urnik, prikazan na sliki 5, še vedno ne zagotavlja ustreznega taktnega časa. Kako izboljšati urnik, prikazan na sliki 4, je očitno. Pojavi pa se vprašanje, ali je možno s postopki razvrščanja proizvodnih procesov

izhodišča za izvajanje učinkovitih premikov operacij urnika, ki z veliko verjetnostjo vodijo k manjšanju izvršnega časa. Za izvajanje premikov operacij urnika, prikazanega na sliki 5, sta pomembna predvsem dva teorema. Prvi teorem pravi, da so pri optimiranju urnika z zamenjavami sosednjih kritičnih operacij samo spremembe na robovih kritičnih blokov zmožne same zase zmanjšati izvršni čas urnika. Drugi teorem pa pravi, da se izvršni čas urnika zanesljivo ne more zmanjšati, kadar premaknemo neprvo operacijo prvega kritičnega bloka na njegov začetek in se pri tem ne spremeni konec kritičnega bloka (to je v primeru, ko ne premaknemo zadnje operacije v bloku). Analogno velja tudi za premik nezadnje operacije zadnjega kritičnega bloka na njegov konec [1].

Kritična bloka {1e} in {1f} sta sestavljena iz samo po ene operacije, zato sprememb na njunih robovih



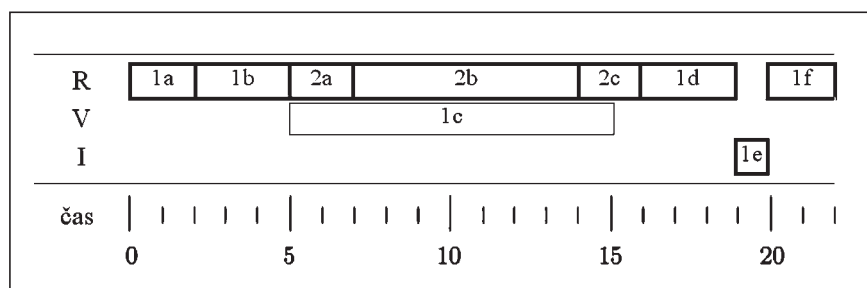
Slika 4. Urnik manipulacije in obdelave motorjev

Opravilo J_1 je sestavljeno iz sedmih operacij. Najprej robot izvede odjem motorja iz paletnega sistema, to je operacija 1a, ki traja dve časovni enoti. Zatem robot odloži motor v stroj za valjanje, kar je operacija 1b. Stroj za valjanje izvaja operacijo 1c deset časovnih enot. Po končanem valjanju robot prime motor in ga odnese iz stroja za valjanje, kar je operacija 1d. Za trenutek se robot ustavi pred izpihvalnikom olja, ki opravi operacijo 1e. V končni operaciji 1f robot odloži motor na izhodno progo. Drugo opravilo J_2 je sestavljeno iz treh operacij. V operaciji 2a robot izvede odjem motorja z vhodne proge, sledi določanje orientacije motorja 2b, na koncu robot odloži motor v paleto, kar predstavlja operacijo 2c. Eden izmed urnikov, ki upošteva predpis izvajanja tehnoloških operacij tabele 1, je prikazan na *sliki 4*.

izboljšati tudi urnik, prikazan na sliki 5. Na to vprašanje je možno odgovoriti s pomočjo teorije razvrščanja proizvodnih procesov.

Graf urnika s slike 5 vsebuje kritično pot, sestavljeno iz kritičnih operacij, ki so na grafu prikazane odebeljeno. Kritično pot lahko razdelimo na 3 kritične bloke: {1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 1d}, {1e} in {1f}. Obstajajo teoretična

ne moremo doseči, torej ne moreta prispevati k skrajšanju časa izvajanja. Le spremembe prvega kritičnega bloka lahko vodijo do skrajšanja časa izvajanja. Prvi teorem pravi, da je potrebno zamenjati operacije na robovih kritičnega bloka, drugi pa, da moramo premakniti zadnjo operacijo kritičnega bloka, če želimo doseči krajši čas izvajanja. S premikom operacij 2a, 2b, 2c na konec kritičnega

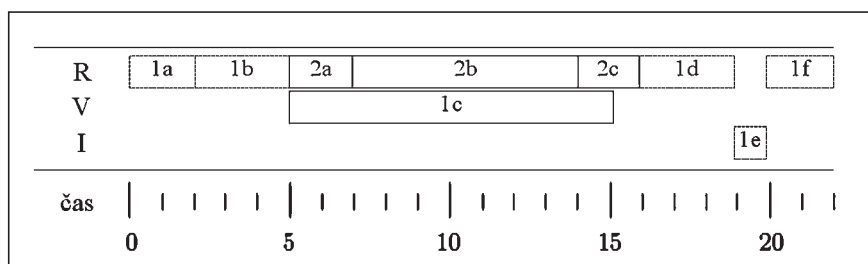


Slika 5. Izboljšani urnik manipulacije in obdelave motorjev v robotski celici

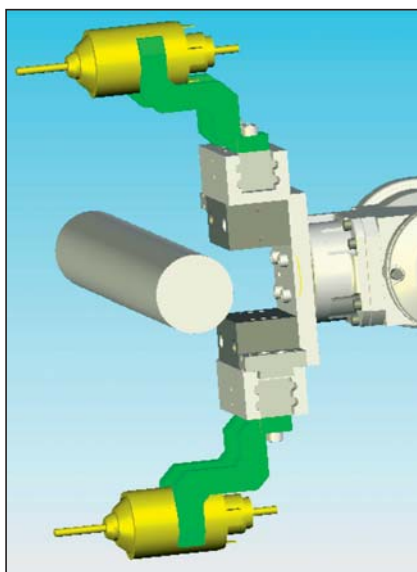
bloka oziroma s premikom operacije 1d naprej se čas izvajanja urnika lahko le podaljša ali ostane enak. Torej je razvidno, da se urnika s krajšim časom izvajanja ne da določiti.

Ob tem spoznanju je jasno, da je potrebno za doseg krajšega taktnege časa spremeniti segmente, ki sestavljajo robotsko celico. Pri določanju potrebnih sprememb je lahko urnik v veliko pomoč.

4.2 Izbira prijemala



Slika 6. Urnik manipulacije in obdelave motorjev v robotski celici



Slika 7. Dvojno prijemalo

Časovno najbolj potratna operacija je valjanje polža na gred motorja. Pred valjanjem in po njem se izvede še pet drugih operacij prvega opravila, ki skupaj prispevajo k predolgemu taktnemu času. Te operacije so na sliki 6 označene s prekinjeno črto. Potrebno je zmanjšati število teh operacij in skrajšati čas njihovega izvajanja. Rešitev tega problema je uporaba dvojne prijemala namesto enega.

Z dvojnimi prijemalom je potek odjema in vstavljanja motorja v stroj za valjanje sledeč. Robot s prvim prijemalom, ki je prazen, izvede odjem motorja iz stroja za valjanje. Zadnja os robota se nato zasučje za 180°, s čimer se prijemali zamenjata.

Na koncu robot z drugim, polnim, prijemalom odloži motor v stroj za valjanje. Takoj zatem se valjanje lahko prične. Stroj za valjanje je tako prazen le v času odjema motorja, zasukanja prijemala in odlaganja motorja.

4.3 Zamenjava naprave za določanje orientacije motorja

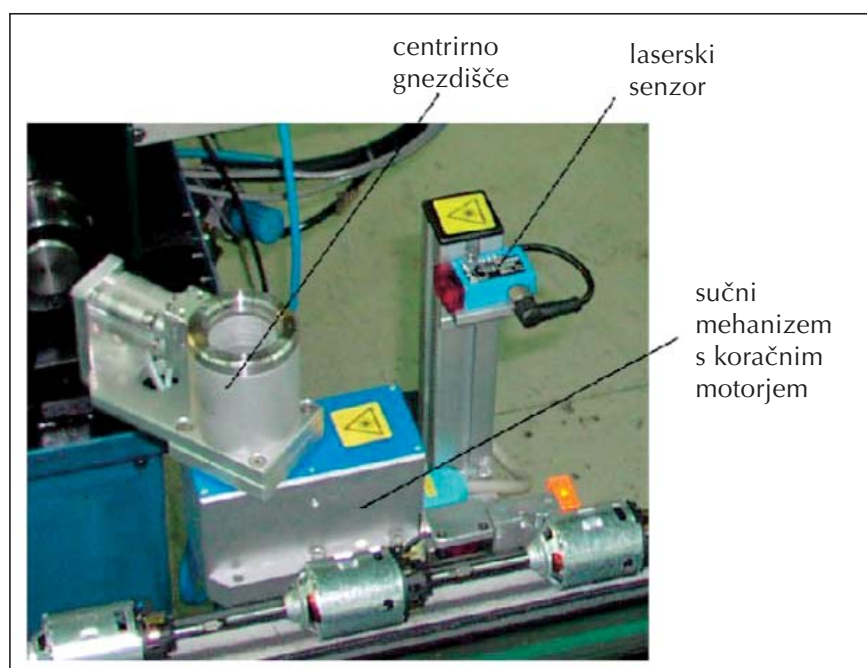
Če upoštevamo dejstvo, da je valjanje motorja časovno najbolj potratna operacija, se mora čim več operacij izvesti vzporedno z valjanjem. Med manipulacijo z motorji robot izvaja tudi določanje orientacije motorja okoli osi z, kar je druga časovno najbolj potratna operacija. Na sliki 6 to operacijo ponazarja pravokotnik z oznako 2b. Smiselno je torej vgraditi napravo, ki bo sama določala orientacijo motorja, robot pa bo imel več časa za izvajanje preostalih operacij. Naprava za določanje orientacije je prikazana na sliki 8.

Robot vstavi motor v centrirno gnezdišče, sučni mehanizem pa vrtil centrirno gnezdišče toliko časa, dokler robotski krmilnik s pomočjo laserskega senzorja ne zazna luknjice na spodnjem delu plašča motorja. Ko je orientacija motorja določena, robot izvede odjem motorja iz centrirnega gnezdišča, ga vstavi v paleto, sučna enota pa zavrti centrirno gnezdišče v prvotni položaj.

4.4 Končna rešitev ustrezna zahtevanemu delovnemu taktu

Z vsemi spremembami robotske celice je dosežen ustrezen taktni čas

Pri manipulaciji z enim prijemalom pa je bil stroj za valjanje prazen ves čas odjema motorja iz stroja, izpihovanja olja iz gredi motorja, odlaganja motorja na izhodno progo, odjema motorja iz paletnega sistema ter odlaganja motorja v stroj za valjanje. Z dvojnimi prijemalom je torej število operacij manjše in čas med dvema cikloma valjanja krajši.



Slika 8. Naprava za določanje orientacije motorja

delovanja 15 sekund. Celoten proces manipulacije in obdelave motorjev končne rešitve robotske celice se lahko razdeli na tri opravila, kar je prikazano v tabeli 2.

stroja za valjanje. Ti dve operaciji imata zato na grafu enako oznako 3b. Prvo opravilo sestavlja odjem motorja iz vhodne proge (operacija 1a), odlaganje motorja v stroj za valjanje

Tabela 2. Predpis izvajanja operacij prve rešitve

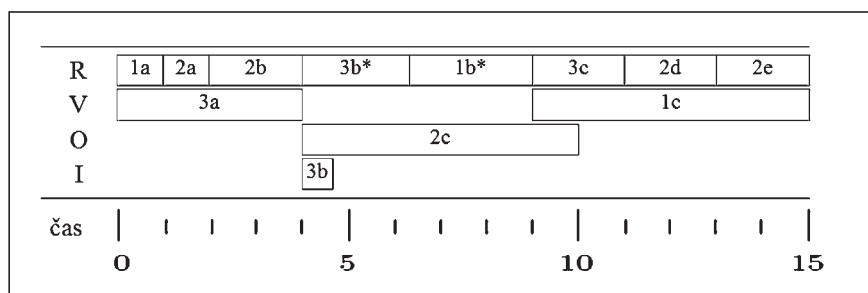
Izdelek	Tehnološke faze									
	a		b		c		d		e	
	M	p	M	p	M	p	M	p	M	p
J_1	R	1	R	2.5	V	6				
J_2	R	1	R	2	O	6	R	2	R	2
J_3	V	4	R+I	2.5	R	2				

Oznake v tabeli imajo sledeči pomen:

- M – stroj, na katerem se izvaja operacija (R – robot, V – stroj za valjanje, I – izpihvalnik olja,
- O – naprava za iskanje orientacije, R+I – robot in izpihvalnik vzporedno izvajanje)
- J – opravilo oziroma motor v fazi obdelovanja
- p – število časovnih enot, ki jih zahteva operacija

(operacija 1b) ter valjanje polža na gred motorja (operacija 1c).

Pri drugem opravilu robot najprej izvede odjem motorja z vhodne proge (operacija 2a) in ga vstavi v centrino gnezdišče naprave za določanje orientacije (operacija 2b). Sledi določanje orientacije motorja (operacija 2c), nato robot izvede odjem motorja iz naprave za določanje orientacije (operacija 2d) in ga na koncu vstavi v paleto (operacija



Slika 9. Urnik manipulacije in obdelave motorjev v robotski celici (vrstnega reda operacij, označenih z zvezdico, se zaradi tehnoloških omejitev ne da zamenjati)

Urnik, ki upošteva vse predpise iz tabele 2, je prikazan na sliki 9. Valjanje 1c se ne zaključi v enem ciklu, zato se nadaljuje še v drugi ciklu kot operacija 3a. Operacija izpiha olja iz gredi motorja se izvaja vzporedno z odjemom motorja iz

2e). Tretje opravilo pa sestavlja valjanje polža na gred motorja iz prejšnjega cikla (operacija 3a), odjem motorja iz stroja za valjanje z vzporednim izvajanjem izpiha olja iz gredi motorja (operaciji 3b) ter odlaganje motorja na izhodno progo.

5 Zaključek

Robotika prevzema in bo prevzemala vedno večjo vlogo v industriji. Razvoj robotske tehnologije bo omogočal večjo interakcijo med človekom in robotom, zato bodo lahko poleg klasičnih aplikacij roboti opravljali vse težje in zahtevnejše naloge.

V tem delu je predstavljena robotizacija delovnega mesta, kjer namesto človeka monotono in naporno delo opravlja robot. Pri izdelavi robotske celice so se pojavile določene težave, ki smo jih uspešno rešili. Nekatere naprave, s katerimi je prej delal človek, niso bile primerne za delo z robotom. Potrebno je bilo predelati pogon vhodne proge, zaradi težko dostopnega ležišča za motor v stroju za valjanje pa smo skonstruirali posebne prste prijemale. Največjo težavo je povzročal zahtevani taktni čas. Celotno opravilo manipulacije z motorji je bilo potrebno opraviti v 15 sekundah.

Literatura

- [1] B. Murovec, Preprečevanje neizvedljivosti urnikov pri metahevrstičnem razvrščanju proizvodnih procesov, Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, 2004.
- [2] R. C. Brost, Automatic grasp planning in the presence of uncertainty, International Journal of Robotics Research, 7(1): 3–17, 1988.
- [3] J. Lenarčič, T. Bajd, Robotski mehanizmi, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2003.
- [4] Z. Balorda, T. Bajd, Reducing positioning uncertainty of objects by robot pushing, IEEE Transactions of Robotics and Automation, 10(4): 535–541, 1994.

Robot cell for small motor manipulation

Abstract: The paper presents a robot cell for the manipulation of small motors. The purpose of this cell is to substitute a human worker with a robot. Previously, the worker had to pick up the motors from the incoming line, serve the palette system and the roll machine. This application is quite complex because of the time frame in which the robot has to perform all the tasks and because some machines were not built to work with robots.

Keywords: small motor manipulation, robot grippers, double gripper, two-fingered grasping, and production scheduling,

* Prispevek je bil objavljen in predstavljen na 16. mednarodni Elektrotehniški in računalniški konferenci (The Sixteenth International Electrotechnical and Computer Science Conference, ERK 2007), ki je potekala v Portorožu od 24. do 26. septembra 2007.



Scara
RC 170



EZ Moduli
RC 420



ProSix
RC 520

Roboti
Krmilniki



Nizka cena
Visoka zmogljivost

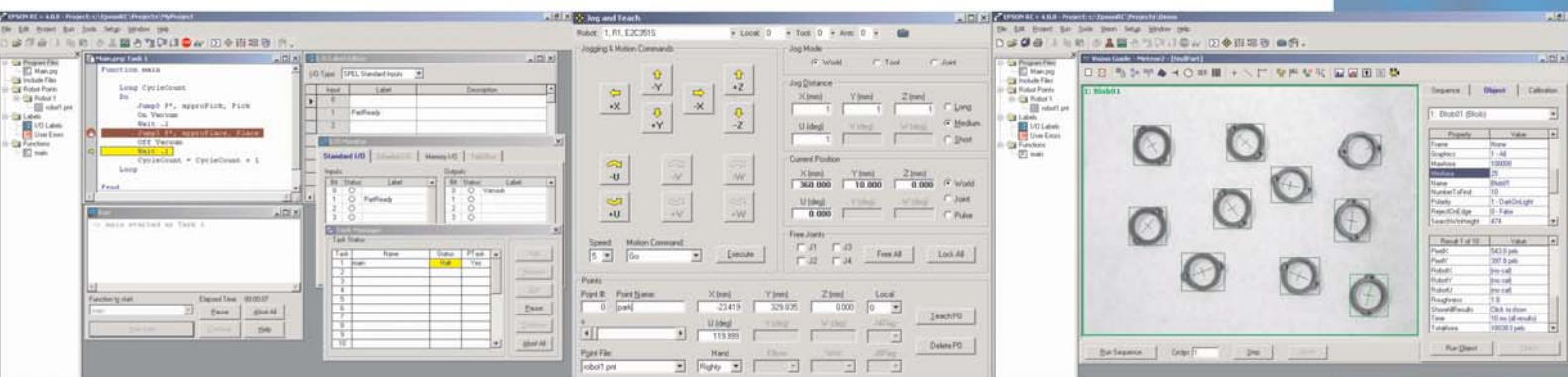


1 robot - 1 krmilnik



Do 3 roboti na krmilnik

Razvojno
okolje



EPSON RC+ razvojno okolje

Programske opcije

VISION GUIDE / VB GUIDE / FORCE SENSING / CONVEYOR TRACKING



DAX Electronic Systems d.o.o.

Automation - Robotics - Electronic Instrumentation

Uradni distributer za EPSON Factory Automation

www.dax.si

+386-3-56-30-500

Razvoj inteligentnega večosnega manipulacijskega sistema

Ivan VENGUST, Krištof DEBELJAK, Francelj TRDIČ

■ Uvod

Izkušnje iz dosedanjih industrijskih projektov kažejo, da obstaja potreba po razvoju fleksibilnega manipulacijskega sistema, ki ga bo mogoče v kratkem času prilagoditi raznovrstnim zahtevam [1]. Zato sta se podjetji PS, d. o. o., iz Logatca in SMC, d. o. o., iz Trebnjega združili pri razvoju in izdelavi univerzalnega večosnega manipulatorja. Cilj projekta je bil omogočiti gradnjo različnih strežnih naprav, ki bi bile sestavljene iz enakih gradnikov. Ti gradniki so standardne elektromehanske komponente, linearne ali rotacijske enote, inteligentni servopogoni, univerzalni pozicijski krmilniki, sistemi za podporo robotskega vida, fleksibilne pnevmatične komponente ter prikazovalne in upravljalne enote. Programska oprema mora biti zgrajena tako, da omogoča enoten standardiziran programski vmesnik, ki ga je mogoče prilagajati dejanskim zahtevam s parametriranjem. Tak sistem omogoča gradnjo različnih konfiguracij, kot so polarni, SCARA in kartezični roboti ter različni fleksibilni manipulatorji. Za programiranje teh naprav je na voljo razmeroma enostaven način določanja zaporedja gibov in delovnih operacij z učenjem. Alternativa temu pa je programiranje v višjem programskem jeziku, ki pa zahteva bolj poglobljeno izobraževanje uporabnikov. Takšne sisteme lahko uporabljamo za primere, ki jih razvijamo znotraj lastnih podjetij, za industrijske

Dr. Ivan Vengust, univ. dipl. inž., PS, d. o. o., Logatec, Krištof Debeljak, inž., SMC, d. o. o., Trebnje, dr. Francelj Trdič, univ. dipl. inž., FDS Research, d. o. o., Trzin

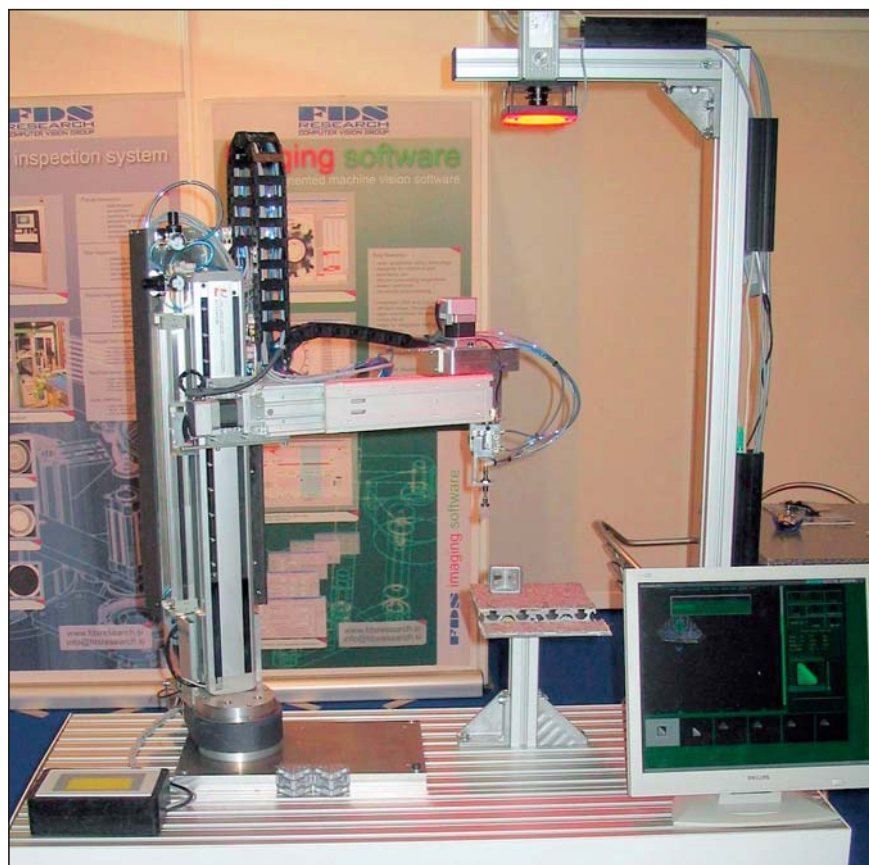
naročnike, lahko pa so namenjeni samogradnji, kjer industrijski razvijalci sistem sami uporabijo v svojem tehnološkem procesu. Prvi rezultat je izdelava polarnega strežnega robota, ki je predstavljen v nadaljevanju.

■ Zgradba polarnega mehanizma robota

Robote danes srečujemo v avtomatizaciji številnih industrijskih procesov in so že uveljavljeni velikoserijski izdelki. Številni proizvajalci izdelujejo različne tipe robotskih mehanizmov [2], konkurenca na tem področju pa

je zelo ostra. Razviti polarni robot je namenjen enostavnejšim primerom uporabe robotov v montažnih linijah ali pa kot manipulator ob delovnih napravah, kjer nadomešča človeka in ga tako razbremeni monotonega ali nevarnega dela.

Polarni robot SMC-PS P4.5 je majhen robot, sestavljen iz standardnih komponent, ki so cenovno dostopne in tudi enostavne za vzdrževanje. Krmilje je integrirano v ogrodje, zato je robot nezahteven za montažo, prestavitev na novo delovno lokacijo pa je enostavna. Polarni robot ima



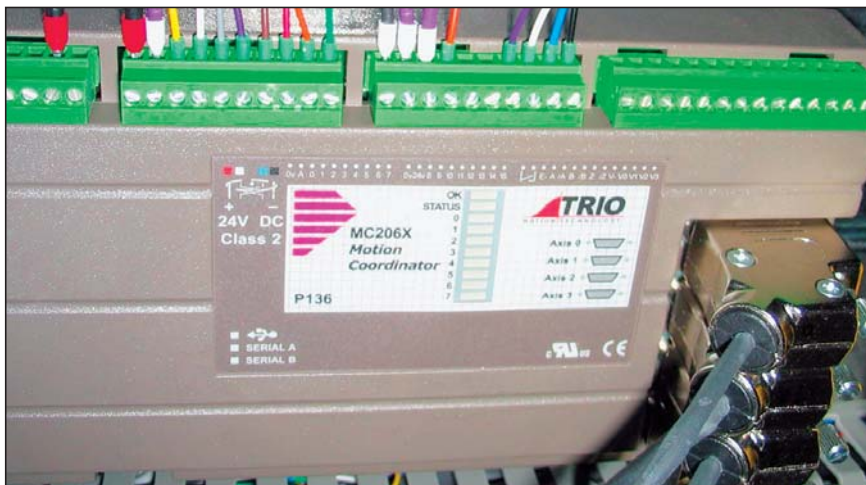
Slika 1. Polarni robot SMC-PS P4.5 z vključenim robotskim vidom za prepoznavanje objektov (predstavljen na sejmu IFAM 2008 v Celju)

v osnovni strukturi dve linearni osi (r in z), rotacijsko os (θ) in rotacijo prijemala (g). Dodan je lahko še horizontalno/vertikalni zasuk prijemala (slika 1). Za povezavo kartezičnega delovnega prostora in notranjih robotskih osi je uporabljena polarna transformacija koordinat.

Upravljalnim panelom izbiramo osnovne načine delovanja robota, izvajamo programiranje z učenjem, pa tudi parametrisiranje robotske aplikacije.

■ Pogoni

Za pogon robota so uporabljeni in-



Slika 2. Kompaktni večosni pozicijski krmilnik Trio MC206X

■ Krmilje robota

Krmilnik robota je štiriosni pozicijski krmilnik Trio MC206X (slika 2). To je univerzalni krmilnik za večosne pozicijske aplikacije, v katerih so potrebna povezana gibanja osi. Programira se v višjenivojskem večopravilnem jeziku, izpeljanem iz Basica, dopolnjenem z ukazi za kompleksne gibalne operacije. Za povezana gibanja med osmi ima poleg standardnih linearnih in cirkularnih interpolacij tudi SCARA in polarno transformacijo koordinat ter številne druge ukaze. Z dodatnim modulom CAN I/O lahko standardnim 16 vhodno/izhodnim linijam dodamo še 32 digitalnih signalov. Krmilnik je član obsežne družine krmilnikov gibanja podjetja Trio Motion Technology (www.triomotion.com). Poleg palete krmilnikov so v družini še dodatni vhodno/izhodni moduli, razširitvene kartice, komunikacijske rešitve in zunanji upravljalni prikazovalniki ter tipkovnice.

Za upravljanje robota je uporabljen upravljalni panel z ekranom, občutljivim na dotik, ki za komunikacijo s krmilnikom uporablja serijsko povezavo Modbus (slika 3). Z upra-

Upravljalnim panelom izbiramo osnovne načine delovanja robota, izvajamo programiranje z učenjem, pa tudi parametrisiranje robotske aplikacije.

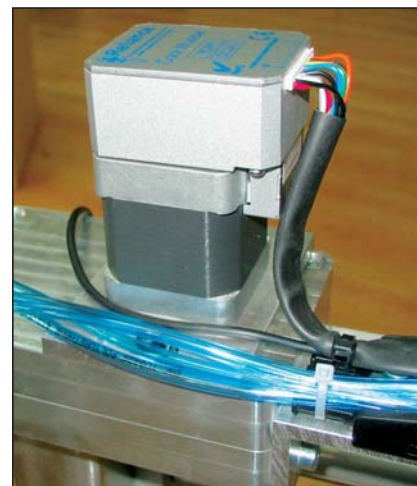
Inteligentni motorji Reliance RCM1. Motorji imajo vgrajeno močnostno elektroniko, 32-bitni krmilnik RISC in magnetni inkrementalni merilni sistem (slika 4). Delujejo v zaprtizančnem krmilnem načinu. Od zunaj jih lahko krmilimo z ukazi, ki jih pošiljamo preko serijske komunikacije ali pa preko digitalnih I/O-signalov. V robotski aplikaciji so uporabljeni signali 'korak/smer'. Motorje je mogoče uporabiti tudi samostojno, če krmilni program zapišemo v spomin motorja. V tem primeru ne potrebujejo zunanega krmilnika. Več motorjev je mogoče s komunikacijskimi adapterji povezati v mrežo (www.coolmuscle.com; www.rpmechatronics.co.uk).



Slika 3. Upravljalna konzola robota z ekranom, občutljivim na dotik

■ Programska oprema

Programska oprema robota teče na krmilniku Trio. Zaradi univerzalnosti je grajena modularno in uporablja poenoten programski vmesnik. Sestavljena je iz programskih gradnikov, ki jih dodajamo glede na zahteve uporabe. Konfiguracijo krmilnika je mogoče nastavljati s parametri. Programski gradniki polarnega robota omogočajo tudi programiranje gibanja robota z učenjem, polarno transformacijo koordinat, povezavo z inteligentno kamero, povezavo z upravljalnim panelom ter osnovne načine delovanja, kot je določanje izhodiščne lege robota, ročno vodenje in avtomatsko izvajanje programov. Ker je programsko okolje krmilnika Trio odprto, je mogoče dodajati nove gradnike, s katerimi lahko realiziramo kompleksne primere uporabe robota. Zaradi odprte narave krmilnika je polarni robot zelo primeren tudi za uporabo v izobraževalnih institucijah, ker je mogoče študirati in demonstrirati principe krmiljenja robotov.



Slika 4. Inteligentni pogonski motorji robota

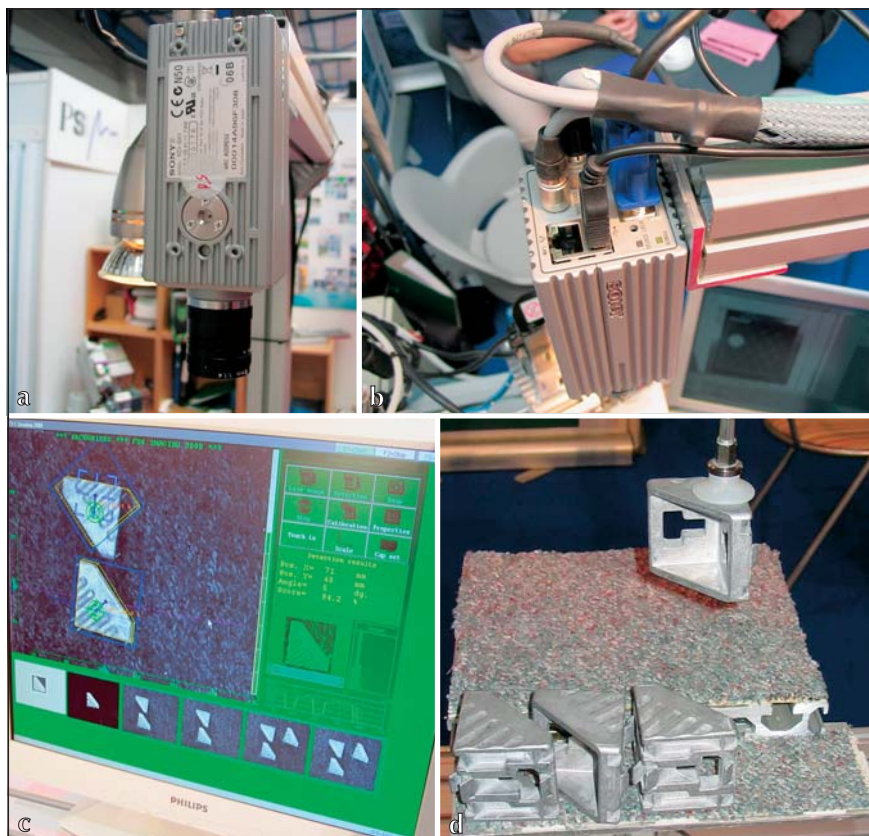
■ Robotski vid

Robotsko aplikacijo lahko dopolnimo z robotskim vidom, kar močno razširi uporabnost takšnega sistema. Robotski vid je razvilo podjetje FDS Research iz Trzina (www.fdsresearch.si) [3]. Celotna aplikacija prepoznavanja slike je pri prikazanem primeru vgrajena v inteligentno kamero Sony SX1. V kameri je miniaturni PC-

računalnik z operacijskim sistemom Windows XP embedded (slika 5a).

Sony in FDS Research. Aplikacija za prepoznavanje slike teče na novi

navanje lokacije in orientacije različnih objektov (slika 5 c). Uporabniški vmesnik robotskega vida ima minimiziran nabor menuev in uporabniku omogoča prilagoditev dejanskemu stanju s parametriziranjem. Komunikacija z robotskim krmilnikom poteka preko enega od komunikacijskih kanalov. Komunikacijski protokol za krmilnik Trio je že vgrajen v kamero. Krmilnik od kamere zahteva prepoznavo objekta, kamera vrne status meritve, koordinate in orientacijo objekta (slika 5 d).



Slika 5. Sistem za umetni vid podjetja FDS Research

Na kamero lahko neposredno priključimo VGA-ekran, tipkovnico in miško (slika 5 b). Kamera ima USB, ethernet in RS232 vmesnike. Ta kamera je rezultat skupnega razvoja podjetij

verziji standiziranega programskega okolja FDS Imaging 2008. V aplikaciji so uporabljeni samoučljivi modeli objektno orientiranega razpoznavanja, ki omogočajo zelo zanesljivo prepoz-

Sklep

Polarni robot je prvi v seriji večosnih strežnih sistemov, ki se načrtujejo. Utira si pot na zahtevno tržišče robotov, pri tem pa izkorišča sodobne tehnološke rešitve s področja mehatronike in krmilne tehnike ter omogoča cenovno dostopno posodobitev – avtomatizacijo proizvodnih procesov na številnih področjih.

Literatura

- [1] T. Perme, B. Kirn, I. Skok, Prenova robotov za strego in montažo, Ventil dec. 11, 2005, 4.
- [2] Wikipedia, Industrial robot, http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_robot (marec 2008).
- [3] F. Trdič, Robotski vid v industrijskih procesih, Avtomatika 73, 2007.

 <p>www.controltechniques.com</p>  <p>Frekvenčni regulator Commander SK</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	 <p>Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.</p> <p>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</p> <p>Izvajamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - konstrukcije in izvedbe specialnih strojev - predelava strojev - regulacija vrtenja motorjev - krmiljenje strojev <p>Dobavljamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - servo pogone - frekvenčne in vektorske regulatorje - merilne sisteme s prikazovalniki - pozicijske krmilnike - planetne reduktorje 	  <p>Prikazovalnik pozicije Z-58</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
--	---	--

18. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Rogla, 9. - 10. oktober 2008

Vabilo predavateljem k sodelovanju – prvi poziv

Društvo vzdrževalcev Slovenije pripravlja 18. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, ki bo 9. in 10. oktobra 2008 na Rogli.

Naš cilj je zbrati čim večje število strokovnjakov s področja vzdrževanja, ki bodo skozi strokovna predavanja na slušatelje prenesli čim več znanja in izkušenj. Poleg tega je Tehniško posvetovanje edinstvena priložnost za druženje in sklepanje novih poslovnih vezi, tako med vzdrževalci, kot tudi z dobavitelji opreme in orodij za vzdrževanje. Pomemben del dogajanja je tudi razstava in predstavitev izdelkov ter storitev s področja vzdrževanja.

Prijazno vabimo vse zainteresirane avtorje, ki bi želeli predstaviti svoje poglede in izkušnje na vzdrževanje, ali predstaviti svoja raziskovalna dela s področja vzdrževanja, da nam pošljejo prijavo svojega prispevka.

Prijava naj vsebuje: naslov prispevka, navedbo ključnih besed in kratek povzetek (nekaj stavkov). Avtorji naj navedejo svoje ime in priimek, naziv ter naslov podjetja, kjer so zaposleni, telefonsko številko ter naslov elektronske pošte.

Prijave bodo mogoče preko spletne strani društva www.drustvo-dvs.si od aprila 2008 naprej, pred tem pa jih lahko pošljete po elektronski pošti na naslov: tajnik@drustvo-dvs.si.

Nekaj okvirnih izhodišč glede tematike:

Vpliv vzdrževanja na okoljske vidike poslovanja
Zmanjševanje energijskih emisij z učinkovitim vzdrževanjem
Zanesljivost in vzdrževanje
Kontrola in diagnostika
Izobrazba v vzdrževanju
Menedžment in vzdrževanje
Logistika in vzdrževanje
Zagotavljanje kvalitete vzdrževanja (novejše metode)
Primeri dobre prakse
Zakonodaja in standardi

Natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja – prva objava

Tudi na 18. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije bo Društvo vzdrževalcev Slovenije izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Vsi, ki ste diplomirali v študijskem letu 2006/2007 in 2007/2008, ste vabljeni, da sodelujete na natečaju in svoja dela predstavite širši javnosti.

Prijava v natečaj za izbor najboljših diplomskih del naj vsebuje: naslov diplomskega dela z navedbo ključnih besed in kratkim povzetkom (nekaj stavkov); fakulteto in smer študija. Avtorji naj navedejo svoje ime in priimek, naslov, telefonsko številko ter naslov elektronske pošte.

Prijave bodo mogoče preko spletne strani društva www.drustvo-dvs.si od aprila 2008 naprej, kjer bodo na voljo tudi podrobnejša navodila, pred tem pa jih lahko pošljete po elektronski pošti na naslov: tajnik@drustvo-dvs.si.

Razpisni pogoji za udeležbo na natečaju za podeljevanje priznanj razstavljavcem za dosežke razstavljenih izdelkov

Na natečaju imajo pravico sodelovati vsi razstavljalci, ki bodo prisotni na 18. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije (18. TPVS) in bodo tam razstavljali svoje izdelke, med njimi tudi prijavljene.

Za sodelovanje na natečaju bo razstavljaec izpolnil prijavnico, ki bo objavljena na spletni strani www.drustvo-dvs.si v začetku aprila 2008 ali v časopisu Vzdrževalec.

V prijavnici bo razstavljaec navedel podatke: naziv in naslov družbe, dejavnost družbe, kontaktno osebo, prijavo in opis izdelka ter podatek, na katerem razstavnem mestu bo izdelek razstavljen. Prospekte, fotografije in podrobne tehnične opise bo razstavljaec poslal po pošti ali elektronski pošti na naslov društva.

Tri članska komisija, ki jo predlaga Organizacijski odbor 18. TPVS in potrdi Izvršilni odbor DVS, bo ocenjevala izdelke po naslednjih kriterijih, ki so zapisani v *Pravilniku o podeljevanju priznanj razstavljavcem za dosežke razstavljenih izdelkov na Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije*:

- inovativnost
- kakovost
- oblikovanje izdelka
- tržna zanimivost – zlasti v izvozu
- energetska učinkovitost pri izdelavi in uporabi izdelka
- racionalnost, uporabnost in vzgojni učinek
- okoljska prijaznost izdelka
- dokumentacija v slovenskem jeziku.

Priznanja, ki se podeljujejo v ta namen, so zlata, srebrna in bronasta plaketa ter diplome. Podelitev priznanj se opravi na svečan način, informacijo o podelitvi se posreduje sredstvom javnega obveščanja in objavi v reviji Vzdrževalec. Razstavljaec, ki prejme priznanje, si s tem pridobi pravico uporabe priznanja v predpisani obliki v ekonomsko propagandne namene ter publiciranja nasploh.

Organizacijski odbor 18. TPVS



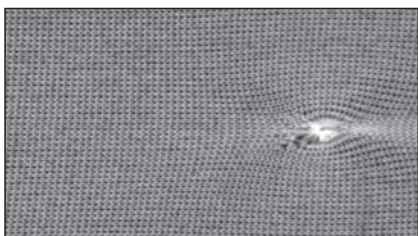
DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS

Odkrivanje napak na kaširanem blagu s strojnim vidom

Andrej PANJAN

Podjetje Wise Technologies, d. o. o., razvija in uvaja napredne tehnologije v industrijo, ki izboljšajo kakovost, pohitrijo proizvodnjo in zmanjšajo stroške proizvodnje izdelkov. Za vsak problem posebej skrbno proučujejo zahteve naročnika, da lahko pravilno dimenzionirajo sistem, izberejo primerno opremo in ocenijo predviden obseg dela.



Slika 1. Napake na kaširanem blagu

V nadaljevanju je predstavljen primer optične kontrole izdelka na neprekinjenem traku proizvodne linije. Je zelo kompleksen in vključuje veliko vloženega znanja s področja strojne in programske opreme sistemov strojnega vida. Enaki ali podobni sistemi so primerni za realnočasovne meritve in kontrolo kakovosti vseh vrst izdelkov na proizvodnih linijah z neprekinjenim ali prekinjenim (korlačnim) delovanjem.

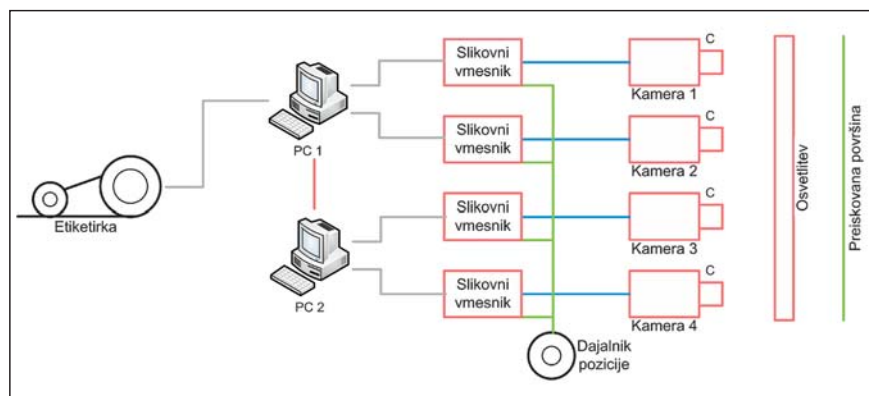
Kaširano blago je sestavljeno iz več plasti in se pridobi s postopkom lepljenja več materialov. Na proizvodni liniji je to neskončni trak, širok od 150 cm do 200 cm, ki potuje s hitrostjo od 15 m/min do 50 m/min. Pregled blaga se opravi po končanem postopku lepljenja, tako da se hkrati lahko odkrije čim večje število napak. Predmet pregleda je spodnja stran kaširanega blaga, kjer je pena različnih odtenkov prekrita z belo mrežico. Napake se lahko pojavijo na mrežici, pod njo ali v njej, so velikosti 1 mm² ali večje, različnih oblik in različnih odtenkov (slika 1). Tipične napake so poškodovana mrežica, nečistoče pod mrežico ali na njej, luknje v peni, gube v

mrežici, madeži in poškodovan rob kaširanega blaga. Celotna inšpekcija se opravi v realnem času, saj se le tako lahko kontinuirano pregleduje površina blaga. Odkrite napake se označijo s kovinskimi etiketami in so potem ustrezno obravnavane.

Potrebno je dimenzionirati primeren sistem, ki zadosti vsem zahtevam. Ker bo sistem deloval v industrijskem okolju, je bila temu primerno izbrana strojna oprema. Problem je elegantno rešljiv s strojnim vidom, ki omogoča hitro brezkontaktno inšpekcijo, tako ni moten sam proces izdelave blaga, kar je še posebej pomembno za izdelavo kakovostnega izdelka. Osnovni funkcionalnosti takega sistema sta seveda zajem slike in njena obdelava, ki pove, ali pregledani del blaga vsebuje kakšno napako. Druga pomembna funkcionalnost je označevanje napak (slika 2).

Nalogo zajema slike opravljajo štiri visokozmogljive industrijske linijske kamere Basler L101k (slika 3). Linijska kamera deluje podobno kot navadna matrična kamera, razlikuje pa se v senzorju, ki ima samo eno linijo slikovnih elementov. Slika se

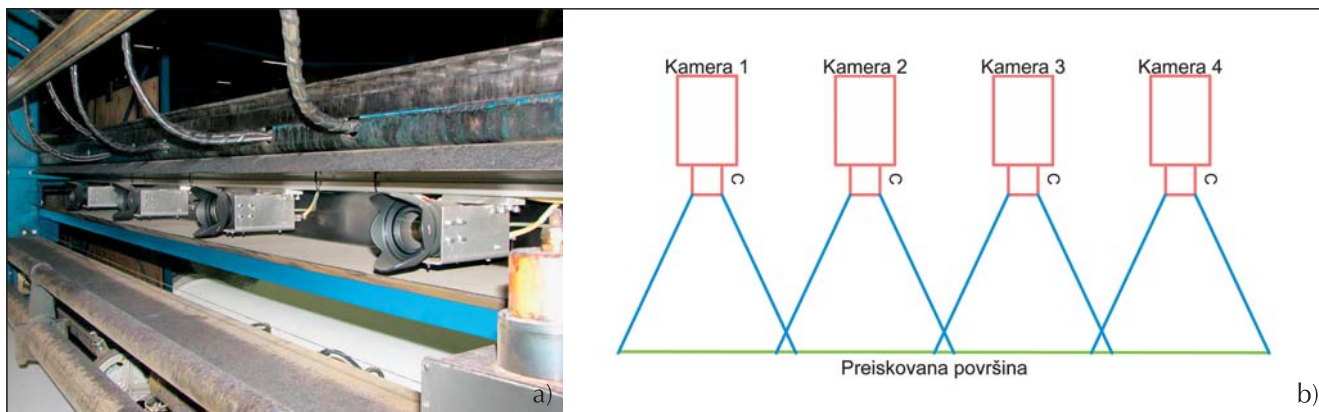
trebno linijo zajeti ob pravem času oziroma na pravem mestu, sicer se lahko pojavijo različna popačenja, kot je stisnjena (prehiter zajem) ali raztegnjena slika (prepočasen zajem). Da se linija zajame na pravem mestu, poskrbi programirljivi dajalnik pozicije, ki na nastavljeni premik generira pulz, ki sproži zajem linije na kameri. Pri takšnem postopku zajema slike, ko se slika sestavlja iz sekvenčno zajetih linij, se pojavi še problem različne ločljivosti v vertikalni in horizontalni smeri. S programirljivim dajalnikom pozicije se ta težava hitro odpravi, tako da se izračuna ločljivost na eni liniji (horizontalna smer) in se nato ustrezno nastavi dajalnik pozicije (vertikalna smer). Uporabljene kamere imajo 2048 slikovnih elementov v liniji. S štirimi kamerami, poravnanimi v eni liniji, se dobi 8192 slikovnih elementov, tako da je ločljivost pri največji širini približno 0,25 mm na slikovno točko. Temu primerno se nastavi tudi dajalnik pozicije, tako da generira pulz na vsak premik za 0,25 mm v pravilni smeri. Pri hitrosti traku 50 m/min je to 3333 pulzov na sekundo, zato mora biti kamera sposobna zajeti 3333 linij na sekundo. Prenos



Slika 2. Zgradba sistema

tako sestavi iz več zajetih linij, kar pomeni, da mora kamera zelo hitro slikati (tipičen čas zajema linije je od 10 do nekaj 100 μs). Ker se blago giblje z različnimi hitrostmi, je po-

podatkov s kamere na računalnik in obratno poteka preko slikovnega vmesnika National Instruments (angl. frame grabber) in serijskega komunikacijskega protokola Camera Link,



Slika 3. Kamere – a in vidna polja kamer – b

ki je bil razvit posebej za potrebe sistemov strojnega vida. Da je odkrivanje defektov kar se da zanesljivo, je potrebno površino vidnega polja kamer homogeno osvetliti. V ta namen je bila razvita posebna osvetlitev, ki zadosti tem zahtevam.

Seveda bi lahko uporabili tudi kamero z 8192 slikovnimi elementi v liniji, vendar bi bilo potrebno to kamero pritrditi na večji razdalji (gabariti proizvodne linije nam tega niso omogočali), kot pa so obstoječe kamere, da bi dobili celotno območje preiskovanja v vidno polje kamere. Z eno kamero bi tako dobili eno sliko, kar bi nekoliko poenostavilo algoritem detekcije defektov in izločilo možnost neprepoznavne defekta, ki se lahko pojavi na območju stikanja vidnega polja dveh kamer. V tem primeru bi bil mejno velik defekt (velikosti približno 1 mm²) na dveh slikah, torej bi bil na vsaki sliki le del objekta. Če bi obdelovali vsako sliko posebej, bi bil defekt na posamezni sliki premajhen in sistem ne bi javil napake. Rešitev je sestavljanje slik ali posebna obravnava defektov na levem in desnem robu ustreznih slik. Obe rešitvi pa zahtevata popolno poravnavo vidnih polj kamer. Tretja rešitev, ki tega ne zahteva, je prekrivanje vidnega polja dveh sosednjih kamer, tako da so mejno veliki defekti vidni na obeh slikah.

Za obdelavo tako velikih slik (4 x 6,8 MB podatkov na sekundo pri maksimalni hitrosti) v realnem času skrbita dva dvojedra računalnika. Čeprav pri današnjih računalnikih 6,8 MB ni veliko, pa je vseeno dobro obdelo-

vati več manjših slik, predvsem zaradi omejitev predpomnilnika, kar obdelavo še nekoliko pohitri. Odkrivanje napak še dodatno oteži nehomogena površina (bela mrežica na temni ali svetli peni), zato je bil posebej za ta problem razvit algoritem, ki je sposoben obdelati takšno količino podatkov v realnem času. Visoka ločljivost, 0,25 mm na slikovno točko (pri minimalnem defektu 1 mm² je to 16 slikovnih elementov), omogoča zanesljivo detekcijo. Algoritem najprej poišče levi in desni rob (na tistih slikah, na katerih se ta pojavi), s tem omeji iskanje defektov na blago, potem pa preišče površino blaga. Dinamično se lahko prilagaja na manjše spremembe v osvetlitvi, ki se kljub kontroliranim pogojem lahko pojavijo v industrijskem okolju. Ko se zazna napaka, se pošlje signal etiketirki (naprava za lepljenje etiket) in ta prilepi etiketo na mesto, kjer je bila zaznana napaka (slika 4). Realnočasovna sinhronizacija računalnikov preprečuje lepljenje več etiket na istem mestu in omogoča vzporedno in odvisno delovanje računalnikov.

Delo z napravo za kontrolo je za uporabnika zelo enostavno. Vse, kar je potrebno narediti, je izbira konfiguracije za tip kaširanega blaga in zagon



Slika 4. Etiketirka

programa. Shranjevanje konfiguracij za različne tipe kaširanega blaga omogoča hiter in enostaven prehod pri menjavi tipov. Na uporabniškem vmesniku so prikazane trenutne slike z vseh štirih kamer in slike zadnjih razpoznanih napak.

Vir: WISE Technologies, d. o. o., Jarška cesta 10 a, 1000 Ljubljana, tel.: 01 541 41 30, fax: 01 541 41 32, e-mail: info@wise-t.com, internet: www.wise-t.com, g. Andrej Panjan, (v sodelovanju s Prevent Lamitex, d. o. o.)

VENTIL
REVIA 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

Frekvenčni pretvorniki Mitsubishi FR-E700

Nova serija frekvenčnih pretvornikov srednjega razreda z izboljšanimi lastnostmi delovanja, ki predstavlja zameno za uspešno serijo FR-E500, bo doživela uradno predstavitev ta mesec na hannovrskem sejmu.



Frekvenčni pretvornik Mitsubishi FR-D700

Družina frekvenčnih pretvornikov obsega modele FR-E720 z enofaznim napajanjem, in modele FR-E740 s trifaznim napajanjem. Serija E700 je namenjena pogonu asinhronskih motorjev moči od 0,4 kW do 15 kW. Oznake modelov temeljijo na nazivnem toku (primer FR-A740-00126). Vsi modeli zagotavljajo trisekundno 200-odstotno tokovno preobremenitev in kar minutno 150-odstotno preobremenitev. Izhodna frekvenca vrtenja motorja je nastavljiva do 400 Hz. Napredna vektorska regulacija pa bo še kako dobrodošla pri težkih pogonih. Frekvenčni pretvornik je načrtovan za velike obremenitve in omogoča nazivno delovanje (obremenitve) tudi pri višjih temperaturah okolice – 50 stopinj. Ena od številnih prednosti je robustna zasnova z velikim hladilnim telesom, ki omogoča namestitve v električni omari tesno drug poleg drugega oziroma namestitve hladilnega telesa izven omare z opcijskim okvirom za vgradnjo.

Vgrajeni algoritem za optimalno vodenje črpalk in ventilatorjev pomeni prihranek električne energije, vgrajena funkcija "flying start" pa

nepogrešljivo funkcionalnost pri pogonih ventilatorjev in črpalk. Aparat je združljiv z varnostnim standardom Safety Stop EN945-1 Cat.3.

Vsi modeli imajo serijsko nameščen USB-priključek za priklop na PC in možnost nastavitve frekvenčnega pretvornika s pomočjo programskega orodja FR Configurator, ki obsega nastavitve in arhiviranje parametrov ter diagnostiko delovanja. Na sprednji plošči aparata se nahaja tudi RS485 priključek za vzpostavitev cenovno najbolj ugodne mreže upravljanja, v katero lahko povežemo do 32 frekvenčnih pretvornikov. Na voljo je tudi dodatna enota za parametriranje, ki omogoča nastavitve parametrov ob izključenem napajanju frekvenčnega pretvornika z možnostjo hrambe treh naborov parametrov in funkcijo "read/write". Velik štirivrstični zaslon z izbiro različnih jezikov in opisom parametra olajša nastavitve.

Na voljo je različna periferna oprema področnih vodil, ki obsegajo Profibus, LonWorks, Can Open, DeviceNet ter



Mitsubishi opcijske kartice

CC-Link. Ker ima že vgrajen zavorni tranzistor, so aplikacije z regenerativno energijo enostavno rešljive s priključitvijo zunanega zavornega upora do moči 15 kW.

Frekvenčni pretvornik ima vgrajenih več inovativnih rešitev, kot so omejevanje navora, funkciji "dancer" in "traverse".

Opcijsko je omogočen tudi bipolarni analogni vhod (-10 do +10 V) za vodenje hitrosti.

Enostavno vzdrževanje bo v veselje vzdrževalnemu osebju. Aparat ne zahteva posebnega vzdrževanja, saj so glavni sestavni deli načrtovani za življenjsko dobo 10 let. V veliko pomoč je lastna diagnostika, ki sama nadzira glavne sestavne dele in vnaprej z opozorilom javi potreben poseg. Eden od primerov je nadzor hitrosti vrtenja ventilatorja, ki sproži alarm, če se njegova hitrost spusti pod določeno raven. Zamenjava ventilatorja je enostavno in hitro opravilo, saj je nameščen nad hladilnim telesom in zlahka dosegljiv brez posega v notranjost aparata.

Nova serija frekvenčnih pretvornikov je dimenzijsko združljiva s prejšnjo, kar pomeni enostavno zamenjavo v omaricah.

V drugi polovici leta pa si obetamo zamenjavo osnovne serije FR-S500 s serijo FR-D700, ki pa po napovedih ne bo več osnovna, saj bodo lastnosti, kot so vektorsko vodenje, vgrajen zavorni tranzistor, vgrajen filter RFI, zelo presegle osnovna pričakovanja. Cena pa bo po zagotovilih izdelovalca ostala primerljiva osnovnemu segmentu.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 513 81 30, 513 81 00, faks: 01 513 81 70, e-mail: anton.acetto@inea.si, <http://www.inea.si>, www.mitsubishi-automation.com/index.html, g. Tone Accetto

 **MITSUBISHI ELECTRIC**
FACTORY AUTOMATION

Vzdrževanje hidravličnih in mazalnih olj – RMF Mini Vac

Voda v olju povzroča veliko škodo, saj pospešuje njegovo staranje, korozijo hidravličnih komponent in njihovo odpoved. Žal lahko škodo, ki jo povzroči voda v hidravličnem sistemu, neposredno pripišemo vodi samo v najakutnejših primerih. Pogosto posvečamo premalo pozornosti vsebnosti vode v oljih. Voda najpogosteje prihaja v hidravlični sistem s kondenzacijo proste vlage v zraku, ki vstopa v rezervoar hidravličnega sistema. Tako se vsebnost vode počasi, a vztrajno povečuje in z njo tudi povzročena škoda.

Podjetje Doedijns Koppen & Lethem iz Nizozemske je predstavilo pod svojo blagovno znamko RMF Filters nov proizvod. RMF Mini Vac je naprava za odstranjevanje proste vode iz hidravličnih in mazalnih olj s pomočjo vakuumске destilacije. Poleg tega pa Mini Vac opravi tudi fino filtracijo s pomočjo 1 mic filtra, ki je vgrajen takoj za vakuumsko komoro.

Njena glavna prednost je, da je celoten proces popolnoma računalniško voden in ne potrebujemo strokovnega znanje za upravljanje. Kot že samo ime pove, gre

za majhno enoto, ki je zaradi svoje cenovne ugodnosti največkrat uporabljena kot namenska enota, ki servisira samo en stroj. Lahko pa se seveda uporabi tudi kot servisna enota, ki se predstavlja s stroja na stroj.

Mini Vac najpogosteje uporabljajo v industrijah, kjer so pogoste težave s prisotnostjo vode v hidravličnih in mazalnih oljih. To so predvsem papirna industrija in hidroelektrarne. Kot servisne enote pa jih uporabljajo tudi podjetja, ki imajo v lasti betonske črpalke, gozdarske stroje, stroje za zemeljska dela in druge hidravlične sisteme, ki imajo vgrajene zahtevne in drage hidravlične komponente.



Vir: *HAWE Hidravlika, d. o. o., Petrovče 225, 3301 Petrovče, tel.: 03 7134 880, faks: 03 7134 888, e-mail: office@hawe.si*

Novo Rexrothovo elektronsko tlačno stikalo PE5

Rexroth predstavlja novo kompaktno elektronsko tlačno in vakuumsko stikalo PE5. Stikalo PE5 je zahvaljujoč trem ergonomsko razporejenim tipkam zelo prijazno za uporabnika in ima veliko variant za priključitev zraka. Velik LCD-zaslon omogoča branje tudi z večje razdalje. Ohišje stikala je narejeno iz plastike in ustreza zaščitnemu razredu IP65. PE5 se lahko uporablja tudi v avtomobilski industriji.

Rexrothovo elektronsko tlačno in vakuumsko stikalo PE5 je dobavljivo v dveh različicah: z dvema digitalnima izhodoma ali z enim digitalnim in enim analognim izhodom. Digitalni vklopni izhod ima možnost preklopa



PNP ali NPN. Njegov analogni signal lahko preklopi med napetostjo (0–10 V) in električnim tokom (4–20 mA). Tlačno elektronsko stikalo PE5 je namenjeno za merjenje relativnega tlaka preko tlačno odpornega tlačnega sensorja in ima tlačno merilo od –1 do 10 bar. Tlak na osvetljenem LCD-ju je prikazan z 11 mm velikimi znaki.

S kompaktnimi zunanji merami 35 x 64 x 33 mm je stikalo PE5 lahko pritrjeno s prilagojenim nosilcem ali na DIN-tračnico. Stikalo PE5 je lahko dodatno kombinirano z Rexrothovo serijo pripravnih grup AS ali NL. Privijači se z dvovijačnikom. Glede na verzijo tlačnega stikala je lahko

dovod zraka s hitrim priključkom Ø4 mm ali z notranjim navojem G1/4" na spodnjem delu ohišja.

Mogoč je prikaz številnih funkcij – od spreminjanja tlaka do histereze.

Prikaz na zaslonu se da hitro in enostavno aktivirati s tremi velikimi gumbi. Preden je nastavljen preklopni tlak, vidimo na zaslonu trenutni tlak v sistemu. Nastavljeni tlak je viden v spodnjem delu zaslona, preklopni

izhodni signali pa v zgornjem.

Vir: LA & Co., d. o. o., Limbuška cesta 42, 2000 Maribor, tel.: 02 42 92 660, faks: 02 42 05 550, e-mail: info@la-co.si, www.la-co.si, g. Gregor Topler

Sušilnik komprimiranega zraka serije IDFA

Ker je kakovost komprimiranega zraka za delovanje pnevmatskih sistemov v proizvodnji ključnega pomena, je koncern SMC za razvlaževanje komprimiranega zraka razvil sušilnik serije IDFA.

Sušilnik deluje na principu ohlajanja dovedenega zraka na 3 °C. Pri tem se iz zraka izloči kondenzat, nakar se zrak pri potovanju skozi izmenjevalnik toplote pred izhodom iz sušilnika ponovno segreje. Različne velikosti sušilnikov omogočajo pretoke zraka od 122 do 822 m³/h, s priključno mero od R3/8 do R2. Sušilnik deluje pri



omrežni napetosti 230 V AC, 50 Hz in je izdelan skladno s predpisi EU (CE-certifikat). Zaradi kompaktne izvedbe ga je mogoče enostavno vgraditi. Zato je še posebej primeren za uporabo v posamičnih proizvodnih linijah.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, fax: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, internet: www.smc.si



www.smc.si

SMC

SMC Industrijska avtomatika d.o.o.
Mirnska cesta 7, 8210 TREBNJE
Tel.: 07 3885 412, Faks: 07 3885 435
E-pošta: office@smc.si

Želja:

Vse sestaviti čim enostavneje

Uresničena:

Enostavna in hitra
montaža osi z
električnimi in
pnevmatskimi pogoni

camoLINE sistem za strego iz Rexrotha

CamoLINE modularni sistem vsebuje po želji kupca izbrane elemente za sestavo kompleksnih sistemov za strego. Montaža s pomočjo posebej razvitega sistema spsjanja postane otroška igra. Standardizirani pritrditveni deli omogočajo poljubno gradnjo natančnih in zmogljivih sistemov, sestavljenih iz električnih ali pnevmatskih osi, prijemal, rotacijskih enot, linearnih sani, ... Enostavna pot do individualnih rešitev, značilno za Bosch Rexroth



Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo

LA & Co d.o.o.

Limbuška 42, 2000 Maribor

TEL.: +386-(0)2/42-92-660

FAKS: +386-(0)2/42-05-550

www.la-co.si

www.boschrexroth.com

Robotizirana celica na montažni liniji za sestavljanje koračnega motorja

Brane ČENČIČ, Miha NASTRAN

Podjetje **Domel, d. d.**, je na avtomobilskem trgu prisotno že od leta 2003, ko so začeli s proizvodnjo koračnih motorjev za regulacijo položaja avtomobilskih žarometov. Novi projekti na področju koračnih motorjev gredo v smeri miniaturizacije, cenovne optimizacije ter večje zmogljivosti. Prav zato uvajajo nove tehnologije izdelave sestavnih delov (brizganje magnetnih materialov, zabrizgovanje kovinskih prevodnikov magnetnega polja) kot tudi nove tehnologije montažnih procesov (lepljenje, ultrazvočno varjenje, uporaba robotov ...). Prav v zvezi z montažo se srečujejo z novimi problemi, saj starejše polavtomatične montažne linije niso več ustrezne, ker nimajo ustrezne kapacitete in ne zadovoljujejo visokih zahtev po kakovosti izdelkov.

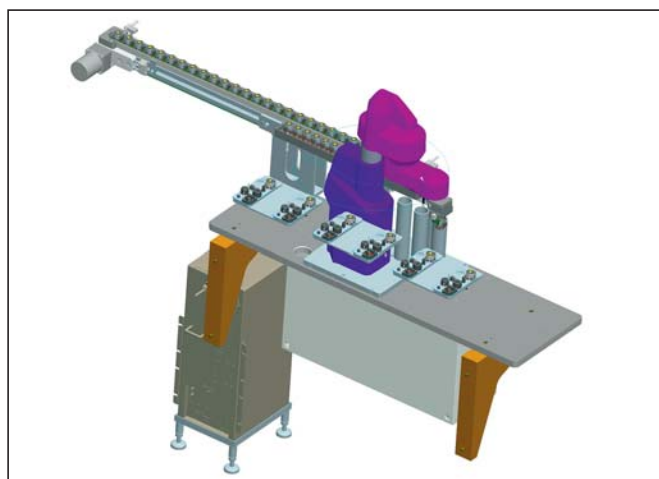
Podjetje Domel bo tako izdelalo popolnoma avtomatizirano montažno linijo, kjer bo za oskrbo in upravljanje zadostoval le en delavec. Pomembno vlogo pri sestavi motorja in zagotavljanju izdelkov brez napak, izvajanju 100-odstotne kontrole bo imela robotizirana celica, (slika 1). Njena naloga je izvajanje zaključne operacije sestave motorja in izvajanje kontrole kakovosti končnega izdelka. Z avtomatizacijo tega dela procesa se v prvi vrsti izloči možnost vpliva človeškega faktorja na kakovost izdelkov. Robot bo izvedel več operacij, ki jih bo opravil bistveno hitreje, kot bi to naredil človek.

Za ta namen bo uporabljen najnovejši robot proizvajalca Stäubli (slika 2).

To je štiriosni robot SCARA, tip RS 20, ki je najmanjši in najhitrejši robot, kar jih je trenutno mogoče dobiti na trgu. Ker za vgradnjo potrebuje zelo malo prostora, je zelo primeren za tako imenovano »tabletop« avtomatizacijo. Doseg robota je 220 mm, nosilnost pa do 1 kg. Hitrost prve in druge osi je 867 %/s, tretje osi 580 %/s, četrte osi pa kar 2 500 %/s. Pri tem je točnost robota +/-0,01 mm.

Kot pri ostalih robotih Stäubli so tudi pri tem vse električne in pnevmatične instalacije kot tudi vsi pogoni vgrajeni v notranjosti. Za možnost priključka prijemala so iz podnožja robota do prirobnice na četrty osi v notranjosti inštalirani: štirje pnevmatični priključki, 6 električnih izhodov ter izhodni signali za možnost krmiljenja dveh pnevmatskih ventilov. Povezava med pinolo in orodjem – prijemalom – se izvede s pomočjo posebnega priključnega konektorja, tako za pnevmatske kot elektro-priključke (slika 3).

Za ta robot je bil izdelan prilagojen krmilnik serije CS8, in sicer CS8C M, velikosti hišnega računalnika. Kljub svoji majhnosti omogoča



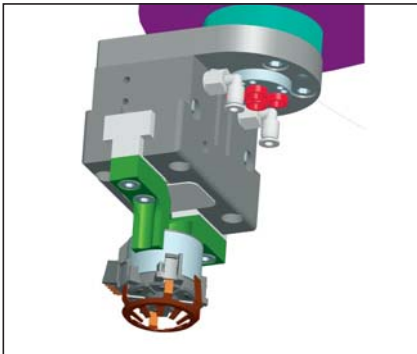
Slika 1. Del montažne linije z robotizirano celico

enake možnosti kot ostali krmilniki omenjene družine: komunikacijo z okoljem preko digitalne I/O-kartice, povezave Feldbus (Profibus, ModBus



Slika 2. Robot RS 20 (www.staubli.de)

...), povezavo Ethernet. Omogoča 64 MB delovnega prostora na disku. Programski jezik je enak kot pri ostalih robotih Staubli, in sicer programska oprema VAL3.



Slika 3. Koračni motor v prijemu robota

Koračni motor je sestavljen iz osmih polizdelkov. Za strego med posameznimi delovnimi mesti se uporablja linearni transporter s paletami. Na predhodnih delovnih mestih se motor sestavi do zaključne operacije, ki jo izvede robo-

tizirana celica. Vsako delovno mesto ima vgrajen diagnosticirni sistem, ki zagotavlja 100-odstotno kontrolo izdelkov. Posamezni podatki se, preko bralno-pisalne glave, zapišejo v spominski blok nosilne palete izdelka. Robot preko spominske enote prejme podatke, če so predhodne operacije izvedene v zahtevani kakovosti. Ob ustreznosti sestava robot izvede montažo zaskočne vzmeti. Kontrolirata se prisotnost in pravilnost pozicije vgrajene vzmeti na motorju. Ustrezen izdelek robot odloži na odlagalno progo, ki končne izdelke transportira na mesto za pakiranje. V primeru ugotovljene napačno izvedene delavne operacije se nadaljnji proces sestavljanja motorja ustavi. Neustrezen sestav ostane na nosilni paleti vse do robotske celice, kjer ga robot izloči v izmetno odložišče.

Izdelava te montažne linije je še en prispevek k uvajanju avtomatizacije proizvodnih procesov v Domelu. Pri

tem se potrjujeta trend in smer razvoja na tem področju. V vedno večji meri se v te namene uporabljajo robotika in sistemi nadzora, ki zagotavljajo sledljivost proizvodnega procesa.

Ena izmed pomembnih zahtev, ki jo je potrebno izpolnjevati, če podjetje želi obstati na zahtevnem trgu avtomobilске industrije, je prav proizvodnja brez napak. Vzpostavljen mora biti proizvodni proces, ki bo zagotavljal 100-odstotni nadzor kvalitete izdelkov. To lahko dosežemo z avtomatizacijo procesa, ki omogoča visoko zanesljivost, kratke proizvodne čase in kakovost. Le tako je mogoče doseči konkurenčnost na trgu tudi v primerjavi s konkurenco z vzhoda.

Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 51 17 358, faks: 01 51 17 357, e-mail: brane.cencic@domel.si, internet: www.domel.com, g. Brane Čenčič, dr. Miha Nastran



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

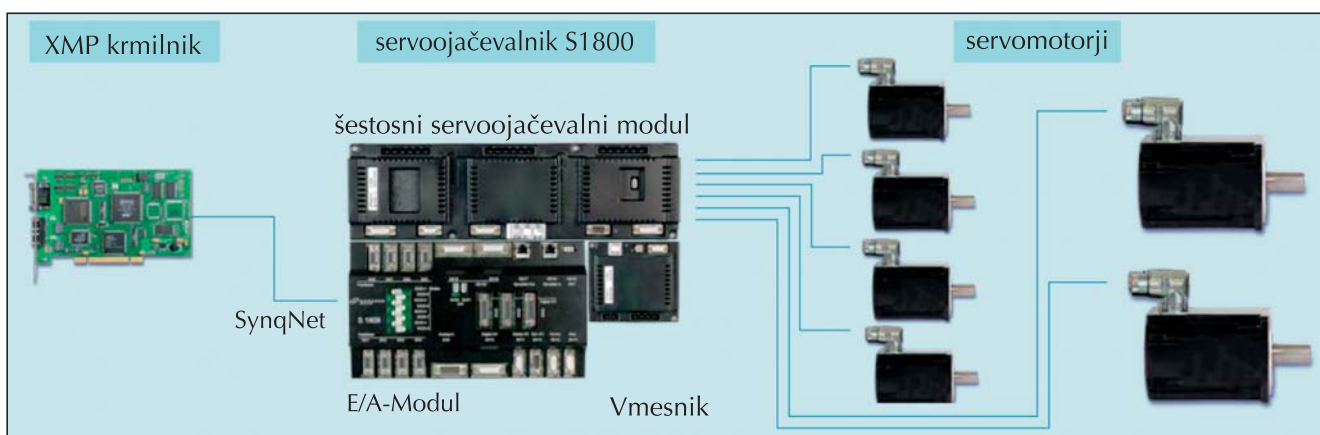
Servostar – digitalni industrijski pogoni

Iztok KLEMENC

Podjetje *Danaher Motion* izdeluje servoojačevalnike z visoko zmogljivo tehnologijo, visoko natančnostjo in majhnimi močmi.

Servostar je sistem, ki ga sestavljajo XMP-krmilnik (controller), večosni servoojačevalniki in servomotorji (slika 1). V proizvodnem programu je

tako za posamezne zahteve uporabe celotna družina servoojačevalnikov: S 200, S 300, S 400, S 600 in S 700 (tabela 1).



Slika 1. Povezava šestosnega ojačevalnika s servomotorji

Tabela 1. Servoojačevalniki in karakteristike

Servoojačevalnik	Prikaz	Značilnosti
S 200		Sestavljen je iz servoojačevalnika S 200 in motorja AKM podjetja Kollmorgen. Je prvi popolnoma digitalni industrijski pogon z regulatorjem vrtilne frekvence 800 Hz, kar zelo olajša optimiranje sistema. Visoka ločljivost povratnega signala (24 bit) in frekvenčni pas 3 kHz–5 kHz tokovnega regulatorja omogočata enakomerne gibe v kratkih časovnih intervalih, s čimer se zmogljivost sistema zelo poveča.
S 300		S 300 je kompaktnější. Dodatki kot filtri in dušilke pri vodih do 25 m niso potrebni. Ob vgradnji kompatibilne opsijske kartice SERVOSTAR 600 pa se sposobnost SERVOSTARJA 300 zelo poveča.
S 400		Novi večosni sistem S 400 odlikujejo majhne dimenzije, velika zmogljivost in nizke cene. Je celovit sistem s servoojačevalnikom, motorjem in konfencionirami kabli in popolnoma kompatibilen z S 600.

<p>S 600</p>		<p>Primeren je za vsa področja uporabe. Ima vse prednosti digitalne tehnike, kot so: visoka prilagodljivost strojne in programske opreme, enostavna uporaba in večfunkcionalnost že v standardni izvedbi.</p>
<p>S 700</p>		<p>Temelji na arhitekturi S 300, ima tudi enak procesor. Ojačevalnik je zasnovan posebej za zahtevne pogonske naloge. Opcija: spominska kartica MMC, ki omogoča varovanje in kopiranje Firmware in parametričnih stavkov. Ima vgrajen priključek Ethernet in varno zaustavljanje.</p>

Servostar ojačevalniki so zanesljivi in cenovno ugodni. Pogoni so primerni za vse veje industrije, tudi v farma-

cevtski in lesni industriji. Informacije tudi na: <http://www.danahermotion.com/>

Vir: *INOTEH, d. o. o., Ruška cesta 34, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: (0)2 6730 136, fax: (0)2 66 5 2081, ik@inotech.si, www.inotech.si, g. Iztok Klemenc*



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

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
- detajlni 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





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

LPKF Laser & Elektronika d. o. o.

- inovativne laserske tehnologije za svet elektronike in mehatronike

Bojan ZALAR

LPKF Laser & Electronics AG je tehnološko napreden koncern, ki z inovativnimi pristopi in obširnimi industrijskim znanjem razvija nove, predvsem laserske tehnologije in naprave za področje elektronike in mehatronike. Več kot 30-letna zgodovina podjetja se je začela z alternativno izdelavo tiskanih vezij s pomočjo rezkanja, kjer je LPKF še vedno vodilni proizvajalec naprav za prototipno večslojno izdelavo tiskanih vezij. Danes je podjetje usmerjeno v dvo- in tridimenzionalno obdelavo nosilcev povezav (klasični TIV, flex, 3D MID), razrez in opremljanje vezij ter v spajanje plastike, izdelavo solarnih celic, vrhunskih preciznih pogonov in merilnih instrumentov.



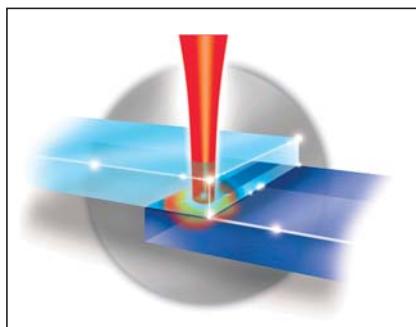
Slika 1. Poslovna stavba LPKF d. o. o., na Polici pri Naklem

LPKF Laser & Elektronika d. o. o., je eno od proizvodnih in razvojnih jeder koncerna, ki zagotavlja večino produktov na področju PCB Rapid Prototypinga in diodno črpanih laserskih virov, ki so sestavni del večine laserskih produktov, vključno z najnovejšimi laserji za obdelavo substratov pri proizvodnji solarnih celic.

Lasersko varjenje polimerov poteka predvsem kot varilni proces "through-transmission". Večina termoplastičnih

polimerov je optično transparentnih za vidno in bližnjo infrardečo svetlobo, tako omogoča laserskim žarkom neoviran prehod do mesta spoja. Drugi material mora biti obarvan, tako lahko absorbira IR-svetlobo, kar povzroči potrebno segrevanje in posledično tal-

jenje obeh materialov in s tem želeni spoj (slika 2). Tehnologija varjenja

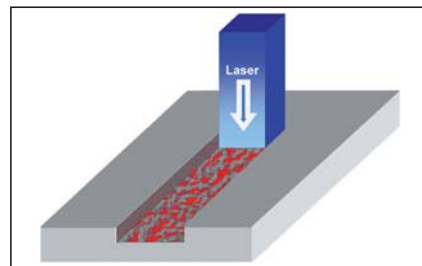


Slika 2. Princip laserskega varjenja

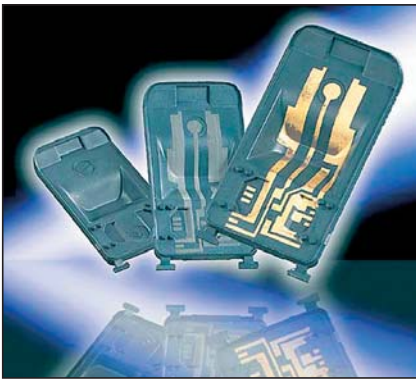
omogoča tako spajanje drobnih delov s pomočjo skenirne glave, kot tudi velikih delov s konturnim vodenjem laserskega žarka. Lasersko varjeni spoji so trdni in dobro tesniji (npr. IP67), pri postopku varjenja mikrodelci ne nastajajo (ultrazvočno varjenje) in ni prekomernega razlivanja stopljenega materiala. Najpogosteje se uporabljajo v avtomobilski industriji in medicini.



Slika 3. Primer lasersko zvarjenega izdelka



Slika 4. Princip laserske aktivacije



Slika 5. Ponazoritev treh faz izdelave 3D-vezja: brizgani odlitek pred lasersko aktivacijo, po njej in po bakrenju/zlatenju

Lasersko strukturiranje 3D – ideja o uporabi ohišja za osnovne električne povezave ni nova. Tehnologija 3D-MID (Molded Interconnect Device) omogoča, da vloga električnih

je lahko skromnemu zapisu sledljivostnih oznak ali ličnim grafičnim zapisom na končni izdelek (slika 7). Priprava podatkov poteka v priloženem programu ali pa se uvozi programu preko grafičnih vmesnikov

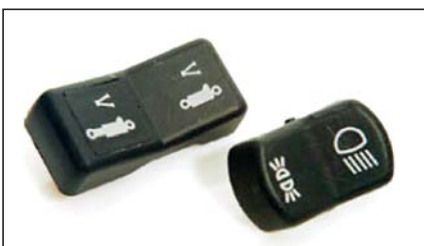


Slika 6. Antena mobilnega telefona, izdelana v tehnologiji 3D-MID

iz drugih CAD. Program omogoča tudi datumsko kodiranje, avtomatsko generiranje, generiranje serijskih oznak ali branje podatkov z vmesnika. Izpis poteka neposredno s pomočjo progra-

- ProtoLaser, ta se uporablja predvsem za hitro in učinkovito strukturiranje RF in mikrovalovnih vezij,
- družina laserjev MicroLine, namenjenih vrtnanju mikrovij, obdelavi fleksibilnih vezij, razrezu opremljenih vezij (depaneling) in vrtnanju ter rezanju keramičnih substratov,
- družina laserjev StencilLaser, ki je v svetu prevladujoče orodje za izdelavo kovinskih šablon SMT.

Laserske tehnologije oziroma obdelave se uveljavljajo na različnih področjih človekovega delovanja in ustvarjanja. V industriji velikokrat nadomestijo ekološko obremenjujoče kemične obdelave, mehansko zahtevne ali za material obremenjujoče obdelave, pripeljejo do povsem novih rešitev, storitev in izdelkov ter so energetsko varčnejše.



Slika 7. Primeri laserskega označevanja: odstranjevanje barve s transparentnih gumbov, zapis oznake na karbidnem orodju in zapis tehničnih podatkov na plastičnem ohišju

povezav in tudi elektronskega vezja prevzame brizgani termoplastični polimer skoraj poljubne oblike. Tako v eno komponento združene mehanske in električne funkcije pomenijo prihranek prostora, zmanjšanje teže in stroškov. Osnovni material je termoplastični polimer z dodanim kovinsko-organskim kompleksom. Tehnologija brizganja polimernega mehanskega dela ostane nespremenjena, sledi pa laserska obdelava oz. strukturiranje vezja (slika 4), vključno z vrtnanjem prevodnih vij – LPKF-LDS® (Laser Direct Structuring). 3D-vodeni laserski žarek aktivira neprevodne dodatke, ki omogočajo, da se v nadaljnjih galvanskih procesih nanese baker in zelena zaščita, enako kot na tiskana vezja. Lasersko strukturiranje poteka z **laserjem LPKF MicroLine 3D**.

Lasersko označevanje je sodobna brezkontaktna tehnologija trajnega označevanja izdelkov. Namenjeno

ma, kar omogoča veliko prilagodljivost pri generiranju izpisov. Izdelava laserskega zapisa je brezkontaktna, orodja se ne uporabljajo, zato se tudi ne obrabljajo. Za zapis nista potrebna ne uporaba barve ne klišēja, diodno črpan laserski vir pa ne potrebuje vzdrževanja. Posamezen zapis je tako cenovno zelo ugoden. Opcija **Marking on the fly** oziroma lasersko označevanje v preletu omogoča atraktiven in trajen zapis pomembnih podatkov o produktu, simbolov ali podatkov za sledenje, medtem ko produkti brez zaustavljanja potujejo po tekočem traku pod lasersko skenirno glavo. Laserski sistem je mogoče integrirati v obstoječo proizvodnjo linijo, ga povezati s standardnim tekočim trakom (slika 8), ali pa ga uporabiti skupaj z varnostnim ohišjem kot samostojno univerzalno markirno enoto.

Poleg opisanih laserskih tehnologij so del tradicionalnega laserskega programa tudi:



Slika 8. LPKF MarkLine – laserski markirni sistem s tekočim trakom

Več informacij: LPKF, d. o. o., Polica 33, Naklo, tel.: 059 208 800, www.lpkf.si, www.lpkf.com, www.laserquipment.com, g. Bojan Zalar

Viri: Dokumentacija LPKF, www.lpkf.com, www.laserquipment.com

LE-TEHNIKA
**VSE ZA HIDRAVLIKO
 IN PNEVMATIKO**

**ODGONI ZA
 KAMIONE**

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

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

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

Nove knjige

[1] Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., Heald, Ch. C.: **Pump Handbook** (4. izdaja) – Uveljavljeni priročnik o konstruiranju in uporabi črpalk (prva izdaja že leta 1976) so avtorji temeljito predelali in dopolnili. Obravnava vsa pomembna vprašanja izbire, nakupa, vgradnje, uporabe in vzdrževanja (vključno z iskanjem napak) črpalk. Na novo so obravnavane centrifugalne črpalke, njihove mehanske lastnosti, tokovna analiza, ležaji, krmiljeni pogoni, hidravlični udari in uporaba (vključno s kriogeniko). Prenovljena so tudi poglavja o teoriji, tesnjenju, problemih sesanja idr. – *Zal.:* McGraw-Hill, Two Penn Plaza, New York, NY 10121, USA; 2008; *ISBN:* 978-0-07-146044-6; *obseg:* 1632 strani; 1150 slik; *cena:* 150,00 USD.

[2] Kutz, M. (ed.): **Environmentally Conscious Mechanical Design** – Prva v seriji knjig o vprašanjih trajnostnega razvoja (glej objavo v posebni alineji tega seznama: Nove knjige na kratko) koncizno obravnava številna vprašanja in razumevanja konstruiranja (strojev in naprav) ob upoštevanju zahtev ekologije oz. trajnostnega razvoja. Med pomembnimi temami so: optimalno konstruiranje, konstruiranje za okolje; navodila, metode in orodja; zahteve glede trajnosti, reverzibilne tehnike konstruiranja ipd. – *Zal.:* John Wiley & Sons Inc., 111 River St., Hoboken, NJ 07030-5774; 2007; *ISBN:* 978-0-741-72636-4; *obseg:* 408 strani; *cena:* 120,00 USD.

[3] Yoon, M. S., Warren, B., Adam, S.: **Pipeline systems Automation & Control** – Zadnja med monografijami o cevovodni tehniki obravnava metode nadzora in krmiljenja varnosti in učinkovitosti sodobnih cevovodnih sistemov. Avtorji predstavljajo izčrpen pregled različnih metod in tehnik avtomatizacije z obravnavo projektiranja, implementacije in

delovanja avtomatiziranih cevovodnih sistemov. – *Zal.:* ASME Press, Three park Ave., New York, NY 10016-5990, USA; 2007; *ISBN:* 0-7918-0263-9; *obseg:* 450 strani; *cena:* 125,00 USD (člani: 100,00 USD).

Nove knjige na kratko

[1] Johnson, J.: **Basic electronics for hydraulic motion control** (osnove elektronike za hidravlične pogoje); *zal.:* Hydraulics & Pneumatics (naročilo pri: IDAS Engineering, tel.: (877) 432-7364); *obseg:* 438 strani; *cena:* 39,95 USD.

[2] Johnson, J.: **Lexicon – Electrohydraulics and Motion Control** – (Leksikon – Elektrohidravlika in krmiljenje gibanja); *zal.:* Hydraulics & Pneumatics (naročilo pri: IDAS Engineering, tel.: (877) 432-7364); *obseg:* več kot 70 gesel; *cena:* brezplačno, ob naročilu knjige: Basic electronics ...

[3] Kutz, M. (ed.): **Best Practices in Sustainable Engineering – The Wiley series in Environmentally Engineering** – Založba Johna Wileyja je v uredništvu Kutza Mayerja izdala serijo petih knjig z izčrpno obravnavo vprašanj trajnostnega razvoja. Na voljo so naslovi:

- *Transportation* (Transport),
- *Alternative Energy Production* (Pridobivanje alternativnih energij),
- *Mechanical Design* (Konstruiranje),
- *Manufacturing* (Izdelava),
- *Materials and Chemicals, Processing* (Materiali in kemikalije, procesiranje).

Posamezna knjiga podrobno obravnava vprašanja ekologije, povezana z vsebino področja v naslovu. Več informacij dobite na spletnem naslovu: wiley.com/go/ece ali na telefonu: + 1-877-762-2974.

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] www.boschrexroth-us.com/diversions – [e-zabava] – Ameriška veja firme *Bosch Rexroth Corp.* na svojih spletnih straneh omogoča »online« zabavo tudi inženirjem. Zamisel poskuša prikazati zabavno stran profesionalne tehnike. Vključena so področja, kot so: glasba, video in humor na delovnem mestu. Začelo se je z nagradnim razpisom *Boscha* in se razvilo v zabavni hit *Rexrothove* javnosti, ki obsega delavce in kupce.
- [2] www.hydraulicspneumatics.com – [Osnove fluidne tehnike na spletnih straneh] – Prvi e-knjigi *Osnove fluidne tehnike* (Fluid Power Basics – FPB), objavljene na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics*, je uveljavljeni strokovnjak iz industrije B. Trinkel sedaj dodal še drugo z naslovom *Razlaga fluidnotehničnih vezij* (Fluid Power Circuits Explained – FPCE).

FPB obsega 22 poglavij, ki obravnavajo osnove in sestavine fluidne tehnike, vključno s simboliko risanja shem ter vprašalnikom za preverjanje znanja na koncu vsakega poglavja. Knjigo začenja z osnovnimi načeli delovanja pnevmatičnih in hidravličnih naprav ter nadaljuje s tolmačenjem fizikalnih zakonitosti njihovega delovanja. V dodatnem poglavju pa so podrobneje obdelane vrste in lastnosti hidravličnih tekočin.

FPCE pa obsega 23 poglavij in je namenjena tistim, ki že obvladajo osnove fluidne tehnike, želijo pa spoznati tudi značilna vezja in načine njihove uporabe. Nova poglavja se na zgornjem spletnem naslovu pojavljajo vsakih nekaj tednov. Izkoristite jih in razširite svoje znanje.

- [3] www.hydraulicspneumatics.com/groupee – [Forum fluidne tehnike H & P] – Spletni forum fluidne tehnike revije *Hydraulics & Pneumatics* je lahko vaša odlična »on-line« pomoč pri reševanju različnih vprašanj snovanja, uporabe in vzdrževanja hidravličnih in pnevmatičnih naprav. Trenutno je registriranih že prek 550 uporabnikov.

- [4] www.sauer.danfoss-plus1.com.html – [Navodilo za e-izobraževanje] – Firma *Sauer-Danfoss* na svojih spletnih straneh ponuja možnost e-izobraževanja s pomočjo njihovega programskega paketa *GUIDE (Graphical User Integrated Development Environment) Training Online*. Paket omogoča samovodenje korak za korakom z enostavno uporabo navodil za iskanje. *GUIDE* je zasnovan za uporabo s tovarniškimi mikrokrmilniki PLUS + 1, moduli I/O in naborom sestavin, vključno s črpalkami, motorji, ventili, krmilnimi palicami in grafičnimi postajami. Izobraževalne izkušnje obsegajo štiri stopnje: uvod, programiranje, napredno programiranje in virtualni laboratorij. Poskusite na zgornjem spletnem naslovu!

Opravičilo

Firma MOTOMAN Robotec, d. o. o., ki je uspešno realizirala projekt, o katerem je napisal članek dr. Tomaž Perme in ga kot izvorni prispevek objavil v reviji IRT3000, št. 9, se avtorju iskreno opravičuje, ker je ta članek brez avtorjevega dovoljenja objavila še v reviji VENTIL, št. 14/2008/1, z naslovom »Visoko produktivna robotska celica za varjenje v avtomobilski industriji«.

Nova verzija simulacijskega paketa SIMULATION X

Podjetje *ITI GmbH* je nedavno na srečanju uporabnikov v Dresdnu predstavilo novo verzijo simulacijskega programskega paketa *Simulation X 3.0*, ki omogoča kompletno platformo za načrtovanje, modeliranje, analiziranje pri razvoju in optimiranju mehatronskih sistemov na temelju najnovejših postopkov modeliranja in izračunavanja.

Virtualno preskušanje s *Simulation X*, variantni izračuni in študije parametrov omogočajo drastične prihranke časa in stroškov pri razvoju mehatronskih sistemov. Številne možnosti simuliranja modelov in integralnih analiz, ob intuitivnih konceptih strežbe, nudijo številne prednosti pri praktični inženirski uporabi. Simulacije sistemov za njihovo zanesljivo vrednote-

nje, npr. pri zagotavljanju določenih tehničnih lastnosti izdelkov, se lahko izvajajo hitro in enostavno, z zeleno natančnostjo modeliranja.

Z verzijo 3.0 se ob dodatnih 30 obsežnih modelnih bibliotekah *Simulation X* za različna področja mehanike, pogonske in fluidne tehnike, elektronike, magnetike in regulacijske tehnike lahko uporabljajo tudi modeli in biblioteke *Modelika*. Integrirani *Simulation X – Type Designer* omogoča prilagodljivo razširjanje razpoložljivih in enostavno oblikovanje novih modelov. Z operacijskim paketom *Simulation X – Code expert* se lahko generirajo C-kode in vključijo v procese nadaljnega razvoja izdelkov. Nove rešitve za reševanje in analize v časovni ali frekvenčni domeni pomembno

razširjajo uporabnost *Simulation X*.

ITI je prvič predstavil tudi možnosti virtualnega prvega zagona kompletnih strojev in naprav s pomočjo *Simulation X 3.0*, vključno z mehanizmi, hidravliko in pnevmatiko.

Na voljo so tudi ustrezni vmesniki za programske krmilnike in procesno strojno opremo, ki omogočajo preskušanje krmilja oz. krmilnih programov v povezavi z virtualnimi modeli strojev – naprav.

Dodatne informacije dobite na internetnem naslovu: www.simulationx.com; www.iti.de.

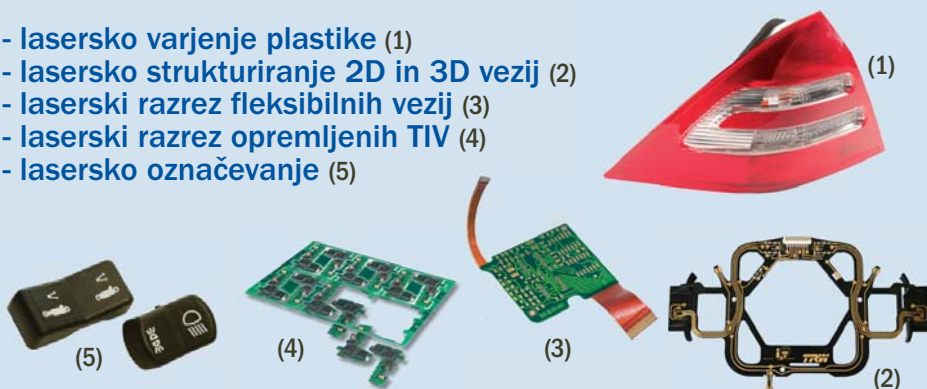
Po O + P 51(2007)11–12, str. 628
pripravil A. Stušek

PRIHRANITE!

POSPEŠITE svojo proizvodnjo in
IZBOLJŠAJTE svoj izdelek
 z uporabo sodobnih tehnologij:

www.lpkf.si

- lasersko varjenje plastike (1)
- lasersko strukturiranje 2D in 3D vezij (2)
- laserski razrez fleksibilnih vezij (3)
- laserski razrez opremljenih TIV (4)
- lasersko označevanje (5)



Nudimo: tehnologijo, rešitve, storitve in opremo!

Pokličite nas na tel. št. 0592 08 800 ali pišite na prodaja@lpkf.si. Naš naslov: Polica 33, 4202 Naklo

LPKF
 Laser & Elektronika

Izračuni pnevmatičnih vodov

Na Tehniški univerzi v Rigi (RTU) so razvili nov računalniški model in programski paket za izračune pnevmatičnih vodov ter izdali priročnik (v angleščini) z naslovom Calculation of Pneumatic Conduits.

Za izračune pnevmatičnih vodov so na voljo trije računski modeli. Že dalj časa sta poznana in v uporabi izotermični model in model iztekanja stisnjene zraka. Oba se uporabljata tudi za ročne izračune. Izotermični model je pri tem primernejši za natančne izračune dolgih cevovodov s počasnejšimi tokovi, medtem ko je za izračune kratkih cevovodov s hitrejšimi tokovi primeren tudi model iztekanja.

Novejši, tretji adiabatni model pa je matematično zahtevnejši in zato manj primeren za ročne izračune. Z druge strani pa omogoča najboljšo primerjavo dejanskih razmer v cevovodu poljubne dolžine in z različnimi hitrostmi pretakanja. Za računalniške izračune je zato ta model najprimernejši. V priročniku je teoretično utemeljen in opremljen z navodili za uporabo.

Podrobnejše informacije so na voljo na naslovu: Riga Technical University (RTU), Faculty of Mechanical Engineering, prof. Peteris Lielpeters, Ezermalas iela 6, LV-1006 Riga, Latvija; faks: ++ 371-670-897-52, e-pošta: peteris.lielpeters@rtu.lv

*Po O + P 52(2008)1–2, str. 10
 pripravi A. Stušek*

Seznam oglaševalcev

ALBATROS – Marija Pivk s. p., Logatec	97	Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	199
BASIC, d. o. o., Ljubljana	127	ISKRA MEHANIZMI, d. d., Lipnica	97
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	132	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	119
DAX, d. o. o., Trbovlje	179	KLADIVAR, d. d., Žiri	98
DOMEL, d. d., Železniki	191	LA & Co, d. o. o., Maribor	189
DVS, Ljubljana	183	LAMA, d. d., Dekani	97
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	121	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	196
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	193	LPKF, d. o. o., Naklo	199
FESTO, d. o. o., Trzin	97,200	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	97
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana	112	MIKRON, d. o. o., Ig	149
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	100	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	115
HIB, d. o. o., Kranj	123	OLMA, d. d., Ljubljana	97
HYDAC, d. o. o., Maribor	105	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	97,108
HYPEX, d. o. o., Lesce	164	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	97
HYPOS, d. d., Muta	157	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	132
ICM, d. o. o., Celje	123,173	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	182
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	97	SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Trebnje	97,188
INEA, d. o. o., Ljubljana	97		

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