



OPL

FESTO

HYDAC

SMC

NORGREN

Parker

LAMA
Automation

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

albaros
tehnično svetovanje, projektiranje in izdelava strojev

DU PONT

The miracles of science™

- Intervju
- Ventil na obisku
- Novi koncepti sedežnih ventilov
- Analiza mehanskega odziva ohišja elektromagneta
- Simulacija vožnje bojnega vozila
- Sistem za detekcijo ovir
- Sledljivost v proizvodnji
- Hitra izdelava v fluidni tehniki

www.olma.si



industrijska

olja in maziva

Proizvodni program:

hladilno mazalna sredstva, sredstva za hladno preoblikovanje, sredstva za antikorozijsko zaščito, olja za termično obdelavo, mazalne masti, olja za posebne namene, razmastilna sredstva, pomožna sredstva za gradbeništvo, hidravlične tekočine, maziva in tekočine za motorna vozila, olja za zobniške prenosnike, svetovanje in ekologija



OLMA
LUBRICANTS

Impresum	413	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	413	Stanje pnevmatike v Evropi in Sloveniji	430
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	414	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	420	Hypex, d. o. o., Lesce	434
■ ALI STE VEDELI	483	■ HIDRAVLIČNA KRMIJKA	
Seznam oglaševalcev	498	Björn <i>ERIKSSON</i> , Jonas <i>LARSSON</i> and Jan-Ove <i>PALMBERG</i> : Nov koncept ventila z dodatnim Valvistorjevim sedežnim ventilom	438
Znanstvene in strokovne prireditve	437	■ HIDRAVLIČNI VENTIL	

Naslovna stran:

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	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 SI-8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	Titus+Lama+Huwil LAMA, d. d., Dekani Dekani 5, 6271 Dekani Tel.: + (0)5 66 90 241 Fax: + (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje T: +386 3 898 57 50 F: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22	DuPont Intl. S.A. 2, Chemin du Pavillon 1218 Le Grand Saconnex, Geneva Switzerland Tel: +49 6172 87-1297 Fax: +49 6172 87-1266 Mobil: +49 170 915-8742
SMC Industrijska avtomatika, d. o. o. Mirnska cesta 7 8210 TREBNJE Tel.: + (0)7 3885 412 Fax: + (0)7 3885 435 office@smc.si www.smc.si	ALBATROS-PRO d.o.o. Cankarjeva 9 1370 Logatec tel: + (0)1 756 41 30 fax: + (0)1 756 41 32 albatros@siol.net
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55	

Anže ČELIK, Pino KOC, Boris ŠTOK: Analiza mehanskega odziva ohišja jedra elektromagneta 446

■ RAČUNALNIŠKI VID – LASERSKA TEHNIKA

Lovro KUŠČER, Aleš GORKIČ, Janez DIACI: Sistem za detekcijo ovir na osnovi kamere z vgrajenim slikovnim procesorjem 464

■ OKOLJE ZA SIMULACIJO VOŽNJE

Roman KAMNIK, Miha AMBROŽ, Peter ČEPON, Jernej KUŽELIČKI, Ivan PREBIL, Marko MUNIH: Robotsko okolje za simulacijo vožnje bojnega vozila 456

■ PROIZVODNJA – SLEDLJIVOST

Jani KLEINDIENST, Samo CEFERIN: Sledljivost v kosovni industriji 470

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO – HITRA IZDELAVA

Igor DRSTVENŠEK, Darko LOVREC, Vito TIČ, Anton BURJEK, Luka JELOVČAN: Uvajanje hitre izdelave pri izdelkih fluidne tehnike 476

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Produktivnost, učinkovitost in integracija s platformo Mitsubishi iQ (INEA) 484

■ NOVOSTI NA TRGU

Brezkontaktni merilnik pomika TLM za hitre gibe (ADEPT PLUS) 485

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

IndraMotion MLD (DOMEL) 486

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 490

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Bojan KOVAČ: Vmesnik AXBR3 za direkten vnos izmerjenih veličin v datoteko na računalniku 492

Programska oprema za snovanje hidravličnih valjev po standardu ISO 496

Zanimivosti na spletnih straneh 496

VENTIL
REVUA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
1000 1918 1924 | 2008, št. 5

- Intervju
- Ventil na obisku
- Novi koncepti sedežnih ventilov
- Analiza mehanskega odziva ohišja elektromagneta
- Simulacija vožnje bojnega vozila
- Sistem za detekcijo ovir
- Sledljivost v proizvodnji
- Hitra izdelava v fluidni tehniki

industrijska olja in maziva

Prilagodilni program:
Novejši programi za izdelavo hidravličnih valjev po standardu ISO 4191-1. Programi so prilagojeni za izdelavo hidravličnih valjev po standardu ISO 4191-2. Programi so prilagojeni za izdelavo hidravličnih valjev po standardu ISO 4191-3. Programi so prilagojeni za izdelavo hidravličnih valjev po standardu ISO 4191-4.

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)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 14(2008)5. 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	5	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 DETI EK, FS Maribor
izr. prof. dr. Janez DIACI, TU Dunaj, Avstrija
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 Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen,
ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gajko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEŽDIRNIK, 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.

Inovativnost v slovenskem prostoru

Ali je inovativnost nekega človeka danost in pogojena z rojstvom, z genetsko zasnovo ali pa jo je mogoče na tak ali drugačen način pridobiti ali se je celo priučiti? Zakaj so številni ljudje na številnih področjih, predvsem pa na tehničnem, inovativni in ustvarjalni brez posebne formalne šolske izobrazbe? Številni raziskovalci in profesorji z doktoratom znanosti pa so brez inovacij in brez patentov.

To je ugotovitev, ki je poznana povsod po svetu; pri nas, v našem okolju in na naših institucijah in celo na raziskovalnih inštitutih pa je še posebej prisotna.

Na vprašanje, zakaj je tako, je težko odgovoriti.

V Sloveniji smo namreč po številnih kazalcih v Evropi oziroma v razvitem svetu prav na repu po inovacijah, patentih in izboljšavah, ki so na tak ali drugačen način zaščitene in javno objavljene. Za tako stanje je prav gotovo več razlogov. Prav gotovo gre za zahtevno tematiko, ki jo v naši državi nobena organizacija, ustanova ali skupnost posebej ne propagira, kaj šele stimulira. Izjema sta le Slovenski forum inovacij in Gospodarska zbornica Slovenije, ki se trudita po svojih močeh in skušata čim bolj spodbuditi slovensko inteligenco k ustvarjanju, inoviranju in tudi k splošnemu dvigu zavedanja o pomenu inovativnosti v družbi na sploh. Med tistimi, ki bi morali več narediti, moramo omeniti predvsem dve, za to področje odgovorni vladni ministrstvi. To sta Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Ministrstvo za gospodarstvo. V zadnjih desetih letih nobeno od obeh omenjenih ministrstev ni naredilo omembe vrednega koraka v smeri spodbujanja inovativnosti, prijavljanja patentov, dajanja pomoči in nasvetov novim idejam in drugo, kar gre k tej tematiki.

V splošnem je znano, da brez inovativnosti ni uspešnih podjetij, da ni ekonomskega in gospodarskega razvoja družbe. Inovativnost je v razvitih državah, in to že desetletja, močno odvisna od bruto domačega proizvoda. In ker se razvite države tega zavedajo, v to tudi mnogo vlagajo.

Kaj je možno storiti pri nas, da se stanje glede inovativnosti popravi?

Rešitve je treba iskati v več smereh. Prva je formalna. Vlada oziroma ustrezno ministrstvo bi moralo ustanoviti agencijo za inovacije, katere zadolžitev bi bila predvsem administrativna pomoč vsem, ki bi radi svoje ideje zaščitili preko patentov, in tem avtorjem pomagati z nasveti in spodbudami. Predvsem bi morali poceniti vse aktivnosti, povezane z zaščito patentov, ki so danes relativno drage, v glavnem pa jih izvajajo zasebniki.

Druga, zelo pomembna aktivnost, bi morala biti uvedena na ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. To ministrstvo bi moralo pri določanju kakovosti referenc posameznih raziskovalcev opazno višjo vrednost dodeliti patentom in inovacijam. Predvsem bi morale te reference mnogo več pomeniti pri izvolitvah raziskovalcev v strokovne, znanstvene in pedagoške nazive. Zelo pomembno bi bilo, da bi te reference igrale pomembno vlogo pri kandidiranju na javnih razpisih raziskovalnih projektov in raziskovalnih programov.

Kot tretje področje sprememb bi bile dopolnitve ali pa delne spremembe meril za izvolitve v nazive pedagoškega osebja na univerzah in fakultetah. Zdaj, po teh merilih, dodeljeni patent posamezniku na nobeni slovenski univerzi ne prinese skoraj nobenih točk.

Ministrstvo za finance pa bi moralo z davčnega vidika spodbujati podjetnike k prijavi inovacij, k pilotni proizvodnji novih proizvodov in storitev in k promociji inovacij.

Predvsem pa bi na tem področju morali mnogo več narediti pedagogi na vseh stopnjah izobraževanja. Zdaj, ko se življenjska doba cikla proizvoda in tudi storitve krajša, je inovativnost in spodbujanje šolajoče se mladine k tem aktivnostim še kako potrebna. V prvi vrsti gre za prilagajanje in uvajanje mladih k timskeemu delu, k oblikovanju skupnih stališč skupine, k poslušanju drug drugega in h kritični presoji predlogov in idej. To bi se moralo dogajati na vseh ravneh šolanja in še posebno na tehničnih fakultetah.

Janez Tušek

41. Mednarodni obrtni sejem v Celju

V Celju se je od 10. 09. do 17. 09. 2008 odvijal 41. Mednarodni obrtni sejem (MOS), ki je bil po številu razstavljalcev največji doslej. Organizatorji ga uvrščajo na prvo mesto med tovrstnimi dogodki v jugovzhodni Evropi. Razstavni prostor je velik 60 000 m² pokritih in odprtih površin, na katerih se je predstavljalo 1705 razstavljalcev iz 33 držav.

Sejem je odprl predsednik države Danilo Türk. Med drugim je poudaril, da je to sejem tudi sejem vrednot in da sta podjetništvo ter podjetnost dejavnosti, ki pomagata ustvariti ustrezen in potreben razvoj, kar je pogoj za še boljšo vključitev v evropski prostor. Slavnostni govornik je bil g. Miroslav Klun, predsednik Obrtne zbornice Slovenije, ki je zelo poudaril pomen obrti, malega gospodarstva in podjetništva za celotno gospodarstvo vsake države in tudi Slovenije. Vladi je poslal poziv, naj uredi davčno politiko do malih obrtnikov, naj jih z davčno zakonodajo spodbuja k povečevanju proizvodnje in k zaposlovanju in ne obratno. Po Klunovih besedah imamo v Sloveniji več kot 50 000 obrtnih delavnic, ob



Slavnostni otvoritelj sejma MOS dr. Danilo Türk

koncu leta 2007 pa smo imeli 239 obratov na 10 000 prebivalcev.

Poleg omenjenih so na otvoritvi spregovorili še gospodarski minister mag. Vizjak, minister za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano g. Jarc, župan mestne občine Celje g. Šrot in direktor Celjskega sejma mag. Pangerl, ki je izrazil posebno zahvalo Obrtno podjetniški zbornici Slovenije za dolgoletno in plodno sodelovanje. Vsi govorniki so bili

enotnega mnenja, da je sejem obrti v Celju izjemno pomemben dogodek za samo mesto, regijo in za celotno našo državo.

Poleg same predstavitve posameznih razstavljalcev, kar je osnovni namen sejma, je bilo v dneh trajanja sejma več kot 80 raznih prireditev, posvetov, srečanj, okroglih miz, predavanj in raznih drugih organiziranih dogodkov. Tu naj omenim le srečanja predstavnikov sejma z delegacijami iz Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Srbije, Makedonije, Črne gore, Avstrije, Nemčije in Italije.

V okviru sejma je bila uradno odprta sončna elektrarna, ki jo je na streho hale D postavilo podjetje Sol navitas. Ob tem dogodku je bilo organizirano tudi posvetovanje o sončni energiji kot viru prihodnosti, ki ga tako rekoč še ne izkoriščamo. Na sploh pa je bil ves čas trajanja sejma velik poudarek dan obnovljivim virom energije in energetske učinkovitosti. V hali F1 smo si lahko ogledali številne proizvajalce solarne tehnike, kolektorjev sončne energije, toplotnih hranilnikov vode, toplotnih črpalk in druge opreme za čim bolj učinkovito izrabo energije, za manjše individualne in tudi za večje sisteme.



Obisk sejma je bil množičen

V tem kratkem poročilu je treba poudariti zelo aktivno dejavnost Obrtno podjetniške zbornice Slovenije, ki je organizirala več prireditev v obliki okroglih miz, namenjenih obrti in malemu gospodarstvu. Tako naj omenimo okroglo mizo o finančni nedisciplini, ki je močno prisotna med našimi podjetji in tudi obrtniki. Treba pa je dodati, da je država največji neplačnik, kar občutijo tudi mala podjetja in obrtniki, ki so zelo pogosto podizvajalci večjim podjetjem pri raznih delih, pridobljenih z javnimi naročili.

Prav tako je bila zelo zanimiva okrogla miza na tematiko o podjetništvu z naslovom »Postani podjetnik«. Namenjena je bila predvsem mladim ljudem, ki imajo idejo, pogum in sposobnost ustanoviti, razvijati in voditi samostojno podjetje. Udeleženci omenjene okrogle mize so dobili veliko koristnih nasvetov.

Na letošnjem sejmu je bilo uvedenih več novosti. Ena od pomembnejših je

bilo Informacijsko središče Korak, v katerem so obravnavali številne strokovne teme z vidika tehničnih rešitev, novosti in trendov v gradbeništvu.

Posebna pozornost letošnjega sejma je bila namenjena tudi turističnim vsebinam. Direktor za turizem pri Ministrstvu za gospodarstvo je tako v sklopu aktivnosti sejma organiziral srečanje Strokovnega sveta za turizem, generalni direktor direktorata za turizem mag. Marjan Hribar pa je kot gostitelj predstavil tudi razstaveni prostor Ministrstva za gospodarstvo.

Ob zaprtju sejma je direktor družbe Celjski sejem Franc Pangerl povedal, da je letos v primerjavi s prejšnjimi leti sejem obiskalo več poslovnih, direktorjev iz Slovenije in tudi iz tujine. Opozoril pa je, da so bili posamezni razstavljalci strokovno premalo pripravljeni. Pangerl tudi ne razume, zakaj Gorenje in Merkur nista sodelovala na MOS-u, saj je Slovenija del globalnega trga.

Ob zaključku tudi mi lahko zapišemo eno kritično misel. Zavedamo se, da je organizacija sejma velik posel, ki mora biti tudi s finančnega vidika pravilno voden in ovrednoten. Toda vseeno moti, da je na obrtnem sejmu, kar Mednarodni obrtni sejem v Celju vsekakor je, prisotnih tako veliko trgovskih organizacij, ki s pravo obrtjo nimajo nič skupnega. Po našem mnenju bi bilo treba pridobiti več razstavljalcev, ki imajo lastno proizvodnjo in po možnosti še inovativno. Zavedamo se, da uspešna mala slovenska podjetja pa tudi večja delajo predvsem za tuje tržišče in da slovenski individualni kupec zanje ni zanimiv. Ampak kljub temu bi morali organizatorji razmisliti, da neka predstavijo tudi uspešne slovenske obrtnike, podjetnike in podjetja, ki so izjemno inovativna in uspešna v svetovnem merilu in večino svoje proizvodnje izvozijo. Za samozavest slovenske obrti in podjetništva bi to bilo vsekakor koristno.

*Prof. dr. Janez Tušek,
Fakulteta za strojništvo Ljubljana*

Celje, Celjski sejem

21.-24. APRIL 2009

10 SEJEM FORMA TOOL
10. mednarodni sejem orodij, orodjarstva in orodnih strojev

8 SEJEM PLAGKEM
8. mednarodni sejem plastike, gume in kemije

3 SEJEM LIVARSTVO
3. mednarodni sejem livarstva

Podobe oblik

www.ce-sejem.si

CELJSKI SEJEM d.d., Dečkova 1, 3102 Celje
T: (03) 54 33 000, F: (03) 54 19 164
E: info@ce-sejem.si

Motek 2008 – sejem avtomatizacije v srcu evropske industrije



Med 22. in 25. septembrom je bil na novem sejmišču v Stuttgartu sejem avtomatizacije, ki je dobro znan tudi slovenskim strokovnjakom s področij avtomatizacije strege, montaže in fluidne tehnike. Mnogi so ga obiskali, ko je bil še v Sinsheimu.

Organizatorji so s spremembo želeli približati sejem središču avtomobilske industrije in njenim dobaviteljem ter olajšati pot obiskovalcem iz tujine. Po zaključnih poročilih je bila preselitev uspešna, saj je število obiskovalcev naraslo za 30 odstotkov in doseglo impresivnih 38.000. Iz tujine pa je bilo 6000 obiskovalcev,

na prejšnje leto. 1100 razstavljalcev in možnost razširitve pomenijo, da bo sejem tudi v prihodnje priznan vodilni mednarodni sejem za avtomatizacijo strege in montaže.

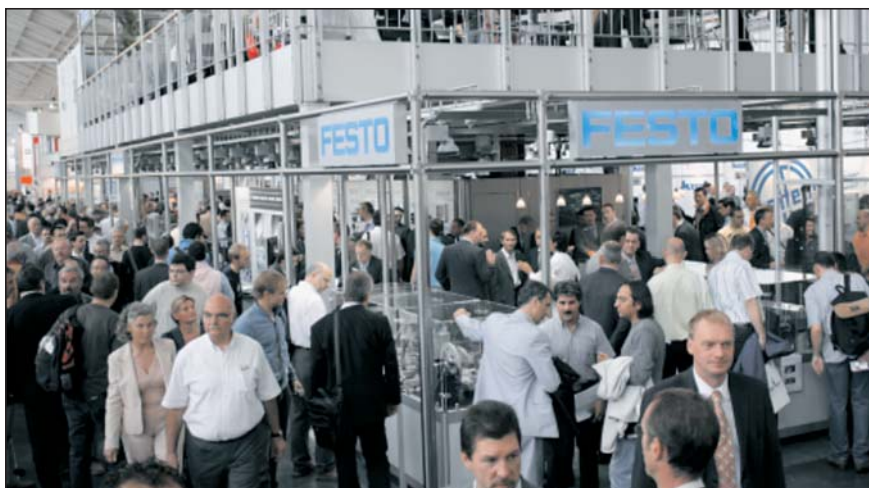
Program sejma je, tako kot tudi prejšnji 25. po vrsti, ki je bil še v Sinsheimu, obsegal predstavitev montažnih strojev, montažnih avtomatov in naprav, montažnih delovnih mest, naprav za strego, kot so naprave za dodajanje, urejanje, pozicioniranje, povezovanje, vodenje, robote (varilne robote, robote za lotanje, robote za montažo), prijemala, sisteme in enote za sestavljanje kakor tudi komponente za pogone (fluidne in električne), krmiljenje, kontrolo preskušanje ter demontažo. K temu je treba dodati še integrirane sisteme za preoblikovanje, obdelavo površin in recikliranje ter materiale in podporo za organizacijo dela, kot so razne programske podpore za načrtovanje montaže in izdelkov. Tudi sistemi za demontažo – orodja in stroji – so bili predsta-

in sistemi za mikromontažo, kot so mikroprijemala, mikromotorji, roboti in montažni sistemi za mikrotehniko in podobno.


Področja, ki so jih pokrivali razstavljalci na MOTEKU, so se ujemala z interesi obiskovalcev. Na prvem mestu so bile tehnologija montaže, strežne naprave in roboti, sistemi in enote za sestavljanje in druge komponente za avtomatizacijo. Obiskovalci so prišli z različnih področij: strojogradnja, elektronska in elektroindustrija, avtomobilska industrija ter njeni dobavitelji kakor tudi z drugih področij, kjer se uveljavlja avtomatizacija. Na vseh teh področjih ima MOTEK ključno funkcijo, naj bo to za izbiro novih tehnologij, postopkov, izdelkov in sistemov za realizacijo proizvodnih in montažnih sistemov.

Vzporedno je v mednarodnem kongresnem centru Stuttgart potekal tudi mednarodni forum Mehatronika 2008 z naslovom Intelligente Mechatronische Systeme. Mehatronika pomeni integracijo tehnoloških inovacij pri razvoju strojev in naprav ter povezovanje in razumevanje elektrike, elektronike, strojništva in informatike za razvoj izdelkov in proizvodnjo inteligentnih rešitev in učinkovitih izdelkov. Na forumu so sodelovali tako raziskovalci kot znane nemške firme (Deimler, Festo, Trumpf, Siemens in Bosch). Na razstavnem prostoru v posebni dvorani pa so bile predstavljene realizacije mehatronskih sistemov v strojništvu.

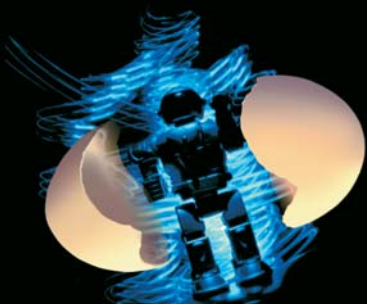
Dr. Dragica Noe



Razstavni prostor podjetja FESTO




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, ...



Sedma mednarodna konferenca za področje fluidne tehnike na Japonskem



Skupinska slika udeležencev konference

Japonsko združenje za sisteme fluidne tehnike je med 15. in 18. septembrom organiziralo mednarodno konferenco v prijetnem mestu Tojama. Konferenca poteka vsaka tri leta v drugem japonskem mestu, in sicer vse od leta 1989. Precejšen del udeležencev se je že prvi dan v popoldanskem času udeležil obiska korporacije Nachi-Fujikosi, kjer izdelujejo in razvijajo robote, različna orodja za avtomobilsko industrijo, hidravlične komponente, protipotresne blažilnike itd. Po vrnitvi pred kongresni center sta sledila registracija udeležencev in kratek pozdravni sprejem v kavarni centra. Drugi dan, v torek, je bil uradni začetek konference. Po uvodnem nagovoru letošnjega vodje prof. Tanake in predsednika društva za fluidno tehniko Japonske (JFPS) prof. Kitagawe so se začela predavanja. Tematski sklopi, povezani s fluidno tehniko, so bili: 1. kmetijstvo, rudarstvo; 2. konstruiranje; 3. vodna hidravlika, tribologija; 4. tlačno litje; 5. avtomobilska tehnika; 6. letalska tehnika, vesoljska tehnika, navtika; 7. robotika, mehatronika. V sedmih različnih tematskih sklopih je bilo predstavljenih 36 predavanj in 106 posterjev.

Rdeča nit letošnje konference je bila ekologija, ekonomična raba energije

– izboljšanje izkoristkov, nova odkritja, novi pristopi itd. Konference so se udeležili vodilni strokovnjaki in znanstveniki s področja fluidne teh-



Eno izmed mnogih zanimivih predavanj; hidravlika v vojaškem letalstvu

nike, kot so npr.: prof. Hubertus Murrenhoff (RWTH Aachen, Nemčija), prof. Monika Ivantysynova (univerza Purdue, ZDA), dr. Stefan Sacre (predsednik Bosch-Rexrotha, Japonska), prof. Kari T. Koskinen (vodja progra-

ma vodne hidravlike IHA, Tampere, Finska) in številni strokovnjaki iz različnih japonskih firm, univerz in inštitutov.

Konference se je udeležilo 239 strokovnjakov iz 14 držav. Evropsko unijo so zastopale: Nemčija, Finska, Švedska, Velika Britanija, Francija, Italija, Nizozemska in Slovenija. Slovenija je aktivno sodelovala z enim prispevkom s področja vodne hidravlike, ki sva ga predstavila direktor podjetja Tajfun, d. o. o., Iztok Špan in avtor tega poročila. V prispevku sva prikazala prve rezultate testiranja funkcionalnega prototipa novega proporcionalnega 4/3-potnega ventila za vodo. Diskusija je potrdila, da je naša raziskava, ki je seveda v začetni fazi, na pravi poti. Sogovorniki, poznavalci področja vodne hidravlike, so pozitivno ocenjevali naše dosedanje

delo in usmeritve v nadaljnje raziskave in razvojne aplikacije na področju vodne hidravlike.

Franc Majdič, Fakulteta za strojništvo Ljubljana

30. jubilejni posvet orodjarjev

Brez močnega orodjarstva ni močne nacionalne industrije

V Portorožu je med 7. in 9. oktobrom potekal jubilejni, 30. posvet orodjarjev z naslovom Organizacija kot gonilo izboljšav. Na posvetu, ki je potekal v organizaciji GZS ter mariborske in ljubljanske Fakultete za strojništvo, so govorili številni znani in priznani strokovnjaki iz industrije, akademskih krogov, znanstvene in raziskovalne sfere ter drugi poznavalci, povezani s panogo.

Davnega leta 1978 je nekaj zanesenjakov iz Odbora za orodjarstvo Združenja kovinske industrije pri Gospodarski zbornici Slovenije v sodelovanju s strojnima fakultetama iz Ljubljane in Maribora organiziralo prvi posvet o orodjarstvu in izzivih, ki so povezani z razvojem te panoge. Skozi leta se je posvetovanje dopolnjevalo z izkušnjami slovenskega gospodarstva in partnerjev iz tujine. Gospodarski razvoj Slovenije je v

začetku 80. let narekoval potrebo po osamosvajanju in prestrukturiranju orodjarn v skladu s poviševanjem zahtevnosti proizvodnih programov. V času po osamosvojitvi Slovenije so se teme posvetovanj dopolnjevale zaradi zahtev novih trgov. Tako so obstoječe teme zamenjali s temami, kot so konkurenčnost in intelektualni kapital. Posvetovanju je bil po letu 2001 dodan še razstavni del z razvojnimi dosežki orodjarstva zadnjih let. Potreba po izobraževanju in izmenjavi izkušenj se je povečevala vse do današnjih dni in rezultirala v letošnjem posvetovanju o orodjarstvu, ki je bilo med kvalitetnejšimi izobraževalnimi dogodki v slovenskem prostoru.

Letošnji jubilejni 30. posvet je potekal med 7. in 9. oktobrom v Portorožu, katerega program je bil razdeljen na tri dni. Prvi dan je bil namenjen sproščenemu spoznavanju in druženju predstavnikov različnih podjetij in raziskovalcev, ki delujejo na področju orodjarstva. Splošni vtis je bil, da se zmanjšujejo razlike med raziskovalnim delom in reševanjem praktičnih problemov v orodjarstvu. Evidenten je napredek na področju raziskovalnega dela s področja orodjarstva, ki mu vsekakor botrujejo

spodbude in vlaganja države v podiplomske raziskovalce.

V drugem dnevu posveta je beseda tekla o globalnih razmerah, izzivih in priložnostih na globalnem svetovnem trgu. Predavala so zveneča imena s področja orodjarstva iz Slovenije in tujine:

Predsednik ISTMA Evropa **Fausto Romagnani** je med drugim poudaril nujnost povezovanja mikro, malih in velikih orodjarn in poudaril, da brez močnega orodjarstva ne more biti močne industrije.

Martin Bock iz Aachna je omenil, da bo cenovna konkurenčnost postala v prihodnosti manj pomembna od kakovosti, krajših dobavnih časov in produktivnosti ter da bo moralo orodjarstvo spremeniti svoje poslovanje z večjo standardizacijo sestavnih delov in procesov, preglednejšo organizacijo dela, razumevanjem vitke proizvodnje in sodelovanjem z zunanjimi partnerji. Bock je še menil, da je primerjava na podlagi primerljivih kazalnikov (benchmarkig) zmogljivo orodje za opredelitev prednosti in slabosti nekega podjetja v primerjavi z najboljšimi, kar je prvi korak na poti povečanja konkurenčnosti.

Samostojni svetovalec na področju strateškega menedžmenta **Boštjan Ložar** je med drugim ocenil, da so slovenska podjetja na področju orodjarstva preveč regionalno usmerjena z izdelki v srednjem cenovnem razredu in imajo majhno dodano vrednost. Po njegovem mnenju so v tem trenutku kadri največji problem, saj primanjkuje približno 2500 razvojnih inženirjev, povečanje dodane vrednosti na zaposlenega v orodjarstvu (in na splošno v industriji) od 30 000 evrov na 50 000 evrov pa brez ustreznega kadra ni možno. Predlaga stopničasto povečanje produktivnosti s sodobnimi sistemi vodenja, kjer zaostajamo za več kot deset let, in pa usmeritev v višje stopnje zahtevnosti in dodane vrednosti, tudi z izboljšanjem storitev in novimi poslovnimi modeli.



Predavanje Predsednik ISTMA Evropa Fausta Romagnani-ja



Nagrajenci jubilejnega 30. posveta

Dekan Fakultete za strojništvo, **prof. dr. Jože Duhovnik**, je predstavil nove programske zasnove študija

strojništva na Univerzi v Ljubljani. Izpostavil je širši vidik in vpliv sprememb, ki so nastale in ki jih lahko

pričakujemo na sam model študija in posledično na raven znanja inženirja, ki ga zahteva in potrebuje slovensko gospodarstvo.

Tretji dan je bil namenjen predstavitvi bolj praktičnim aplikacijam in rešitvam za orodjarske obrate. Predstavljeni so bili novi materiali, mehanske in toplotne obdelave in informacijske rešitve. Predavanja je spremljala tudi bogato založena posterska sekcija.

Organizatorji so ob robu dogodka pripravili krajši zabavni program, v okviru katerega so podelili priznanja najzaslužnejšim za to, da so se orodjarji na branžnem posvetu tokrat zbrali že 30-tič.

Tadej Muhič, dipl. inž.



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

Občutljivo razmikanje temenskega spoja železobetonskega loka »mostu tretjega tisočletja« v Zaragozi – Krmiljeno premikanje z Enerpacovim hidravličnim dviznim sistemom



Slika 1. Železobetonski most tisočletja v Zaragozi – $l = 270$ m, $h = 36$ m

Dva tisoč let po tem, ko so Rimljani zgradili najslavnejši mostni lok v zgodovini, so v istem mestu ponovili sijajni tehnični dosežek. Gre za »most tretjega tisočletja« v Zaragozi, petem največjem mestu v Španiji – poznanim rimskem rečnem pristanišču Ceasaraugusta. Most čez reko Ebro predstavlja paradni dosežek ob razstavi Expo 2008. Kompleksna struktura elegantnega železobetonskega loka predstavlja 36 milijonov evrov vredno konstrukcijo arhitekta Juana Joseja Arenasa, zgrajeno z uporabo sodobne hidravlične tehnologije. Razstava Expo, ki je trajala od 14. junija do 14. septembra, je bila pred odprtjem, ostali so samo še trije dnevi za dokončanje gradnje mostu. V zadnjem trenutku so pred njegovim dokončnim spajanjem uporabili programsko sinhrono krmiljeni dvizni sistem Enerpac za pazljivo in precizno razmikanje temenskega spoja železobetonskega loka z bremensko silo 12.000 t.

Podobno tehnologijo, kot so Rimljani uporabljali pri gradnji akvaduktov in slavolokov, je uporabilo tudi gradbeno podjetje Dragados pri dokončanju loka »mostu tretjega tisočletja« – sodobni hidravlični dvizni sistem za občutljivo razmikanje dveh polovic mostnega loka pred njihovim do-

končnim spajanjem. Most s skupno dolžino 270 m ima razpon 216 m in 48 m široko nosilno ploščo cestišča s skupno širino 68 m, vključno s šestimi progami za vozila in dvema progama za dvokolesa. Celotna struktura mostu je zgrajena iz visokokakovostnega železobetona.

»Železobeton je običajna izbira za most takšne velikosti in tako enkratne konstrukcijske izvedbe, zato je bil za podjetje Dragados tudi enkratni izziv opraviti tako zahtevno razmikanje za temenski spoj s pomočjo Enerpacove dvizne hidravlike,« je izjavil Jezus Gonzalez, tehnični vodja firme Enerpac, Španija.

Odlojučna sklepna faza gradnje, v prvem tednu aprila 2008, je bilo razmikanje temenske vrzeli mostnega loka. Kot je bilo že omenjeno, so to opravili s programsko sinhrono krmiljenim dviznim sistemom Enerpac s šestimi dvosmernimi hidravličnimi valji, z varovalno matico in posamično delovno silo 2000 t. Pri tem je vseh šest valjev krmilila ena skupna krmilna enota.

»Integrirani hidravlični sistem je uporabljen za premikanje dveh polovic loka tako, da je na temenu ustvarjen prostor za dokončno oblikovanje

spoja, zalitega z betonom. V nadaljevanju je opravljeno še prednapenjanje nosilnih jeklenih vrvi osnovne nosilne plošče tako, da je vozišče dvignjeno v končni položaj«, poroča Jezus Gonzalez.

Namensko razviti sinhrono delujoči sistem je omogočal obe polovici mostnega loka na temenu razmakniti in držati v danem položaju ter dokončno oblikovati spoj. Elektronsko programsko krmiljeni sistem je tri pare hidravličnih valjev z natančnostjo 2,5 mm sinhroniziral v dani legi s toleranco sile 30 t med posameznimi valji. Sistem je sicer deloval na dve polovici loka s skupno silo okoli 12.000 t. Višina temena loka je okoli 36 m nad voziščem.

Sinhroni dvizni sistemi Enerpac so bili sicer uporabljeni v dveh fazah gradnje mostu. Najprej je bila s sistemom pomičnih opažev zgrajena osnovna nosilna plošča mostu z voziščem. Pri tem je bila uporabljena tudi elektronsko krmiljena vrsta osmih hidravličnih valjev – vsak z imensko silo 150 t.

Lok mostu pa je bil grajen v drugi fazi s tremi pari valjev, nadzorovanimi z merilnim pretvornikom tlaka do 1.600 bar in sinhrono krmiljenimi z namensko



Slika 2. Hidravlični valji (3 pari) z varovalno matico in posamično imensko silo 2000 t za razmikanje dveh polovic loka, krmiljeni s skupnim programskim sinhronim krmilnikom

premiki loka, posamične obremenitve valjev in nadzorno-krmiljenje parov valjev.

Sistem je zasnovan z vgrajeno funkcijo varovanja z avtomatičnim zaustavljanjem in držanjem v danem položaju za primer prekinitve sinhronega delovanja ali drugih neregularnosti obnašanja sistema.

Po postopku pozicioniranja obeh polovic loka je bilo opravljeno še prednapenjanje nosilnih jeklenih

vrvi osnovne nosilne plošče vozišča mostu in njeno dviganje v ustrezno lego. S tem so bili hidravlični valji za razmikanje še dodatno obremenjeni. Po dokončanju te operacije je z betonskim zalivanjem opravljeno dokončno spajanje obeh polovic loka v enotno mehansko strukturo. Valji so pri tem zaliti z betonom in trajno ostanejo v loku.

Uspešno gradnjo tega enkratnega železobetonskega mostu z najvišjim lokom na svetu je v veliki meri omogočila ravno uporaba programske sinhrono krmiljenega dviznega sistema Enerpac. Vsa spoznanja in izkušnje z delovanjem, krmiljenjem in varnostjo bodo dobrodošli pri drugih podobnih projektih.

Vir: Schwieriger hydraulischer Pressvorgang am Bogenscheitel formt den Bogensehnen-Betonträger der 'Brücke des Dritten Jahrtausends' in Zara-goza – Kontrollierte Hydraulikbewegung mit synchronem Hebeseystem von Enerpac – Enerpac Marketing Communications; avgust 2008

KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Enerpac SyncHoist System je bil uporabljen za pozicioniranje dela strehe na palači umetnosti v Valenciji, Španija



Brezlično PLC krmiljeno premikanje podporja s hidravlično gnanim potujočim opažem, Španija

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

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

ENERPAC GmbH • Postfach 300113 • D-40401 Düsseldorf
Willstätterstrasse 13 • D-40549 Düsseldorf • Deutschland
Tel.: +49 211 471 490 • Fax: +49 211 471 49 28

ENERPAC  8166 SL

www.enerpac.de
info@enerpac.com

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LASIM,
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in
Združenje kovinske industrije na GZS

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



najavljajo posvet

AVTOMATIZACIJA

STREGE IN MONTAŽE 2007 – ASM '08

v sredo, 12. 11. 2008, od 9.00 do 17.00 ure

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani v so-organizaciji MVZT in GZS že tradicionalno prireja letni posvet na temo **Avtomatizacija Strege in Montaže – ASM**. Posvet Avtomatizacija strege in montaže, ki je edini takšen posvet v Sloveniji, se je uveljavil kot mesto srečevanja, posvetovanja in aktivne izmenjave mnenj strokovnjakov s tega področja, predvsem pa tudi mesto, kjer lahko podjetja predstavijo svoje strokovne, raziskovalne in komercialne aktivnosti na področju širše avtomatizacije, še posebej pa strege in montaže. Vljudno vas vabimo, da se nam pridružite tudi na letošnjem posvetu ASM '08.

Več o prireditvi najdete na spletni strani http://www.fs.uni-lj.si/lasim/ASM08/Posvet_ASM08.htm.

Prijave sprejemamo na elektronski naslov: asm.lasim@fs.uni-lj.si ali miha.debevec@fs.uni-lj.si ter fax: (01) 47 71 434.

Program posveta

Pozdravni nagovori

- ♦ prof. dr. Jožef Duhovnik, dekan FS, UL
- ♦ dr. Aleš Mihelič, direktor direktorata za tehnologijo, MVZT, Ljubljana
- ♦ Konkurenčni položaj slovenske kovinske industrije znotraj EU, Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS

Predstavitve generalnega sponzorja

- ♦ FESTO d.o.o. LJUBLJANA

FLEKSIBILNI STREŽNI IN MONTAŽNI SISTEMI TER ROBOTIKA

- ♦ Stanje in trendi v avtomatizirani stregi in montaži, Niko Herakovič, LASIM, FS, UL
- ♦ Uporaba aplikacije simulacijskega okolja ABB RobotStudio, Robert Logar, ABB d.o.o., Ljubljana
- ♦ Robotska strega dveh obdelovalnih centrov Heller, Hubert Kosler, Aljoša Zupanc, Simon Novak, Iztok Češarek, Motoman Robotec d.o.o., Ribnica

KRMILJENJE – SENZORIKA – KAKOVOST

- ♦ Avtomatizacija linije zelo težkih stiskalnic v Revozu: učinkovito krmiljenje med posameznimi sklopi in roboti, Darko Krevs, REVOZ d.d., Novo mesto
- ♦ Uspešne senzorske rešitve za avtomatizacijo proizvodnje in logistike, Božidar Zajc, Sick d.o.o., Ljubljana
- ♦ Tehnologije strojnega vida v industrijskih aplikacijah, Francelj Trdič, FDS Research d.o.o., Ljubljana
- ♦ Nadzor oblike izdelkov na osnovi 3D meritev njihove

površine: izbrani primeri, Drago Bračun, KOLT, Matija Jezeršek, KOLT, Janez Diaci, LDSE, vsi FS, UL

- ♦ Končna kontrola kakovosti produktov s sistemi Omron, Andrej Rotovnik, MIEL Elektronika d.o.o., Velenje

PODJETJA PREDSTAVLJAJO – PRIMERI IZ PRAKSE

- ♦ Cenovno ugodna avtomatizacija, Enej Saksida, OPL d.o.o., Trzin
- ♦ Primeri doziranja lepil in maziv v industriji, Jure Repe, Janez Benedik, DTA 44 d.o.o. BLED
- ♦ Avtomatizacija montaže rolo rešetk, Igor Rupnik, HIDRIA IMP KLIMA d.o.o., Godovič
- ♦ Konsenzualno sprejemanje boljših odločitev: Kdaj in kako, Peter Metlikovič, PTICA – Zavod za izobraževanje, raziskovanje in svetovanje, Kranj

RAZPOLOŽLJIVOST IN ZANESLJIVOST MONTAŽNIH SISTEMOV TER EKONOMSKO VREDNOTENJE

- ♦ Metodika določitve zanesljivosti hibridnih montažnih sistemov, Dragica Noe, Niko Herakovič, LASIM, FS, UL
- ♦ Uporaba kazalca skupne učinkovitosti (OEE) kot merilo za razpoložljivost in zanesljivost montažnih sistemov, Maks Tuta, Sinabit d.o.o., Ljubljana

DELAVNICA

- ♦ Kritični faktorji uspešnosti pri uvajanju novih tehnologij, Peter Metlikovič, PTICA – Zavod za izobraževanje, raziskovanje in svetovanje, Kranj

Profesionalna orodja za nadzor in tehnično diagnostiko hidravličnih naprav

Nadzor stanja hidravličnih tekočin in kompaktnih hidravličnih naprav spada med osnovne in redne naloge uporabnikov in vzdrževalcev strojev s hidravličnim pogonom in krmiljenjem za zagotavljanje njihovega brezhibnega, zanesljivega in varnega delovanja. Do sedaj je bilo v navadi, da so se za posamezne parametre izbrali ustrezni merilniki in nadzorne naprave različnih izdelovalcev oz. ponudnikov. Sedaj pa je na voljo sistemski paket enega ponudnika, z naslednjimi enotami:

Nadzor stanja hidravlične tekočine

Sistemski paket obsega integrirano enoto *Oilcheck*, ki opravlja analizo stanja hidravlične tekočine z določanjem vsebnosti vode, onesnaženja s tekočimi gorivi, vsebnostjo kovinskih delcev in produktov oksidacije.

Števec delcev

Laserska tehnologija s svojo natančnostjo in zanesljivostjo zagotavlja praktično uporabnost prenosnega števca delcev *Laser CM*, ki omogoča različne možnosti programiranja, avtomatizirane postopke preskušanja, samodejne zapise podatkov za risanje ustreznih diagramov, alarmiranje in branje črtnih kod. Vse navedeno zagotavlja učinkovito preventivno vzdrževanje.

Online detektor delcev

Fiksno vgrajen online detektor delcev *IcountPD* je cenena rešitev, ki zagotavlja daljšo življenjsko dobo hidravlične tekočine v sistemu in pravočasno zaznavanje njene onesnaženosti. *IcountPD* se lahko priključi na standardni merilni priključek v napravi, zato je opremljen s cevnim priključkom *Minimes M 16 x 2*.

Senzorji vlažnosti



Online detektor delcev *IcountPD*

Zaradi vlage v hidravlični tekočini lahko učinkovitost celotne hidravlične naprave rapidno pade. Senzorji vlage *MS 100* in *MS 150*, zlasti v hidravličnih napravah za rudarsko, gozdarsko in vojaško tehniko, predstavljajo enostaven in cenen sistem pravočasnega zaznavanja vode.

Prenosna črpalka za filtriranje

Prenosna črpalka za filtriranje *Guardian GT4E* izloča delce umazanije v hidravlični tekočini že pri polnjenju naprave ali sistema in tako zagotavlja njeno čistost. *Guardian GT4E* lahko dopolnjuje že obstoječi sistem filtriranja, ustrezno pripravi svežo polnitev in s tem zagotovi njeno čistost in zanesljivo delovanje naprave ali sistema.

Digitalno merjenje tlaka

Poleg kakovosti hidravličnih tekočin je potrebno redno nadzorovati tudi tlak, če hočemo pravočasno zaznavati in preprečevati motnje pri delovanju hidravlične naprave. *SensoControl®ServiceJunior* omogoča digitalno merjenje tlaka s hitro-

stjo odvzemanja merilnih vrednosti vsakih 10 ms.

Brezžična inačica *SensoControl®ServiceJunior wireless* pa omogoča sočasni nadzor tlaka v več merilnih točkah. Vrednosti se potem brezžično, do razdalje 50 m, vnašajo neposredno v PC.

÷

Integrirana merilno-nadzorna enota *Parker Servis Master Easy* omogoča sočasno merjenje in analiziranje štirih parametrov. Diferencialne vrednosti, seštevanje in moč signalov, npr. pri sistemih proporcionalne tehnike, se enostavno zajemajo in analizirajo.

Povzeto po informaciji za tisk firme Parker Hannifin GmbH & Co. Kg, Tube Division Europe.



Digitalna merilnika tlaka *SensoControl®ServiceJunior* (levo) in brezžična inačica merilnika *SensoControl®ServiceJunior wireless* (desno)

Po O + P 52(2008)9 – str. 464

Kompresorji – stisnjeni zrak – vakuumska tehnika

Svojo drugo posebno izdajo za leto 2008 je revija *Fluid* namenila izčrpni obravnavi stanja tehnike na področjih kompresorjev, stisnjenega zraka in vakuumske tehnike. Zvezek obsega 17 strokovnih prispevkov z obsežno predstavitevijo izdelkov in njihovih dobaviteljev (okoli 32 objav). Strokovni prispevki so razdeljeni v skupine, ki obravnavajo naslednja vprašanja: naslovna tema, stisnjeni zrak – pnevmatika, energijska učinkovitost, pridobivanje stisnjenega zraka, priprava stisnjenega zraka, razvod stisnjenega zraka, optimiranje sistemov, sestavine, stroški.

Vsebine prispevkov so naslednje:

Naslovna tema:

- *Nemški »know-how« za ZDA* – energijsko učinkovite sestavine za uporabo stisnjenega zraka

Stisnjeni zrak – pnevmatika:

- *Dinamična rast se nadaljuje tudi v letu 2008* – Gospodarski razvoj področja pnevmatike
- *Varčevanje s stisnjenim zrakom*

- namigi kako varčevati z energijo
- *Energijska učinkovitost postaja vse pomembnejša* – Mednarodni forum uporabnikov kompresorjev 2008

Energijska učinkovitost:

- *Koliko dejansko stane stisnjeni zrak?* – Kampanja povečanja učinkovitosti stisnjenega zraka sedaj tudi v Švici

Pridobivanje stisnjenega zraka:

- *Znižanje stroškov življenjskega cikla* – kompresorska tehnologija s »Q-pogonom«
- *Optimalna poraba energije* – turbokompresorji za stoodstotno brezoljni stisnjeni zrak
- *Industrija pričakuje novo opremo* – intervju z Reimundom Scherffom iz podjetja Atlas Copco
- *Integracija izboljšuje kakovost stisnjenega zraka* – Nova serija GA-kompresorjev z vbrizgavanjem olja
- *Da proizvodnja opeke ne ostane brez stisnjenega zraka* – Preprečevanje netesnosti
- *Večja energijska učinkovitost v Triu* – vijaki kompresorji z regu-

lacijo vrtilne frekvence

Priprava stisnjenega zraka:

- *Haukinsonov koncept doživlja renesansa* – Priprava stisnjenega zraka s hibridnimi sušilniki
- *Kadar olje onesnažuje zrak* – Priprava kondenzata za mešanice olje-voda

Razvod stisnjenega zraka:

- *Če stisnjeni zrak ne priteka* – Učinkovito razdeljevanje stisnjenega zraka

Optimiranje sistemov:

- *Stisnjeni zrak iz priključne doze* – Stisnjeni zrak v prednaročilu po stalni ceni

Sestavine:

- *Stisnjeni zrak popušča* – Nov standard za varnostne cevne sklopke
- *Znižanje stroškov za stisnjeni zrak* – Merilniki toka stisnjenega zraka tudi za najmanjša puščanja

Vir: Fluid SPEZIAL 2 – Drucklufttechnik 41(2008)

Informativa 2009



V sodobnem svetu postaja izobraževanje eden ključnih dejavnikov v razvoju posameznika in družbe. In kot pri vsaki ključni stvari v življenju je tudi pri izobraževanju pomembno njegovo načrtovanje. Da bi olajšali iskanje informacij o različnih izobraževalnih programih, o tem, kakšne so možne izobraževalne poti, kako do štipendije, kako do (prve) zaposlitve, pa tudi, kje najti druge pomembne informacije v zvezi z izobraževanjem in zaposlovanjem, pripravljamo v naslednjem letu

čisto nov vseslovenski dogodek o izobraževanju, štipendiranju in zaposlovanju – INFORMATIVA 09.

V petek in soboto, 30. in 31. januarja 2009, se bodo na Informativi na enem mestu predstavili programi slovenskih in tujih izobraževalnih institucij, štipenditorji in zaposlovalci, programi državnih institucij, založniki, mediji, študentske, dijaške, nevladne in druge organizacije, ponudniki didaktičnih pripomočkov in še in še. Na sejmu se bodo tako predstavili vsi, ki so pomembno vpeti v verigo izobraževanja.

Ker bodo na Informativi na voljo celovite informacije o vseh, z izobraževanjem bistveno povezanih vprašanjih, bo odlična priložnost za obiskovalce, da v kar najkrajšem času na enem mestu najdejo vse informacije, ki so povezane z odločitvami o njihovem nadaljnjem šolanju in poklicni karieri. Za razliko od običajnega informativnega dne, ko lahko učenci in dijaki v enem

letu obišejo največ tri programe, je prednost Informativa ta, da v bodo v dveh dneh lahko spoznali skoraj vse programe, ki so jim na voljo, in to 14 dni pred informativnim dnevom. Tako bodo imeli dovolj časa, da se odločijo, kateri trije programi so bili tako prepričljivi, da si jih ogledajo na uradnih informativnih dneh.



Pri tem je Informativa zasnovana tako, da bodo na njej informacije zase lahko našli vsi, ne le učenci, dijaki in študenti, temveč tudi njihovih starši, odrasli, ki se želijo izobraževati, učitelji, profesorji in strokovnih delavci.

www.informativa.si

Magnetni čistilniki

Delci feromagnetnih materialov v hidravličnih vodih in napravah in podobno tudi v drugih sistemih lahko povzročajo resne motnje v delovanju in povečujejo hitrost obrabe njihovih sestavnih delov. Najpreprostejši način njihovega izločanja iz delovnih tekočin je uporaba ustreznih magnetnih izločevalnikov – čistilnikov. Podjetje *Electrodyne Co.* iz Cincinnatija je v ta namen razvilo učinkovit magnetni material, imenovan *Plastaloy*, iz katerega se lahko oblikujejo čistilniki različnih oblik in izvedb. Takšni čistilniki učinkovito lovijo in izločajo kovinske delce, ki krožijo skupaj z delovno tekočino v hidravličnih napravah in drugih sistemih industrijskih in mobilnih strojev. Z vgradnjo takšnih čistilnikov v sisteme, ki delujejo kot dodatni filtri, se lahko pomembno povečata njihova zanesljivost in trajnost delovanja.

Izdelki iz »plastaloya« se navadno z vulkaniziranjem v gumo oblikujejo



v fleksibilne magnetne, ki se lahko upogibajo in zvijajo brez izgube magnetne energije. Po željah kupcev se izdelujejo v obliki trakov, plošč ali stiskani v preoblikovalnih orodjih. Uporabni so za temperature do 150 °C. Odporni so na olja in primereni za uporabo v hidravličnih napra-

vah in podobnih sistemih na vozilih, mobilnih in obdelovalnih strojih ter drugih industrijskih postrojih.

Po Mechanical Engineering 130 (2008)8 – str. 21

www.smc.si

SMC Industrijska avtomatika d.o.o.
Mirnska cesta 7, 8210 TREBNJE
Tel.: 07 3885 412, Faks: 07 3885 435
E-pošta: office@smc.si

70 let teflona in razpis Plunkettovih nagrad za leto 2008/2009

Od odkritja pred 70 leti *Du Pontov teflon®* omogoča široka področja inovacij, od kuhinjske posode, sodobne elektronike, letalstva in vesoljske tehnike do opreme za kemijsko procesno tehniko in industrijo polprevodnikov.

Septembra 2008, sedemdeset let po odkritju politetrafluoretilena (PTFE), ki ga je odkril DuPontov znanstvenik Roy J. Plunkett ob eksperimentiranju s plinskimi hladili, se je podjetje v Bad Homburgu odločilo za razpis *Plunkettovih nagrad za leto 2008/2009*. Enako kot pri predhodnih tekmovanjih bodo nagrajene inovacije, pri katerih igrajo odločujočo vlogo DuPontovi sintetični materiali s fluorno osnovo. Tokrat velja kot osnova ocenjevanja kriterij trajnostnega razvoja. Skupina fluorovih sintetičnih materialov pri DuPontu obsega *Teflon®*, *Tefzel®* in *Zonyl®*, ki so na voljo v obliki folij, vlaken in prevlek, kot polimeri ali fluidni aditivi. V poštev pridejo za različno industrijsko uporabo in kot splošne potrošniške dobrine. Podrobne informacije o razpisnih pogojih, vključno z obrazci za prijavo, so na voljo na spletnem naslovu <http://teflon.com/plunkett>.

Patrick E. Lindner, globalni poslovni direktor pri DuPontu, za uporabnostne rešitve s fluorovimi polimeri poudarja, da bodo z razpisanimi *Plunkettovimi nagradami za inovacije in trajnostni razvoj* nagrajena podjetja, ki uporabljajo fluorove sintetične materiale za trajnostni razvoj in zmanjšane vplive na okolje. DuPont kot tradicionalni podpornik inovacij in trajnostnega razvoja in



svetovno znan izdelovalec fluorovih polimerov želi izpostaviti podjetja, ki imajo podobne razvojne cilje.

Plunkettove nagrade 2008/2009 bodo ob sočasnem povečanju denarnih zneskov v treh kategorijah – prva, druga in tretja – razširjene še s kategorijo »častno priznanje«. Zmagovalci bodo razglašeni na posebni prireditvi na začetku leta 2009. Dobitniki nagrad so lahko sodelavci podjetij ali posamezniki, ki so posamično ali skupinsko odgovorni za razvoj izdelka ali tehnološke storitve. Prednost pri nagradah imajo skupni dosežki več sodelujočih podjetij. V poštev pridejo izdelki z uporabo oz. komercializacijo, ki ni starejša od 1. avgusta 2003.

Predloge za na gradbo ocenjevala skupina neodvisnih strokovnjakov z univerze, iz industrije sintetičnih materialov, strokovnih združenj in strokovnega tiska. Pri ocenjevanju bodo upoštevani naslednji kriteriji:

- stopnja inovativnosti izdelka ali storitve,
- prispevek k trajnostnemu razvoju in zaščiti okolja,
- trenutna in potencialna področja uporabe,
- trenutna gospodarska pomembnost.

Prijave v angleščini je potrebno dostaviti najkasneje do 15. januarja 2009 v pisarno za nagrade po pošti na naslov: DuPont de Nemours Int. SA – Fluoroproducts, 2 chemin du Pavillion, 1218 Grand – Saconnex – Genf/Schweiz; po faksu: + 41 22 580 2346 ali na spletni naslov: www.teflon.com/plunkett.

Vir: Presseinfo – 70Jahre Teflon – DuPont schreibt Plunkett Awards 2008 für nachhaltige, innovative Anwendungen von Fluorkunststoffen aus – DuPont de Nemours GmbH (Deutschland), DuPont Straße 1, D-61343 Bad Homburg, BRD

Črna koda v lesnoobdelovalni industriji

Črna koda se vse bolj uveljavlja tudi v lesni industriji. S povezovanjem lesnoobdelovalnih strojev s tehnologijo črne kode lahko preprečimo napake pri sestavljanju pohištva. Potek dela je vnaprej predpisan in nadziran ter zato enostavnejši in hitrejši.

Ko pohištveni element zapusti obdelovalni stroj, tiskalnik izpiše nalepko s črno kodo – oznako, ki v kasnejših postopkih sestavljanja in obdelave pripomore k hitrejši identifikaciji in izbiri nadaljnje ustrezne obdelave. Identifikacija poteka hitro in točno, delavec s pomočjo čitalnika zajame podatke v črtni kodi pred nadaljevanjem dela na predvidenem stroju. Stroj nato na podlagi zajetih podatkov zavzame predpisani položaj in pohištveni kos obdela na ustrezen način. Ko so vsi elementi posameznega kosa pohištva obdelani, jih je potrebno le še sestaviti skupaj, kjer zopet pomaga tehnologija črne kode.

Identifikacija elementov pohištva je osnova za računalniško podprto povezavo strojev za izdelavo pohištva in konstrukcijo. Sistem sestavljajo:



Čitalnik za črtno kodo

- programska oprema za konstruiranje pohištva,
- seznam elementov,
- program za optimizacijo razreza (določimo tehnologije izdelave (izrez, zunanje formatiranje (rezkanje), vertikalno vrtnanje, izdelava utora za hrbtišče, horizontalno vrtnanje in vstavljanje moznikov),
- razrez plošč na elemente,
- tiskanje nalepk s podatki v črtni kodi,
- zajem podatkov s čitalniki za črtno kodo,
- program za postavitve mize in izvajanje,
- CNC-vrtnanje in vstavljanje moznikov,

- CNC-formatiranje, vrtnanje in žaganje.

Za označevanje posameznih elementov pohištva priporočamo tiskanje sintetičnih nalepk v kombinaciji s tiskalnimi trakovi na osnovi smole.

Za izpis do 300 nalepk dnevno priporočamo Zebrine namizne termične tiskalnice, za večje količine nalepk ali za delo v zahtevnejšem okolju pa Zebrine industrijske termične tiskalnice, katerih mehanizmi so sposobnejši in so pred umazanijo varovani z robustnim ohišjem.

Da bi zagotovili sledljivost v proizvodnji uporabljenih elementov in njihovo pravilno namestitve na stroje za nadaljnjo obdelavo (formatiranje, vrtnanje, vstavljanje moznikov, sestavljanje), si pomagamo z industrijskimi čitalniki za črtno kodo.

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

Inovativna etiketa za paketno distribucijo

Posebna patentirana etiketa Zebra Z-Slip predstavlja enostavno in hitro reševanje zagat, povezanih z označevanjem paketov, pošiljk in ostale kosovne pošte. Namenjena je vsem, ki se ukvarjajo z logistiko in transportom, še posebej pa tistim, katerih specializacija je paketna distribucija (pošta, hitra pošta, specialne dostavne službe, špedicija ipd.). Primerna je tudi za interno rabo v večjih družbah, npr. pri medskladiščnih prenosih ali za enostavnejše spremljanje blaga večjih vrednosti. Zaradi svoje praktičnosti prihrani ogromno časa: v nekaj sekundah etiketo izpišemo, odlepimo njeno zaščitno folijo in prilepimo na paket. Ta etiketa je odporna tudi na vodo in kemične vplive. V primeru odstranitve pusti sledi, s čimer je one-



Patentirana etiketa Zebra Z-Slip

mogočeno njeno odstranjevanje brez vidnih sledi. Kratek video, ki primerja tradicionalno označevanje paketov s sistemom označevanja z etiketo Z-Slip, je dosegljiv na spletni strani www.zebra.com/anim/Z-Slip.

Za tiskanje etiket Zebra Z-Slip priporoča družba LEOSS, d. o. o., ki je tudi Zebrin edini zastopnik v Slo-

veniji, Zebrine industrijske tiskalnice z ustrešno širino izpisa: Zebra 170XiIIIPlus™, Zebra 220XiIIIPlus™ ali ZM600. S tem sistemom prihranimo zelo veliko časa, saj nam tisk in lepljenje vsake etikete vzameta vsega **11** sekund. Če ta čas primerjamo s časom, ki ga porabimo pri običajnem označevanju paketov oz. pošiljk (**40** sekund), prihranimo pri vsakem paketu **29** sekund. Ko ta čas prenesemo na logistično-distribucijski center, v katerem vsak dan označijo **1.000** paketov, znaša prihranek časa **8** delovnih ur dnevno oz. neverjetnih **2.000** delovnih ur letno.

Etiket Z-Slip ne lepimo samo na papir in karton, pač pa tudi na kovine, steklo, plastiko, na valovite in zguba-

ne površine. Zaradi zaščitne prevleke jih lahko uporabljamo znotraj temperaturnega intervala med $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ tudi v zahtevnejših razmerah (umazanija, prah, vlažnost, UV-svetloba, voda, kemikalije, čistilna sredstva, maziva in olja).

Dimenzije:

velikost celotne etikete z ovitkom: 168,3 mm x 152,4 mm
površina, primerna za tiskanje: 142,9 mm x 127 mm

Priporočena oprema:

- Z-Slip

- industrijski termični tiskalniki Zebra

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*

 <p>CONTROL TECHNIQUES 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>PS 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>ELGO ELECTRIC</p> <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
--	---	--

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile





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

Sistemi za avtomatizacijo proizvodnje

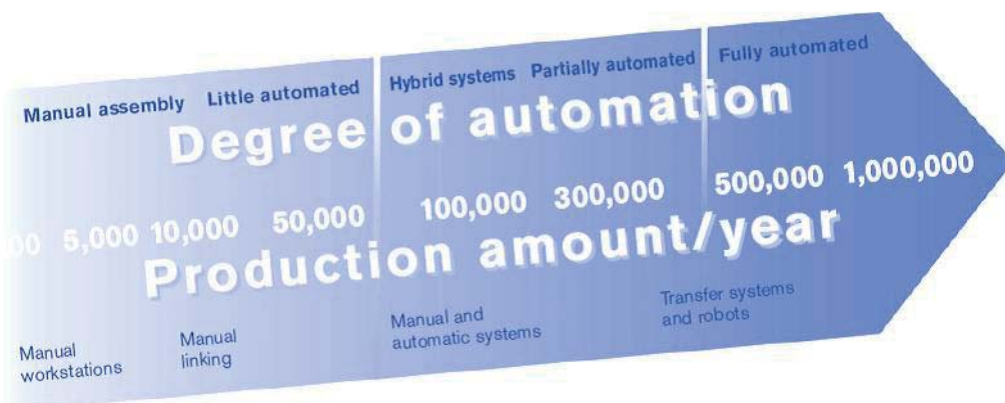
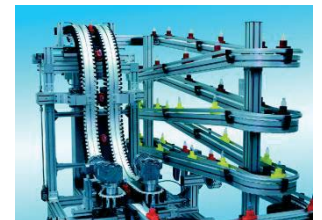
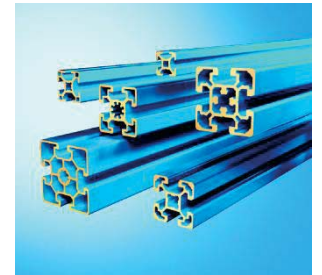
Izkušnje in kvaliteta



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

Stanje pnevmatike v Evropi in Sloveniji

Trg pnevmatike, kot dela fluidne tehnike, je po podatkih, ki so na voljo, še vedno v porastu. Na trgu se pojavljajo novi proizvajalci, vendar je delež prodaje firme FESTO v Evropi in v svetu še vedno velik in pomemben. Skupaj z elektroniko in informacijsko tehnologijo bo pnevmatika tudi v prihodnje ključna za avtomatizacijo proizvodnje. O tem ter o načrtih pri razvoju komponent smo se pogovarjali z g. Bogdanom Opaškarjem, direktorjem Deželnih firm FESTO Slovenije in Hrvaške.



g. Bogdan Opaškar

Ventil: Kakšno je trenutno gibanje in stanje trga pnevmatike v Evropi in po svetu in kakšen je delež podjetja FESTO?

B. Opaškar: V firmi FESTO spremljamo gibanje trga po svetu in po podatkih, ki so na voljo, lahko zaključimo, da je porast prodaje pnevmatike v svetu stalen. To je mogoče zaznati tudi iz različnih poročil, objavljenih v strokovni literaturi in na spletih.

Sam lahko več povem o stanju trga, ki je zanimiv za podjetje FESTO. V podjetju ugotavljamo, da prodaja pnevmatike po svetu narašča s trendom 5–10 %. Na zahodnem področju, v industrijsko bolj razvitih državah, je porast prodaje nekoliko nižji, to je okrog 5 %. V deželah Centralne in

Vzhodne Evrope, kamor uvrščamo pri Festu države, kot so Rusija, Češka, Madžarska, Estonija, tudi Slovenija, Hrvaška in Srbija, pa je porast prodaje pnevmatike tudi do 15 % in tudi do 20 %.

O svetovnem gibanju bi težko govoril, ker poznam le področje regij ena in dve, to je Evrope z Rusijo. Reči pa je mogoče, da je v podrazvitih trgih trend nekoliko večji. Podatke o prodaji fluidnih komponent v Evropi dobimo tudi preko Odbora za fluidno tehniko v okviru Gospodarske zbornice, ki še vedno deluje, in proizvajalci fluidne tehnike se še vedno zanimajo za sodelovanje v odboru in posredno v CETOP-u. Zanje je pomembno vedeti, kako se giblje in razvija trg v Evropi, kakšni so novi standardi, ter kako poteka delo odbora za izobraževanje.

Z vidika FESTA se delež prodaje in izdelave čistih pnevmatičnih komponent sicer manjša, čeprav v absolutni vrednosti ostaja na isti ravni oziroma rahlo narašča. To padanje je vedno v korist elektropnevmatike. To po informacijah velja tudi za druge proizvajalce pnevmatičnih komponent. Segment elektrike in elektronike močno narašča, kar je trend pri vseh proizvajalcih pnevmatičnih komponent.

Poleg tega je pomemben delež pri prodaji tako imenovanih »customer« rešitev, ki jih kupci vgrajujejo v svoje stroje. To so komponente in moduli, narejeni po posebnih zahtevah in

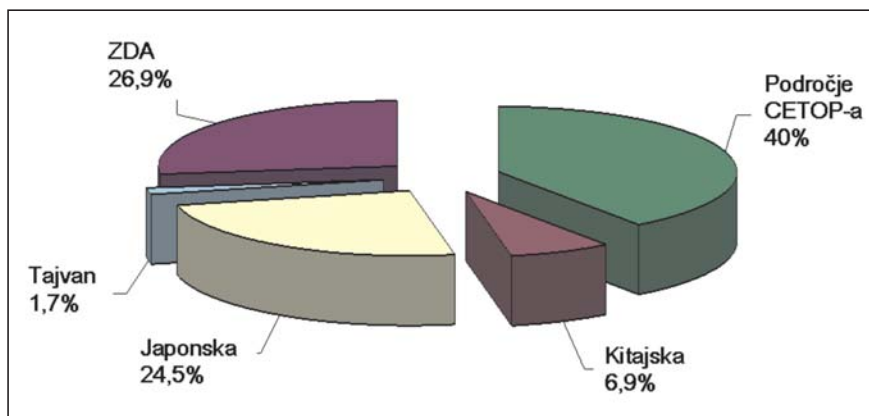
podatkih naših kupcev. Podsklopi in moduli, ki jih pripravimo zanje, skrajšujejo čas izdelave avtomatiziranih strojev.

Festo je v Evropi na področju pnevmatike trdno zasidran na prvem mestu. Ima 35-odstotni delež trga pnevmatike, v vzhodni in centralni Evropi je delež okrog 50 % in v svetu je delež pnevmatike in elektropnevmatike Festa nekaj več kot 20 %. S svojimi izdelki ustvari eno milijardo šeststo tisoč evrov letnega prometa.

Večino ventilov in ventilskih otokov in cilindrov se izdeluje v Nemčiji, vendar ima Festo podjetja tudi po svetu. V Sloveniji se za Festo izdelujejo deli ventilov le v omejeni količini, proizvodnja senzorjev je v Bolgariji, cevi na Češkem, na Madžarskem priprava zraka, nekaj se izdeluje tudi v Indiji in Braziliji. Rešitve po meri naročnika: center imamo na Poljskem in še nekaj drugih manjših centrov po svetu.

Ventil: Kdo so kupci vaših izdelkov?

B. Opaškar: Po podatkih so naši kupci graditelji strojev v vrednosti 60 % in končni uporabniki 40 %, kar velja tako za Slovenijo oziroma za trg, ki ga mi tu pokrivamo, enako tudi za prodajo v Nemčiji. Priznati je treba, da na slovenskem trgu nekoliko zaostajamo, ker smo navajeni sami izdelovati čim več, vendar se stanje izboljšuje. Slovenski trg je relativno majhen, naše firme so majhne. Kolegi v Nemčiji



Deleži trga pnevmatike po državah v letu 2006 (vir CETOP)

delajo v glavnem za internacionalne firme. V Sloveniji temu ni tako.

Po branžah zavzema elektroindustrija največji delež, nato procesna industrija, med njimi farmacevtska industrija, kjer pa so naši izdelki prodani preko različnih dobaviteljev strojev in linij ter opreme, ki jo izdelujejo slovenski strojograditelji.

Kupci vgrajujejo naše komponente v stroje, ki se uporabljajo doma, v slovenski industriji, vendar je v zadnjem času mogoče zaznati, da gre do njihovi stroji in enote tudi v tujino. Ker je slovenski trg premajhen, so se usmerili na tuji trg, vendar so se v glavne omejili na krog 500 km, predvsem zaradi poprodajnih aktivnosti. Poznano je, da so slovenske firme relativno majhne, zaposlenih je od 3 do 50 ljudi in morajo paziti na stroške, ki so povezani s temi aktivnostmi. So tudi večja podjetja, strojogradnje, kot so UNIOR Zreče, Gostol, SMM, INO, FC Group in ostali, ki prodajajo svoje stroje tudi v druge dežele. Prednost vgrajevanja komponent FESTA je v tem, da lahko preko mreže podjetja podpiramo poprodajne aktivnosti tem našim kupcem tudi na bolj oddaljenih trgih.

Naše konkurenčne prednosti je težko strniti v en zaključek, na določenih segmentih je to cena, na drugih področjih pa nudimo usluge, ki jih konkurenca nima. Festo je bil prvi pri ponudbi rešitev po želji kupcev (customer solutions).

Ventil: Na področju avtomatizacije delujete vi osebno že zelo dolgo,

kakšne so vaše izkušnje in opažanja?

B. Opaškar: Temelji so bili narejeni že v preteklosti, ko je Slovenija imela na trgu Jugoslavije vodilno vlogo in je po obdobju stagnacije ponovno zaživela. Najbrž je k temu pripomoglo znanje, ki je bilo še vedno v tem prostoru.

Slovenija gre po trendih, ki so vidni v celotni Evropi. Povpraševanje po tako imenovanih komponentah cenene avtomatizacije, ki pa zdaj to seveda niso več, saj so to inteligentne in integrirane komponente pnevmatike in elektronike, narašča. Naši kupci in kupci strojev zahtevajo zanesljive komponente, s čim manj zastoji, in če zastoji so, da so napake čim prej odpravljene. Med komponentami, ki jih trg vedno bolj zahteva, so inteligentne, kot so posamezne osi s servopnevmatičnimi ventili ali z elektro servo osmi, inteligentni senzorji za diagnostiko, za zajemanje podatkov in identifikacijo stanja in komponente za prenos podatkov z različnim mediji. Diagnostika se vedno bolj uveljavlja, omogoča, da se napake lahko hitro odpravijo, pri tem se uporablja diagnostika preko običajnih končnih stikal do inteligentnih senzorskih sistemov. Hkrati pa modulna gradnja omogoča, da je zamenjava komponent hitra in zanesljiva.

Ko primerjamo avtomatizirane sisteme in strojogradnjo doma in po svetu, je treba povedati, da imajo naši inženirji zelo dobre ideje in rešitve, ki so pogosto enostavne, vendar konkurenčne ter uspešne, po

zanesljivosti ne zaostajamo za industrijsko bolj razvitim svetom. Znanje inženirjev je na zelo visoki ravni, tudi izdelava je na dovolj kakovostna. Po mojih opažanjih pa je naša šibka točka oblikovanje. Prav znanje s področja oblikovanja manjka tehničnemu kadru. Dobro bi bilo, da bi tehniki pridobili ta znanja že med izobraževanjem. Strojniki v času študija dobijo informacijo, da mora imeti izdelek ustrezno obliko, vendar kako in kaj je treba upoštevati pri oblikovanju, tega nas niso naučili.

Pri Festu se zavedamo, da morajo imeti komponente poleg ustreznih tehniških lastnosti tudi funkcionalno in estetsko oblikovanje. Tako Festo skoraj vsako leto dobiva za svoje izdelke nagrade na mednarodnih razstavah oblikovanja.

Prihodnost avtomatizacije je v slovenski industriji v povezovanju s tujimi partnerji, tržnih nišah in izdelkih, ki zahtevajo veliko dodanega znanja, to je delo visoko izobraženih strokovnjakov, ki so zdaj še pripravljene delati za nekoliko nižje prejemke kot na zahodu. Žal pa se tudi pri nas pozna primanjkljaj strojnih in elektroinženirjev. Hipotetično gledano bi lahko bila naša industrija korak naprej, če ne bi bilo pomanjkanja prav strojnih in elektroinženirjev.

Ventil: Kakšen pomen vidite v CETOP-u?

B. Opaškar: Glede izobraževanje po priporočilih CETOP-a menim, da je to prava smer, saj se pridobita certificirano znanje in usposobljenost. Potrebno je, da bi strokovnjaki pridobili temeljno znanje s področja fluidne tehnike ter elektrotehnike. Kot je bilo že nekaj povedanega o tem, so v Evropi že pripravljene smernice ter so nekatere države – Anglija, Francija, Italija – že pričele s tem usposabljanjem. To bi pomenilo prednost za strokovnjake, ki bi se s tem certifikatom zaposlili povsod v Evropi in delodajalec bi vedel, kaj lahko pričakuje od zaposlenega. Seveda

FESTO



Expotainer podjetja FESTO

bo tako izobraževanje v Sloveniji zaživel, ko bo potreba po tem dovolj velika. Navadno pri nas zahteva veliko volonterskega dela.

Za zdaj uporabljamo svojo didaktično opremo in izobraževanje, ki ga vodi FESTO Didactic.

Ventil: *Okolje in FESTO?*

B. Opaškar: Festo je pridobil ustrezne certifikate v zvezi z okoljem in z varčevanjem energije upošteva različne direktive in se poskuša ravnati energetske varčno in prijazno do okolja. Tako tudi v svojih zgradbah uporabljamo ogrevanje s toplotnimi črpalkami. V proizvodnji se obnašamo energetske varčno in tudi pri komponentah smo okolju prijazni.

Tu naj še enkrat omenim, da mazanje naših komponent ni več potrebno, razen v ekstremnih pogojih delovanja. Nobenega olja, ki je škodljivo okolju in ljudem. Na to še posebej opozarjamo svoje kupce. Če uporabnik kljub temu uporabi mazanje z oljem, mora s tem nadaljevati.

Ventil: *Kakšne so novosti in razvoj na področju pnevmatičnih komponent pri FESTU?*

B. Opaškar: Festo vlaga v znanje okrog en odstotek in v razvoj novih izdelkov 6 % od prometa. Vsako leto da na trg okrog 100 novih izdelkov, kar je zelo veliko. Trg narekuje ta razvoj.

Vsako leto razvijamo nove modele aktuatorjev, pri katerih se zavzemamo za večjo zanesljivost in nižanje cene. Za določene komponente uvajamo nove materiale, med njimi tehnične polimere, predvsem za nižne produkte, kaj revolucionarnega pa ne pričakujemo. Visokotehnološki polimeri se uporabljajo že 30 let, pri cilindrih so to končni pokrovi, vendar niso bistveno cenejši od aluminija, imajo pa manjšo maso. Tudi ventili in ventilski otoki so iz teh materialov. Reklamacij na te materiale skoraj ni.

Izdelke izpopolnjujemo in pripravljamo nove konfiguracije. Aktuatorje povezujemo s celovitim nadzornim sistemom, s senzorji. V splošnem ohranjamo jedro aktuatorjev, ki jih nadgrajujemo in s pomočjo naših svetovalcev omogočamo izbiro aktuatorjev iz široke palete ter razvijamo komponente prav za potrebe kupcev.

Kot posebnost so valji s samonastavljivim dušenjem, kjer se dušenje prilagaja gibajoči se masi in pomeni velik prihranek pri montaži strojev oziroma pri zagonu.

Na področju ventilov se, poleg standardnega programa, v glavnem usmerjamo v razvoj ventilskih otokov z integracijo diagnostike, z vgrajevanjem proporcionalnih tlačnih ventilov, kjer se tlak nastavlja na daljavo in ni treba posamičnega nastavljanja.

Smer razvoja je elektrika, električno gnani pogoni, prijemala, kar se zdaj rešuje s pnevmatičnimi valji. V prihodnosti se bo vsaj polovico tega reševalo z električnimi komponentami, seveda tam, kjer se zahteva natančno pozicioniranje. Vzrok so stroški, saj je zrak dražji in izgube pri komprimiranju zraka in izgube zaradi netesnosti pri prenosu stisnjenega zraka pokrijejo višje cene električnih pogonov.

Pričakujemo, da bo v naslednjih 10 letih prodor električnih pogonov in prijemal izreden in najbrž bodo nadomestili pnevmatiko v polovici primerov, če bo elektrika še vedno cenejši vir energije. Zavedati se moramo, da zrak ni tako cenen, kot si pogosto mislimo.

Pnevmatske pogone za pozicioniranje (+ -0,2 mm) bodo povsem zamenjali električni pogoni z zobatim jermenskim prenosom do natančnosti pozicioniranja $\pm=0,1$ mm, navojnimi vreteni za $\pm 0,01$ mm, posebne osi z navojnimi vreteni za natančnosti pozicije 1 mikron. Take pogone in natančnost zahtevajo predvsem v laserski tehnologiji in pri optičnih sistemih. Cene motorjev so se znižale. Za določene primere uporabe pa bomo razvijali tudi linearne servomotorje.

Trend pri ventilih je diagnostika na modulih in v kanalih, da se ugotovi, kateri senzor je odpovedal – novi pnevmatični proporcionalni tlačni ventili, ki jih je mogoče nastavljati na daljavo. Vse v želji skrajšati čas zagona strojev, kjer je uporabljena pnevmatika, ter skrajšanje časov zastojev s podporo pri odkrivanju napak.

Festo sam ne gradi avtomatiziranih naprav ali sistemov, lahko pa iz naših komponent izdelamo rešitve – podslope za naše kupce, kot so na primer manipulatorji (triosni ali dvoosni manipulatorji s prijemali). Še vedno pa bomo razvijali izvedbe po želji naročnika, tako komponente kot module.

Ventil: *Kako pridete do svojih kupcev in kako jih seznanjate s svojimi izdelki?*

B. Opaškar: Festo prodaja svoje izdelke v glavnem preko osebnih stikov. V ta namen imamo svoje izobraževalne prostore in srečanja, kjer kupce seznanimo z novitetami. Izobraževanje poteka tudi v izobraževalnem centru – ICA v Slovenskih Konjicah. Občasno obiščemo naše kupce z razstavnim tovrnjakom – »expotainerjem«. Tudi v okviru kluba FESTO seznanjamo naše kupce s tehničnimi značilnostmi naših komponent in z novostmi.

Za nas je pomemben nastop na Hannoverškem sejmu in na sejmu Motek. Še posebno to velja za sejem Motek,

kamor povabimo svoje kupce s tega področja oziroma Festo povabi kupce z vse Evrope, da lahko vidijo, kje in kako so pnevmatične in elektropnevmatične komponente uporabljene v montažnih in strežnih sistemih in kaj lahko na področju avtomatizacije nudi FESTO. Hannover je ponavadi mesto za predstavitev novih produktov in nekaj rešitev po želji naročnikov in didaktika.

Doma novitete predstavimo tudi v reviji Ventil, udeležimo se strokovnega srečanja Fluidna tehnika v organizacije Fakultete za strojništvo Maribor

ter prireditve Avtomatizacije strege in montaže, ki jo organizira Laboratorij za strego in montažo Fakultete za strojništvo v Ljubljani.

Naloga naše firme je, da vse novitete predstavimo strokovnjakom, da jim pokažemo, kako uporabiti nove komponente in kako bodo lažje izvedli projekt ter pripravili boljše rešitve.

Hvala za pogovor in uspešno delo tudi v prihodnje.

Dr. Dragica Noe

Karierni sejmi

Karierni sejmi so stičišča ponudbe in povpraševanja po delu – namenjeni so srečevanju delodajalcev in iskalcev dela. Podjetja jih izkoriščajo za promocijo podjetja kot delodajalca in za spoznavanje primernih kandidatov.

Vsakdo, ki išče delo, ve, kako težko je priti do zaposlitvenega intervjuja, še posebno, če je kdo začetnik in nima veliko delovnih izkušenj – na tem sejmu pa so odgovorni za kadre zbrani ravno z namenom, da najdejo ustrezne kadre. Številni posamezniki z dolgoletnimi delovnimi izkušnjami niso zadovoljni s svojim trenutnim delovnim položajem in delovnim mestom. Sejem je velika priložnost, da si najdejo boljše delo, boljše delodajalce in boljše plačo ter premaknejo svojo kariero s stative točke.

Zakaj je še vredno hoditi na karierne sejme?

Na sejmu lahko v enem dnevu spoznate veliko več odgovornih za kadre iz različnih uveljavljenih slovenskih podjetij, kot bi jih morda v vsem letu. Ali celo v več letih. Delodajalci plačajo, da se lahko na sejmu srečajo z vami. Razrešiti

želijo svoje težave po pomanjkanju kakovostnih kadrov, da ne bi trpeli niti prihodnji delovni projekti niti posli.

Da na sejmu srečajo čim več primernih kandidatov in potencialnih prihodnjih sodelavcev, pripravijo posebne CV-vprašalnike, predstavivene brošure, organizirajo razne dogodke in nagradne igre, atraktivne stojnice z veliko spremljevalnega osebja.



Vse, kar morate pri tem narediti vi, je, da se na sejem primerno pripravite, se pozanimajte, katera podjetja iščejo kadre vašega ali sorodnega poklicnega profila, pravočasno pridete na sejem, izberete stojnice, kjer so za vas zanimivi delodajalci, in pristopite do osebja ob njih.

Zakaj se je za takšne sejme potrebno pripraviti?

Dobra priprava na sejem bo dala najboljši učinek – da spoznate več delodajalcev, pri katerih bi želeli

delati, in dobite več priložnosti za delo. Na sejmu ne boste sami, temveč obdani s številnimi drugimi iskalci, zato je zelo pomembno, da se zelenemu delodajalcu predstavite kar se da jedrnato in usmerjeno v sklopu omejenega časa, ki ga imate na voljo. Za učinkovit nastop na sejmu je potrebno prej vsaj:

- preučili potrebe nastopajočih podjetij,
- si pripraviti kratek predstavitveni govor, ki bo lahko predstavnik delodajalcev prepričal, da imate znanja in veščine, potrebne za delo v njihovih podjetjih,
- imeti s seboj vaše skrbno pripravljene življenjepis in
- priti na sejem z zvrhano mero pozitivne energije.

Karierni sejem Kariera 08 bo letos 26. in 27. novembra

Organiziral ga bo zaposlitveni portal MojeDelo.com na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani. Več informacij o sejmu lahko najdete na spletni strani www.kariernisejem.com kjer si lahko pogledate, kateri delodajalci bodo letos nastopili na sejmu in katere profile kadrov bodo iskali.

www.kariernisejem.com

Že več kot 25 let v službi uporabnikov fluidne tehnike in avtomatizacije – Hypex, Lesce

Podjetje Hypex z več kot 25-letno tradicijo je naš pomembni izdelovalec sestavin, enot, naprav in strojev za industrijsko avtomatizacijo s težiščem na fluidni tehniki in mehatroniki. Razvilo se je iz obrtne delavnice in postalo prepoznavno in uspešno podjetje predvsem za prototipno in maloserijsko izdelavo posebnih izvedb sestavin in enot pnevmatike, hidravlike in splošne fluidne tehnike ter posebnih avtomatiziranih naprav in strojev za preskušanje in industrijsko obdelavo. O dolgoletnem uspešnem poslovanju podjetja smo se pogovarjali z ustanoviteljem in sedanjim direktorjem gospodom Janezom Grilcem.

Ventil: Spoštovani g. direktor, podjetje HYPEx je že dolga leta uveljavljen dobavitelj opreme za fluidno tehniko in avtomatizacijo v naši ožji domovini. Prosimo vas, da nam na kratko predstavite, kako je podjetje nastalo, kako se je razvijalo in kakšna je njegova dejavnost danes.

J. Grilc: Začetek dejavnosti sega v leto 1982, takrat sem začel kot obrtnik s proizvodnjo pnevmatičnih in hidravličnih priključkov, različnih ventilov itd. Povpraševanje kupcev je bilo mnogo širše in pokazala se je potreba po razširitvi ponudbe. Ponudbo sem razširil s produkti drugih proizvajalcev, največ iz uvoza. Za realizacijo tega je bilo potrebno leta 1990 ustanoviti podjetje, ki je lahko opravljalo vse te dejavnosti. S spoznavanjem tržnih razmer pa se je v novem času postavilo vprašanje, ali sploh obdržati nekonkurenčno proizvodnjo. Odločili smo se, da za nekaj let prenehamo s proizvodnjo, toda v letu 1997 se je ponovno izkazalo, da z lastnim razvojem in proizvodnjo lahko nudimo dobro podporo komercialni dejavnosti. S tem smo razširili in dodali še dodatno ponudbo, kar je veliko pomenilo predvsem na področju posebnih izvedb različnih komponent. Vzporedno s tem smo pričeli tudi z gradnjo strojev in naprav predvsem za preskušanje komponent,

ki smo jih vključevali v program naše blagovne znamke *Uni-Air*. Stroji in naprave, projektirane in izdelane pri nas, so se izkazale kot zelo dobre in uspešne, tako da se je tudi ta del dejavnosti pokazal kot tržno perspektiven. Današnja dejavnost bi najlažje predstavili kar po posameznih skupinah, s katerimi nastopamo na trgu:

1 – *industrijska pnevmatika*: pnevmatični valji po standardih ali po zahtevah kupca, krmilni ventili, enote za pripravo zraka, cevi,

cevne spojke, enote za vodenje, senzori itd. Skratka kompleten osnovni program pnevmatičnih komponent;

2 – *komponente fluidne tehnike*: ventili za različne medije: kroglični, loputasti, membranski in magnetni ventili; pnevmatični in električni aktuatorji: zasučni in linearni; varnostni ventili, merilniki tlaka in temperature ipd.;

3 – *linearna tehnika*: prizmatična in okrogla vodila, kroglična in tra-



Proizvodni obrat z računalniško vodenimi obdelovalnimi centri



Visokoproduktivna obdelava z odrezavanjem

- pezna vretena, blažilniki sunkov, linearni ležaji ipd.;
- 4 – *profilna tehnika*: aluminijasti profili, spojni elementi in pribor;
- 5 – *industrijska oprema*: ergonomsko oblikovana delovna mesta z manjšimi delovnimi pripravami ipd.;
- 6 – *avtomatizirani stroji in naprave*: predvsem montažni stroji in naprave za preskušanje.

Ventil: Ali je težišče vaše dejavnosti predvsem na ponudbi in zastopanju tujih firm ali imate tudi uveljavljene lastne izdelke in storitve?

J. Grilc: Osnovna vsebina odgovora na to vprašanje je že v prvem odgovoru. Pri tem lahko še enkrat poudarimo, da je težišče naše dejavnosti široko pokrivanje področja industrijske avtomatizacije, predvsem z lastnimi izdelki in rešitvami.

Ventil: Kateri izdelki so najpomembnejši in katere firme so vaši najpomembnejši principalji?

J. Grilc: Zanimajo nas predvsem področja fluidne tehnike, avtomatizacije strege in montaže ter seveda mehatronike. Najpomembnejši izdelki so tisti, ki so plod lastnega razvoja, ki pa ne dosežejo velikih količin naročil. Naše podjetje je specializirano tudi za manjše serije in prototipne izvedbe, ni tipično predstavniško,

dobavitelji so vsi enako pomembni, seveda če zadovoljujejo naše zahteve, predvsem s kvaliteto. Zato imamo organizirano ostro vhodno in izhodno kontrolo, ki jo nameravamo še bolj sistemizirati. V reklamiranju firm, katerih blago prodajamo, pa ne vidimo posebnega smisla, saj so le manjši del v mozaiku posameznega prodajnega segmenta. S svojo blagovno znamko in svojim imenom jamčimo za kakovost in primer-



Visokoproduktivna obdelava z odrezavanjem

no ceno. Kupci to prepoznajo. Globalizacija pa vodi v to smer, mar ne?

Ventil: In kateri/kdo so vaši najpomembnejši kupci – uporabniki? Ali ste dejavni tudi v tujini?

J. Grilc: V Sloveniji imamo okoli 800 stalnih kupcev, od večjih in manjših do občasnih. V tujini pa nastopamo v glavnem preko trgovcev. Z nekaterimi dobavitelji imamo dogovorjeno izmenjavo izdelkov.

Ventil: Kako rešujete vprašanja ustreznih strokovnih kadrov in kako ocenjujete ustreznost našega rednega in dopolnilnega izobraževanja, seveda s poudarkom na fluidni tehniki, avtomatizaciji in mehatroniki?

J. Grilc: Lahko trdimo da imamo v podjetju zadovoljivo strokovno sestavo sodelavcev – od strokovnjakov z veliko znanja in prakse do mladih inženirjev. Trenutno pa štipendiramo dva mehatronika in enega strojnika. Naše redno izobraževanje je brez dvoma kar ustrezno, predvsem pa nujno potrebno za nadaljnji razvoj. Prav tako je tudi dopolnilno izobraževanje pri nas sorazmerno dobro, čeprav ga žal slabo poznamo.



Zgled kompleksno avtomatiziranega stroja

Ventil: Vemo, da poslovna in strokovna združenja cenijo, saj je vaše podjetje že dolga leta nazaj član združenja Fluidne tehnike Slovenije, vaši sodelavci pa so tudi člani Slovenskega društva za fluidno tehniko. Kako ocenjujete uspešnost delovanja omenjenih združenj in kakšni so vaši predlogi za izboljšanje njihovega dela?

J. Grilc: Poslovno in strokovno združenje ocenjujem pozitivno, naj se razvijata tako uspešno kot do sedaj.

Ventil: In kako ocenjujete pomen standardizacije in sorodnih dejavnosti na

mednarodni in domači ravni? Kako se v podjetju soočate s temi vprašanji?

J. Grilc: Standardizacijo ocenjujem kot potrebo časa, saj ima podjetje, ki tega formalno ne izpolnjuje, otežen pristop do zahtevnejših kupcev in probleme pri prvih kontaktih z njimi. Če pa so izdelki kvalitetni, po standardih ne sprašujejo več. Tudi mi pripravljamo delno standardizacijo nekaterih izdelkov iz naše produkcije.

Ventil: Dobrodošlo je vaše mnenje o drugih vprašanih fluidne tehnike



Skladišče sestavin in sestavnih delov

in avtomatizacije v Sloveniji kot tudi vaša ocena revije Ventil!

J. Grilc: Revija Ventil je odlična, naj taka tudi ostane.

Če pa dovolite, bi izkoristil priložnost intervjuja, da na kratko obvestimo vse naše dosedanje in bodoče kupce, da smo za zadnje četrletje tega leta pripravili kar nekaj novosti na posameznih področjih naše dejavnosti, in sicer:

Pnevmatika:

- novi kratkogibni pnevmatični valji po standardu ISO 21287,
- nove dimenzije ročnih ventilov: 3/8", 1/2 in 3/4",
- obsežnejša ponudba cevi za pnevmatiko.

Linearna tehnika:

- trapezna vretena in matice,
- večji izbor krogelnih vreten in matic (valjana C7, brušena C5 in C3),
- večji izbor linearnih ležajev.

Fluidna tehnika – splošno:

- loputasti ventili za sanitarno tehniko,
- zapirni in regulacijski ventili za paro in vodo,
- protipovratni ventili za paro in vodo,
- ogledna stekla,
- obširnejši program varnostnih ventilov,
- elektromagnetni ventili za industrijske medije v nerjavni izvedbi,
- nerjavni sedežni ventili s pogonom.

Profilna tehnika:

- obširnejši izbor profilov,
- zaščitne mreže,
- zaščitna pleksistekla.

Poleg vseh naštetih novosti pa bomo kupcem zagotovili tudi možnost nakupovanja preko spleta. S tem bo omogočeno hitrejše in preglednejše nakupovanje.

Ventil: Najlepša hvala za vaše sodelovanje in zanimive odgovore.

Anton Stušek,
uredništvo revije Ventil

Hypex

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



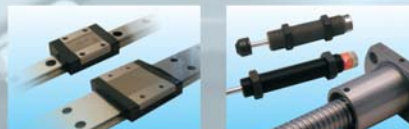
senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter indukcijski senzori

PROCESNA TEHNIKA



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

LINEARNA TEHNIKA



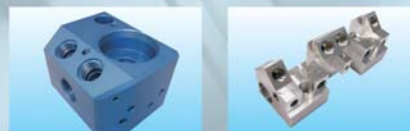
tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

- 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

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Symposium »Sicherheit von Fluidtechnischen Steuerungen« (Varnost fluidnotehničnih krmilij)

13. 11. 2008

Bildungsstätte Lengfurt, ZRN

Organizator:

- FA MFS – Fachansschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau der Berufsgenossenschaft Metall Nord

Tematika:

- Uvod v nov standard o varnosti fluidnotehničnih krmilij DIN EN ISO 13849-1: 2007, z naslednjimi vsebinami:
- primeri fluidnotehničnih krmilij
- varnostnotehnične zahteve za hidravliko
- varnostnotehnične zahteve za pnevmatiko
- tlačna oprema fluidnotehničnih krmilij

Informacije:

- naslov: Berufsgenossenschaft metall Nord Süd, Abt. Ausbildung, Postfach 3780, 55027 Mainz, BRD
- faks: + 06131/802-15600
- e-pošta: aus.seminar@bqmet.de

nadaljevanje na strani 455

A Novel Valve Concept Including the Valvistor Poppet Valve

Björn ERIKSSON, Jonas LARSSON, Jan-Ove PALMBERG

Abstract: These days, energy efficient mobile fluid power systems are of great interest. A mobile system containing several different cylinder drives supplied with a single load sensing pump (LS-pump) has a number of advantages as well as disadvantages. One of the main advantages is the need only one system pump. This makes the fluid power system compact and cost-effective. A challenge is to keep the hydraulic losses at a low level, especially losses at smaller loads. This paper introduces a fail-safe proportional valve element that is based on the Valvistor poppet valve. Due to the demands of flexibility the poppet valve is bi-directional. The valve has an innovative hydro-mechanical layout that makes it fail-safe, unwanted lowering loads, for example, never occur. The new valve includes simple sensors that are suitable for identification of mode switches, e.g. between normal, differential and regenerative modes. It is also possible to maneuver the system with maintained velocity control in the case of sensor failure. In a less complex system the concept has benefits as well. For example in systems where fail-safe bi-directional on/off valve are needed, then without mode sensing capabilities.

Keywords: fluid power, poppet valve, Valvistor, bi-directional, fail-safe,

1 Introduction

These days, energy efficient mobile fluid power systems are of great interest. A mobile system containing several different cylinder drives supplied with a single LS-pump has a number of advantages as well as disadvantages.

One of the main advantages is the need for only one system pump. This makes the fluid power system compact and cost-effective. A challenge is to keep the hydraulic losses at a low level, especially losses at smaller loads.

Currently there are two main options to avoid these kinds of losses. Those

PhD-student, Björn Eriksson, Assistant Professor, Jonas Larsson, Prof. Jan-Ove Palmberg; Division of Fluid and Mechanical Engineering Systems, Department of Management and Engineering, Linköping University, Sweden

are either supplying each cylinder from different dedicated pumps, or using hydraulic transformers with each cylinder together with one system pump. Both solutions entail undesired increased cost and more usage of space.

Another way to reduce the losses at small loads is to allow the cylinders to operate in differential and regenerative mode when possible. This solution implies a need for more flexible valves. The mechanical link between meter-in and meter-out has to be broken.

This paper proposes a valve, based on the Valvistor seat valve [1], that meets the flexible properties mentioned above. The proposed valve can be sized for a wide flow range that suits most mobile applications.

In a less complex system the concept has benefits as well. For example in systems where fail-safe bi-directional on/off valve are needed, then without mode sensing capabilities, see [2].

2 Aims

The aim of this paper is to propose a design of a flexible, robust and fail-safe proportional bi-directional poppet valve. The valve has to be robust and fail-safe. Critical functions such as pressure compensation and load holding can not rely on sensors. Nonetheless, the valve must have good metering properties such as pressure-flow characteristics. It is desirable to have some sensors to be able to determine the operational conditions, especially pressure drop direction.

To make a valve system like this possible to produce, at a reasonable cost, it has to be modular. For instance, opportunities must exist to use the same pilot components for all or most valve sizes. The need for actuation force should be kept at a low level to minimize cost.

3 Related research

There are several ongoing projects around the world in the area of split

spool valves, for example Eatons UltronicTM valve [3], and Huscos INCOVA[®] [4]. The Ultronic design uses fast high performance pilot operated spool valves. INCOVA consists of poppet valves.

The difference between these concepts lies mainly in the hardware layout. The Eatons UltronicTM concept uses two three-way spool valves that connect each cylinder chamber to pump line and tank. Huscos INCOVA[®] concept uses four independent two way poppet valves that connect each cylinder chamber to pump line and tank independently.

■ 4 Fail-safe

Mobile fluid power applications usually handle a large amount of energy. If something in such a system goes wrong, it will presumably cause considerable damage. This is one reason why robust and fail-safe components are needed. When gaining flexibility through making valves bi-directional, there is a risk that new failure modes will be introduced, for instance flow in an unwanted direction.

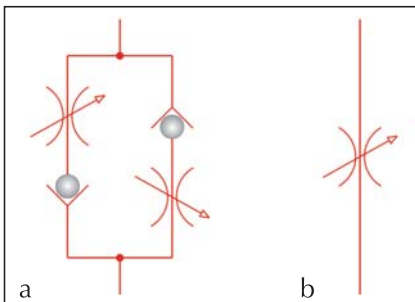


Figure 1. Schematic sketch of the Fail-safe properties of the Valvistor valve: (a) The double pilot concept, (b) A single valve concept

In order to produce a valve that never opens up for flow in the wrong direction, the one proposed here is equipped with two parallel pilot circuits, schematically shown in figure 1(a). If the aim is to achieve a flow from the B-side to the A-side in figure 2, then the right-hand pilot in figure 2 valve is used. However, if the pressure p_A is higher than the pressure p_B the result will be that the valve remains closed. This is important as a fail-safe feature.

In a mobile application, a telehandler for example, it is important to prevent falling loads. The schematic valve arrangements in figure 1 are assumed to be meter-in valves, flows upward in the figure. Suppose that the load will be lifted, flow upward in the figure. The left-hand valve in figure 1(a) is used. If the pressure drop is positive in the upward direction a flow will be obtained, otherwise the check valve will prevent a flow. The valve in figure 1(b) would have behaved in the same manner. But if the pressure drop had acted in the other direction, the load would have fallen to the ground. The valve in figure 1(b) is often used together with two pressure sensors to determine the pressure drop and thereby also the possible flow direction. The problem is that if some of the sensors fail, the application can be unpredictable. The demand for pressure sensor accuracy is considerably high. This is because of the wide range of operation. The sensors need to be able to measure pressures in the range of zero up to full system pressure; several mega pascals at the same time as the interesting pressure drop is just a few bars. This means that accuracy has to be extremely high, only a few fractions of a percent.

■ 5 Pilot circuit

In most applications of a valve like this it would be of interest to have pressure compensation. Since the Valvistor valve amplifies the pilot flow it is favorable to pressure compensate the pilot valve. Through this arrangement the compensator can be kept small. One reason for keeping the compensation feature in the hardware is robustness. When using pressure sensors for pressure compensation the sensors need to be extremely accurate. This is because the system has to be able to measure a small pressure difference with two sensors that can manage a large pressure range, see section 4. In this proposed valve, compensators are used instead of pressure sensors.

■ 6 The bi-directional Valvistor

The Valvistor valve would be a suitable choice in a split spool concept.

One of the benefits of the Valvistor valve is the high flow gain that can be obtained. To meet the flexibility requirement however the Valvistor valve needs to be bi-directional.

The traditional Valvistor concept is a proportional poppet valve in one direction and acts like a check valve in the other direction [1]. By modifying the original Valvistor concept according to figure 2, it becomes bi-directional and fail-safe, patent pending.

The modified Valvistor consists of a combination of the properties from an A-type and a B-type Valvistor. In an A-type Valvistor the slot in the main poppet connects the A-side with the chamber above the main poppet, in a B-type Valvistor the slot connects the B-side with the chamber above the main poppet; see [1] for more on A- and B-type Valvistor. To make this work it is necessary to add a shuttle valve, or two check valves, inside the main poppet that chooses the highest pressure of P_A and P_B .

If $p_B > p_A$ and the left pilot valve is operated in figure 2, nothing will happen. The valve then acts as a check valve and closes in the direction from A-side to B-side. On the other hand, if the right-hand pilot valve is actuated, flow will start from the B-side to the A-side. It works analogously in the other direction when $p_A > p_B$. This valve is an A-type and a B-type Valvistor at the same time. In one direction it is an A-type Valvistor and in the other direction a B-type.

Used in a system, this valve is not critically dependent on sensors, for instance drifting pressure sensors, to determine flow direction. This is due to the fact that the Valvistor valve is a proportional valve, but acts as a check-valve in the upstream direction. This avoids falling loads. The idea is to use sensors to add intelligence and performance but not reduce robustness and fail-safe properties. The fundamental, critical, function is not allowed to depend on sensors in this valve.

Using this modified Valvistor in a system means a considerable number

of elements, in particular pilot valves. One aim of this paper is therefore to find a valve solution where the pilot actuators are independent of the flow capacity of valve. If the same pilot valve elements can be used in almost every size of the valve, it is possible to reduce the manufacturing costs the more that are produced.

To keep the basic functionality independent of sensors, the proposed valve solution must contain a hydraulic pressure compensation in the pilot circuit.

7 Static behavior

The valve has almost the same properties in both flow directions. The difference is the leakage when the valve is closed. In the B-side to A-side flow direction it is leakage-free, a B-type Valvistor. In the A-side to the B-side flow direction there is a small leakage, an A-type Valvistor. There is one possible leakage path in the Valvistor valve, the clearance around the poppet.

When it comes to leakage the difference between the A- and B-type Valvistor is that in the A-type there is a pressure difference between the outlet, B-side, and the chamber above the poppet, and a leakage will occur in the clearance around the poppet. In the B-type case it is different; there is no pressure difference between the inlet, B-side, and the chamber above the poppet, and no leakage flow will be present in the clearance around the poppet.

The static behavior of the valve is described by the equations below. The derivation of the equations used is shown in [5]. It is assumed that the pressure $p_B > p_A$. The right-hand pilot in figure 2 is used. The spring constant in the compensator is ignored.

$$q_m = C_q w_m x_m \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_B - p_A)} \quad (1)$$

$$q_p = C_q w_p x_p \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{m2} - p_A)} \quad (2)$$

$$q_s = C_q w_s (x_m + x_{m0}) \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_B - p_C)} \quad (3)$$

$$q_s = q_p \quad (4)$$

$$q_{tot} = q_p + q_m \quad (5)$$

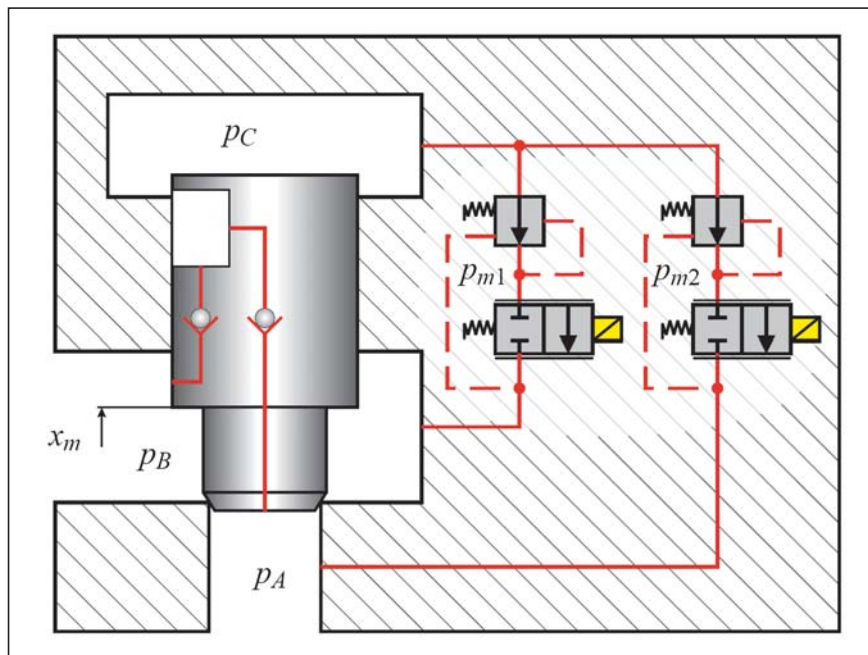


Figure 2. The modified bi-directional Valvistor valve

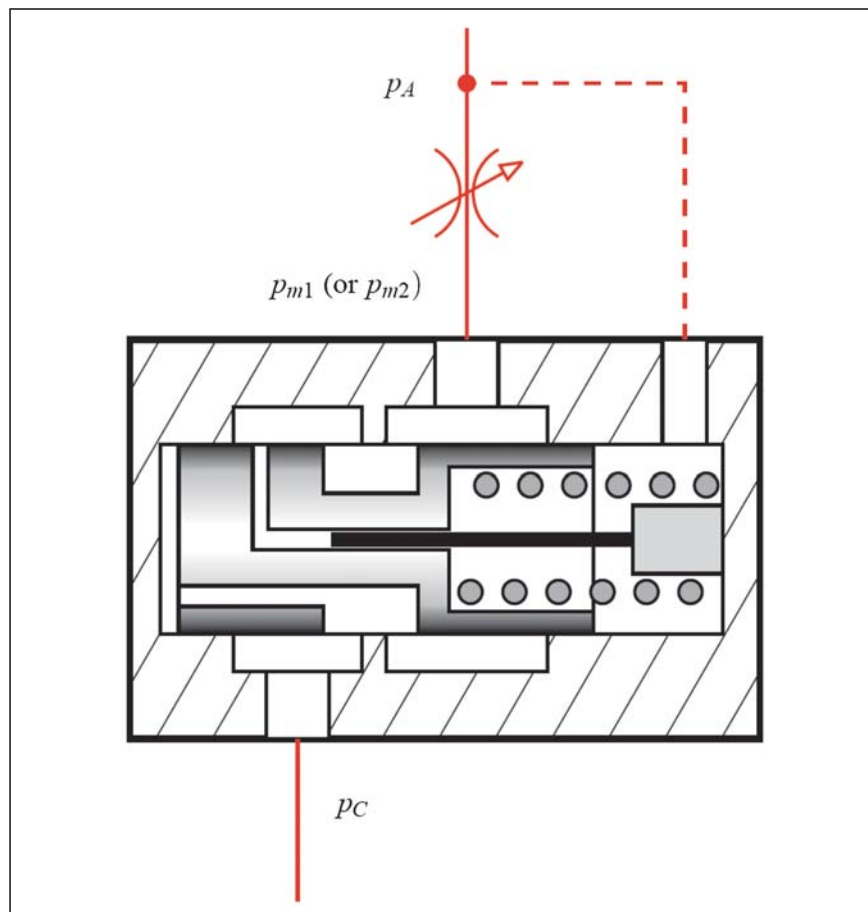


Figure 3. The compensator used in the pilot circuit. (Observe the pin in the spool)

$$A_m p_C + F_s = \kappa A_m p_B + (1 - \kappa) A_m p_A \quad (6)$$

$$F_s = 2C_q w_m x_m (p_B - p_A) \cos \alpha \quad (7)$$

$$A_C p_{m2} - p_C A_P - p_A (A_C - A_P) - F_0 = 0 \quad (8)$$

If the underlap, x_{m0} , and the flow force, F_s , are ignored the ideal flow gain is

$$g_{ideal} = \frac{q_{tot}}{q_p} = \frac{w_m}{w_s \sqrt{1 - \kappa}} \quad (9)$$

otherwise the gain is

$$g = \frac{q_{tot}}{q_p} = \frac{\frac{w_m}{w_s}}{\sqrt{1 - \kappa + \frac{F_s}{A_m (p_B - p_A)}}} - \frac{C_q w_m x_{m0} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_B - p_A)}}{q_p} \approx \frac{\frac{w_m}{w_s}}{\sqrt{1 - \kappa}} - \frac{C_q w_m x_{m0} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_B - p_A)}}{q_p} \quad (10)$$

The flow force can often be ignored, and the gain will thereby decrease when the pressure drop increases due to the underlap, the last term in equation (10).

Solving equations (1) to (8) gives the diagrams in figure 4. The underlap influences the flow gain in the valve, see equations (9) and (10). The flow pressure coefficient, $K_C = \frac{\partial q_{tot}}{\partial (p_B - p_A)}$

of the valve becomes negative when the pilot is ideally compensated and an underlap is present. Figure 4(c) shows the negative flow pressure coefficient, K_C , in the area where

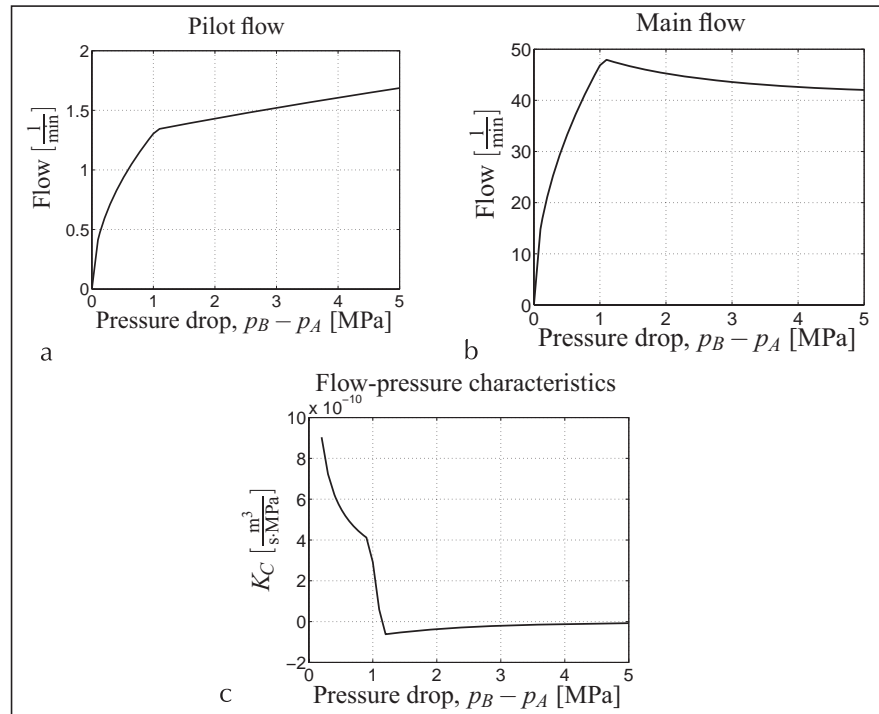


Figure 4. Flows and flow pressure coefficient as function of pressure drop: (a) Compensated pilot flow where pilot opening is held constant, (b) Total flow, q_{tot} , through the valve with the pilot flow from figure 4(a), (c) Flow pressure coefficient for the complete valve

the compensator is active. It is possible to affect the flow characteristics using the pilot circuit. A compensated valve when an underlap is present can be archived by adding a pin that disturbs the pressure balance in the pilot compensator, see figures 3 and 4(a). The slope of the flow pressure characteristics in the pilot circuit is increased. The pin can be sized so that the K_C - value is always positive.

8 The poppet design

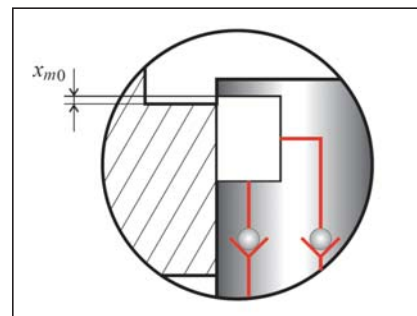


Figure 5. Underlap in the poppet

The main design parameters in the poppet concern the slot, primarily the width, which determines the flow gain, see section 7, and the underlap, which over-compensates the valve, see figures 5 and 4.

There are both dynamic and static aspects to consider when designing the slot in the poppet.

Statically

Flow gain The poppet design determines the flow gain of the valve, see equation (9).

Leakage properties When the pilot is closed the main poppet is also closed. A leakage in the pilot will be amplified and an unwanted valve opening will occur. An underlap prevents the main poppet from opening at small pilot flows, such as leakage.

Dynamically

Dynamic opening At a pressure increase and with no underlap the main poppet will dynamically open and compress the chamber volume above the main poppet. With an underlap the main poppet will stay closed since the chamber pressure will follow the changing pressure.

The mass of the poppet can be ignored dynamically due to the high actuation forces on the poppet. The

area ratio (κ) of the poppet should be $1/2$; otherwise the properties become different in the two flow directions.

The slot in the poppet determines the flow gain of the valve, see equation (9), as well as the bandwidth of the valve. The bandwidth is proportional to the slot width, w_s , see equation (11). The influence of flow forces is ignored. [6]

$$\omega_b = \frac{C_q w_s}{A_m} \sqrt{\frac{2}{\rho} (1 - \kappa) (p_B - p_A)} \quad (11)$$

Consequently, the design of the slot is a trade-off between flow gain, bandwidth and dynamic properties in closed position.

When designing this kind of valve, there are often demands on both bandwidth and flow capacity at a desired pressure drop. The flow capacity demand determines the size of the main poppet area gradient, w_m . Together, the bandwidth demand and the chosen w_m determine the slot width from the flow gain equation (9). The pilot circuit can now be sized to match the slot orifice since the orifices ideally, ignoring flow forces, have the same pressure drop and the same flow.

Most applications are constituted such that the bandwidth demand

decreases when the flow demand increases. This fact fits the valve design. It is a fact that low inertia loads demand high bandwidth. This is often the case for partial loads in a mobile system, not the highest load in the system. The pressure drop is then high and the bandwidth thus also high, see equation (11).

■ 9 Conclusions

This paper proposes an alternative bi-directional design of an existing valve, the Valvistor valve. The valve can be used in a flexible complex system in a fail-safe manner because of the arrangement of the double check valves inside the poppet and the double pilot circuits. It can be designed for a high range of flows due to high flow gain capabilities.

The valve seems to have good metering properties which can be adjusted by modifying the unbalance pin in the compensators.

The fundamental properties of the valve, such as flow gain and bandwidth, allow the same pilot valves to be used in a wide range of flow capacities of the main valve.

Actuation forces of the pilot valve can be kept small because of the pressure compensator in the pilot circuit and the fact that the valve allows a high flow gain and therefore

a relatively small pilot flow due to the total flow.

Literature

- [1] Bo R. Andersson. *On the Valvistor, a proportionally controlled seat valve*. PhD-thesis, LiTH, 1984. ISBN 91-7372-748-2
- [2] K. Heybroek, J. Larsson and J-O. Palmberg. Mode switching and energy recuperation in open-circuit pump control. In *The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power*, 2007.
- [3] Stephen Brian Tuner and David Franz Lakin. Electrohydraulic proportional control valve assemblies. European Patent, 1997. EP 0 809 737.
- [4] Keith A. Tabor. A novel method of controlling a hydraulic actuator with four independent metering using load feedback. SAE, 2005
- [5] Herbert E. Merritt. *Hydraulic Control Systems*. John Wiley & Sons, New York, 1967. ISBN 0-471-59617-5.
- [6] B. Eriksson, B. Andersson and J-O. Palmberg. The dynamic properties of a poppet type hydraulic flow amplifier. In *The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power*, 2007.

Nov koncept ventila z dodatnim Valvistorjevim sedežnim ventilom

Razširjeni povzetek

V zadnjem času je veliko zanimanje za energijsko učinkovite mobilne hidravlične stroje. Mobilni sistem običajno vsebuje več različnih hidravličnih valjev, napajanih s skupno hidravlično črpalko, ki ima navadno spremenljivo iztisnino in je krmiljena po principu zaznavanja obremenitve. Tak sistem ima veliko prednosti in slabosti. Ena od prednosti je, da je potrebna samo ena črpalka, zato je hidravlični sistem kompakten in cenovno ugoden. Izziv snovanja hidravličnih sestavin je zagotoviti čim manjše hidravlične izgube, še posebej pri majhnih obremenitvah. V splošnem sta za zmanjšanje hidravličnih izgub na razpolago dve možnosti. Prva rešitev je, da ima vsak hidravlični valj svojo črpalko, druga pa je uporaba skupne črpalke in hidravličnega tlačnega pretvornika za vsak posamezen valj. Obe rešitvi sta dragi in zahtevata več prostora za vgradnjo.

Tretja rešitev za zmanjšanje izgub pri manjših obremenitvah pa je, da hidravlični valji, ko je mogoče, delujejo diferencialno in regenerativno. Ta rešitev zahteva fleksibilnejše ventile. Mehanska povezava med vstopom in izstopom mora biti prekinjena. Ta prispevek prikazuje ventil, ki je zasnovan na osnovi Valvistorjevega sedežnega

ventila [1] in v celoti ustreza zgoraj omenjenim zahtevam po fleksibilnosti. Ta ventil je lahko izdelan v različnih velikostih. Uporaben je za večino mobilnih strojev. Sistem takih ventilov ima prednosti v manj kompleksnem sistemu. Na primer v sistemih, kjer so vgrajeni zanesljivi dvopoložajni on/off ventili, ne potrebujemo črpalke z zaznavanjem obremenitve [2].

V prispevku je prikazana konstrukcija fleksibilnega, robustnega in vzdržljivega dvopotnega ventila za vgradnjo v bloke (»kartušni tip« ventila). Kritični funkciji, kot sta kompenzacija tlaka in držanje obremenitve, nista odvisni od zaznaval. Poleg omenjenega je zelo pomembna tudi pretočnostna karakteristika ventila.

Hidravlike v mobilnih strojih običajno upravljajo veliko količino energije. Vsakršne napake v takih sistemih lahko povzročijo velike škode. Iz tega razloga mobilni stroji potrebujejo robustne in zanesljive sestavine. Ko zagotavljamo fleksibilnost z vgradnjo dvopotnih ventilov, lahko pride do novih napak, kot npr. pretok v neželeni smeri.

Če želimo izdelati ventil, ki se nikoli ne bi odprl v napačni smeri, je eden od predlogov prikazan na *slikah 1* in *2*. Vsebuje dva paralelna krmilna tokokroga, ki ju shematsko prikazuje slika 1a. Če želimo doseči pretok v smeri B proti A po *sliki 2*, je potrebno vključiti desni elektromagnetni (EM) ventil na *sliki 2*. Če pa je tlak p_A večji od tlaka p_B , bo ventil ostal zaprt. To je pomembno zaradi zanesljivosti.

V mobilnih strojih, npr. pri teleskopskem viličarju, je pomembno, da preprečimo nevarnost padanja bremena. Zasnova ventilov po shemi na *sliki št. 1* je izvedena kot »vtočna« izvedba. Predpostavimo, da je potreben pretok po *sliki 1* od spodaj navzgor za dviganje bremena. Odprt je desni protipovratni ventil na *sliki 1a*. V primeru pozitivne tlačne razlike v smeri navzgor bo omogočen pretok in s tem dviganje bremena. V nasprotnem primeru bo protipovratni ventil preprečil pretok. Ventil na *sl. 1b* bo deloval podobno, le da bo breme pri negativnem padcu tlaka padlo na tla. Ventil po *sl. 1b* je običajno uporabljen z dvema tlačnima zaznavaloma, ki zaznata padec tlaka in možno smer pretoka. Problem nastopi, če odpove eno od zaznaval. Takrat se lahko zgodi kaj nepredvidenega. Zahteva po natančnosti tlačnega zaznavala je zelo visoka zaradi možnega širokega področja uporabe. Zaznavalo mora biti sposobno natančnih meritev tlaka v območju od ničle do polnega systemskega tlaka; več megapaskalov, pri čemer je za nas zanimiv le padec tlaka nekaj barov. Natančnost zaznavala mora biti v nekaj decimalnih odstotkih.

V večini primerov, ko se uporabljajo tovrstni ventili, je zaželeno imeti tudi tlačno kompenzacijo. Glede na to, da Valvistorjev ventil ojača krmilni tok, je zaželena tlačna kompenzacija ventila krmilnega toka. S tem je kompenzator lahko majhen. Zaradi robustnosti je zaželeno vključiti kompenzator v ventil. Ko uporabljamo tlačna zaznavala zaradi tlačne kompenzacije, morajo biti ta zelo natančna. Razlog je v tem, da mora biti sistem sposoben meriti majhne tlačne razlike med vstopom in izstopom z dvema zaznavaloma v velikem tlačnem območju (pogl. 4). Zato so v predlaganem ventilu namesto tlačnih zaznaval uporabljeni kompenzatorji.

Valvistorjev ventil je dobra izbira v primeru, da uporabimo konceptualno rešitev z drsnim batom, ki ima bočno zarezo. Ena od prednosti Valvistorjevega ventila je možnost krmiljenja večjega pretoka. Zaradi večje fleksibilnosti mora biti ventil dvopotni. Pri tradicionalnem Valvistorjevem konceptu je enosmerni proporcionalni ventil, ki deluje kot protipovratni ventil v nasprotni smeri [1]. Z modifikacijo omenjenega koncepta po *sliki 2* dobimo zanesljiv dvosmerni ventil. Taka izvedba ventila je patentirana.

Modificirani Valvistorjev ventil vsebuje lastnosti tipa A in B. Pri tipu A reža v glavnem kanalu A povezuje komoro nad batkom. Pri tipu B pa je B-kanal povezan s komoro pod batkom. Da pa se to izvede, je potrebno, dodati izbirni logični (ali) ventil oziroma dva protipovratna ventila znotraj glavnega krmilnega bata. Protipovratna ventila izbirata najvišji tlak med p_A in p_B .

Če je $p_B > p_A$ in vklopljen levi krmilni ventil (*slika 2*), se ne zgodi nič. Ventil potem deluje kot protipovratni ventil in je zaprt v smeri od A proti B. Po drugi strani, če je desni krmilni ventil odprt, bo omogočen pretok od B proti A. Analogno to deluje tudi v obratni smeri, ko je $p_A > p_B$. Ta ventil je Valvistorjev ventil tipa A in hkrati tudi tipa B – v eno smer je tipa A in v drugo tipa B. Pri uporabi takega ventila v sistemu ta ni kritično odvisen od zaznaval, npr. zaradi odstopanja dejanske vrednosti od izmerjene tlačnega zaznavala, ki določa smer pretoka. Razlog za to je, da je Valvistorjev ventil proporcionalni ventil, ampak v osnovi deluje kot protipovratni ventil, obrnjen nasproti pretoku. To preprečuje nevarnost padanja bremena. Ideja je uporabiti zaznavala, da se doda inteligenca in s tem boljša učinkovitost, vendar se s tem ne zmanjšata robustnost in zanesljivost. V tem ventilu osnovne funkcije niso odvisne od zaznaval in njihovih možnih napak pri merjenju. Uporaba tega prilagojenega ventila v sistemu pomeni uporabo več krmilnih ventilov, ki so vključeni v hidrološki ventil. Eden od namenov tega prispevka je poiskati

rešitev ventila, ki je neodvisen od pretoka skozenj. Če se lahko uporabijo enaki krmilni ventili v večini velikostih razredov hidrologičnih ventilov, je s tem mogoče zmanjšati proizvodne stroške, ker se proizvaja večja količina.

Da obdržimo neodvisno delovanje tlačnih zaznaval, moramo v krmilne vode vgraditi tokovne ventile s tlačno kompenzacijo.

Ventil ima skoraj enake lastnosti v obeh smereh. Različna je le količina notranjega puščanja, ko je ventil zaprt. Pri tipu ventila B iz smeri B proti smeri A ni notranjega puščanja, medtem ko nastopi manjše notranje puščanje pri tipu ventila A iz smeri A proti B. Pri Valvistorjevem ventilu je ena od možnosti za notranje puščanje zaradi reže med batom in izvrtino.

Vzrok za različno notranje puščanje med izvedbo tipa A in tipom B je v tem, da je pri tipu A tlačna razlika med izhodom B in komoro nad batom. Do notranjega puščanja prihaja v reži med drsnim delom bata in izvrtino. V izvedbi tipa B je drugače. Med vstopno stranjo B in komoro nad batom C ni tlačne razlike. Posledično ni nobenega notranjega puščanja skozi režo med batom in izvrtino. Statično obnašanje bata je popisano v enačbah spodaj (od 1 do 10). Izpeljava enačb je prikazana v viru [5]. Upoštevano je, da je $p_B > p_A$. Takrat je vklopljen desni krmilni ventil na sliki 2. Vzmetna konstanta v kompenzatorju je zanemarljiva.

Pogosto se tudi tokovna sila lahko zanemari in razmerje pretokov ($q_{sk} / q_{krmilni}$), ko padec tlaka narašča zaradi negativnega prekritja (slika 5). Rešitev enačb od 1 do 8 da možnost za izris grafov – slika 4.

Slika 4c prikazuje negativni tlačni koeficient K_c v področju aktivnega tlačnega kompenzatorja. Dobro je, če je bat oblikovan tako, da je K_c vedno pozitiven.

Statično obnašanje: tokovno razmerje: oblika bata definira tokovno razmerje (en. 9).

Notranje puščanje: ko je krmilni ventil zaprt, je zaprt tudi glavni bat. Notranje puščanje bo takrat povečano in lahko pride do nezaželenega odprtja ventila. Negativno prekritje zaščiti glavni bat pred nezaželenim odprtjem zaradi povečanega toka notranjega puščanja.

Dinamično odpiranje: pri porastu tlaka in brez negativnega prekritja se bo glavni bat dinamično odpiral in stiskal volumen tekočine v zgornji komori. V primeru negativnega prekritja pa bo glavni bat ostal zaprt, vse dokler tlak v komori ne bo začel slediti spremembi tlaka.

Masa bata se lahko pri dinamičnih spremembah zanemari zaradi visoke sile na bat (posledica tlaka). Razmerje površin bata mora biti 1 : 2. Če razmerje odstopa od zaželenega 1 : 2, postane obnašanje ventila v različnih smereh različno (smer pretoka: $A \rightarrow B$ in $B \rightarrow A$). Reža med batom in ohišjem določa razmerje pretokov in delovno območje ventila. To je proporcionalno višini reže W_s (en. 11). Vpliv tokovnih sil je zanemarljiv. Oblika reže je odvisna od razmerja med pretoki, delovnim območjem in dinamičnim obnašanjem v zaprtem položaju.

Ko se oblikuje tak tip ventila, so ponavadi znane zahteve po delovnih pretokih v obe smeri pri znanem padcu tlaka. Velikost pretoka je odvisna od višine področja glavnega bata w_m, \dots

Zaključek

Ta prispevek obravnava oblikovanje/modifikacijo alternativnega dvosmernega Valvistorjevega ventila. Ventil se lahko uporablja v fleksibilnih kompleksnih sistemih zaradi zanesljivosti, ki je posledica vgradnje dveh protipovratnih ventilov znotraj krmilnega bata in dvojne krmilne veje. Lahko se uporablja za široko območje pretokov. Ventil ima dobre pretočne lastnosti, ki se lahko korigirajo z nastavitvijo trna v kompenzatorju. Osnovne lastnosti ventila, kot je razmerje pretokov, omogočajo, da krmilne ventile lahko uporabljamo pri različnih velikostih hidrologičnih ventilov.

Aktivacijske sile krmilnih ventilov so majhne zaradi tlačnega kompenzatorja v krmilnem vodu, ki zagotavlja konstantno majhen pretok v krmilnem delu v primerjavi s celotnim pretokom skozi ventil.

Ključne besede: hidravlika, sedežni ventil, valvistor, dvosmernost, varnost v primeru napak,

Nomenclature

Quantities and sub indexes used in this paper are listed in *table 1* and *2*.

Table 1. Quantities

Quantity	Description	Unity
q	Flow	$\frac{m^3}{s}$
p	Pressure	Pa
C_q	Flow coefficient	-
w	Area gradient	m
ρ	Density	$\frac{kg}{m^3}$
F	Force	N
κ	Area ratio	-
A	Area	m^2
α	Angle	$^\circ$
ω_b	Break frequency	$\frac{rad}{s}$
g	Flow gain	-
K_C	Flow pressure coefficient	$\frac{m^5}{Ns}$

Table 2. Sub indexes

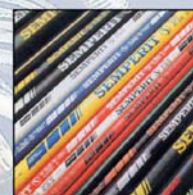
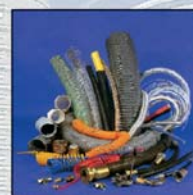
Sub index	Description
m	Main stage
$m1$	Between compensator and pilot valve number 1
$m2$	Between compensator and pilot valve number 2
A	A-side of the Valvistor valve
B	B-side of the Valvistor valve
C	Chamber above the poppet in the Valvistor
p	Pilot
s	Slot in the poppet of the Valvistor
tot	Total
0	Initial
P	Pressure pin in the compensator
c	Compensator
$ideal$	Ideally

HIB, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321
<http://www.hib.si>, E-mail: info@hib.si

PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermení
- 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, Kovinostругarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,
 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

Analiza mehanskega odziva ohišja jedra elektromagneta

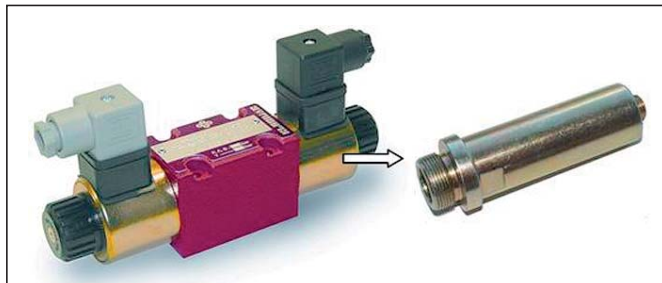
Anže ČELIK, Pino KOC, Boris ŠTOK

Izvleček: V prispevku je predstavljena analiza mehanskih stanj elektromagneta, ki se uporablja za prekrmljenje bata hidravličnega ventila. Na primeru Kladirarjevega EM je bila izvedena trdnostna analiza lotnega spoja in jedra. Izdelan je bil numerični model za analizo po metodi končnih elementov. Mehanski parametri lotnega spoja so bili umerjeni glede na rezultate izvedenega nateznega preizkusa epruvete (jedra). Na osnovi umerjenega modela je bila izdelana mehanska analiza jedra elektromagneta (EM) za primer projektno predvidenega normalnega obratovanja.

Ključne besede: mehanska analiza, elektromagnet, metoda končnih elementov, jedro, kotva, natezni preizkus,

1 Uvod

Osnovni element elektromagneta je jedro valjaste oblike (slika 1), v kate-



Slika 1. Prikaz vgradnje jedra EM v potni ventil [1]

rem se giblje kotva pod vplivom elektromagnetnih sil. Obdaja ga akrov s tuljavo, ki je izpostavljena enosmernemu toku. Jedro je pod tlakom hidravlične tekočine. Ta povzroča utripno obremenitev velikosti med 0 in 250 bari. Jedro elektromagneta mora vzdržati približno 1×10^7 preklpov in s tem tudi toliko nihajev tlaka.

Anže Čelik, univ. dipl. inž., Kladirar Žiri, d. d., Žiri;
as. dr. Pino Koc, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, prof. dr. Boris Štok, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – LNMS

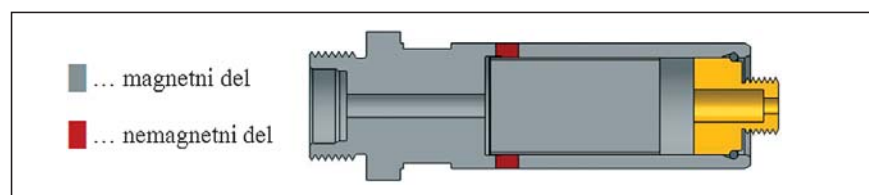
Jedro EM je sestavljeno iz dveh različnih materialov (slika 2):

- osnovni material je avtomatno jeklo z dodanimi legirnimi elementi, v osnovi **magnetno**,
- lotni spoj je na osnovi bakra (bakrov lot) z dodanimi legirnimi elementi, **nemagnetno**.

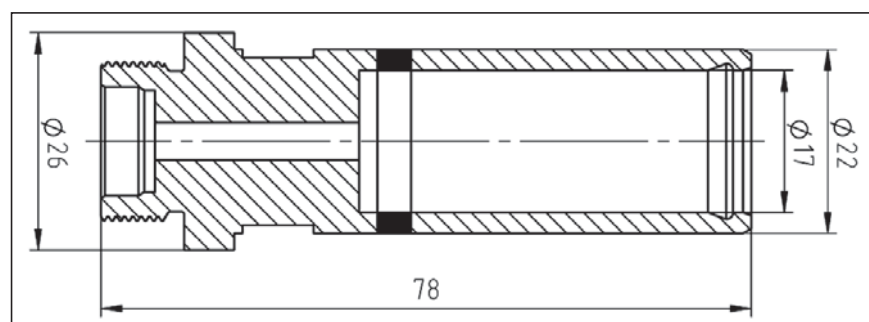
Lotni spoj se pri trajnostnih testih izkaže za najšibkejšo točko na celotnem jedru. Razlog za izbrani način spajanja dveh magnetnih materialov z lotnim spojem je v elektromagnetizmu.

Izmere jedra elektromagneta

Detajlne izmere jedra EM so na voljo v raziskovalni enoti podjetja Kladirar, d. d.

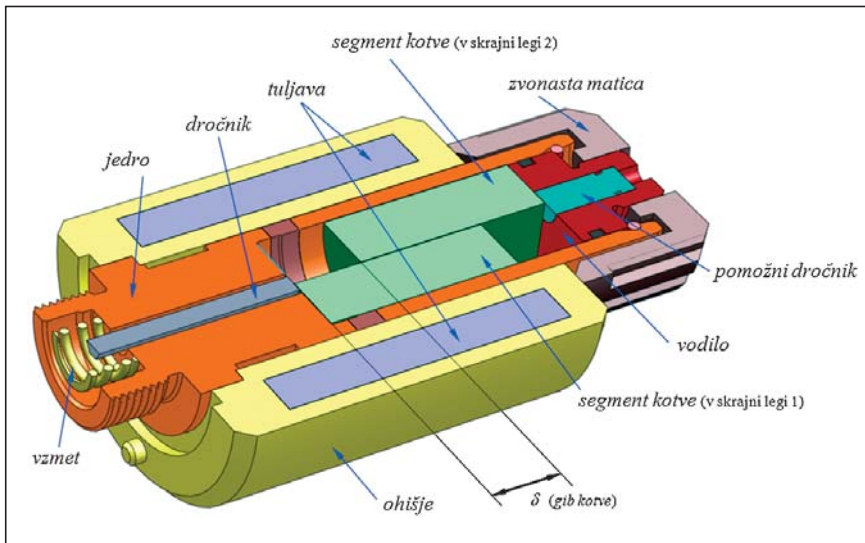


Slika 2. Razdelitev jedra EM glede na lastnosti materialov



Slika 3. Glavne izmere jedra EM

Prikaz sestave jedra elektromagneta



Slika 4. Sestavni deli jedra EM

2.1 Natezni preizkus

Zaradi potreb umerjanja numeričnih simulacij jedra EM je bilo potrebno epruveto izpostaviti enoosnemu napestostnemu stanju (trgalni stroj, slika 5). Takšno stanje je potem najenostavneje primerjati bodisi z materialnimi podatki (npr. mejo tečenja, natezno trdnostjo) bodisi z rezultati numerične analize nateznega preizkusa.

Za uporabljeni material lota sicer vemo, kakšno nosilnost ima, ne poznamo pa nosilnosti spoja, ki je zaradi različnih kemičnih, metalurških idr. vplivov lahko tudi manjša od nosilnosti šibkejšega izmed dveh materialov v lotnem spoju. Zato je namen nateznega preizkusa ugotoviti nosilnost spoja kot celote!

Cilj

Karakterizacija lotnega spoja na osnovi izvedenega nateznega preizkusa in trdnostni preračun jedra¹ EM pod vplivom tlaka fluida.

■ 2 Eksperimentalni del

Eksperimentalni del zajema natezni preizkus epruvete.

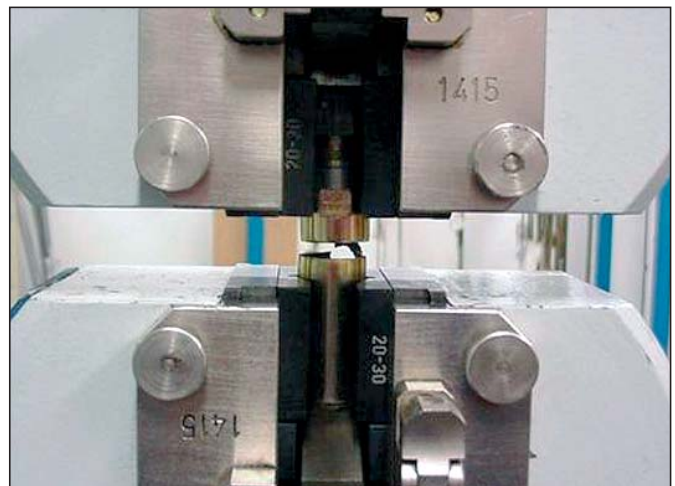
Pred izvedbo nateznega preizkusa je bilo potrebno ugotoviti potrebno vlečno silo za pretrg epruvete in nato poiskati ustrezen trgalni stroj. Izvedena je bila tako 2D- kot 3D-numerična simulacija vleka za določitev velikosti sile in pomikov epruvete ob pretrgu. Tako dobljena velikost sile je znašala približno **40kN**.

Določiti je bilo potrebno tudi način vpetja epruvete v trgalne čeljusti. Možnih je več načinov. Izbrana sta bila dva: prenos sile preko:

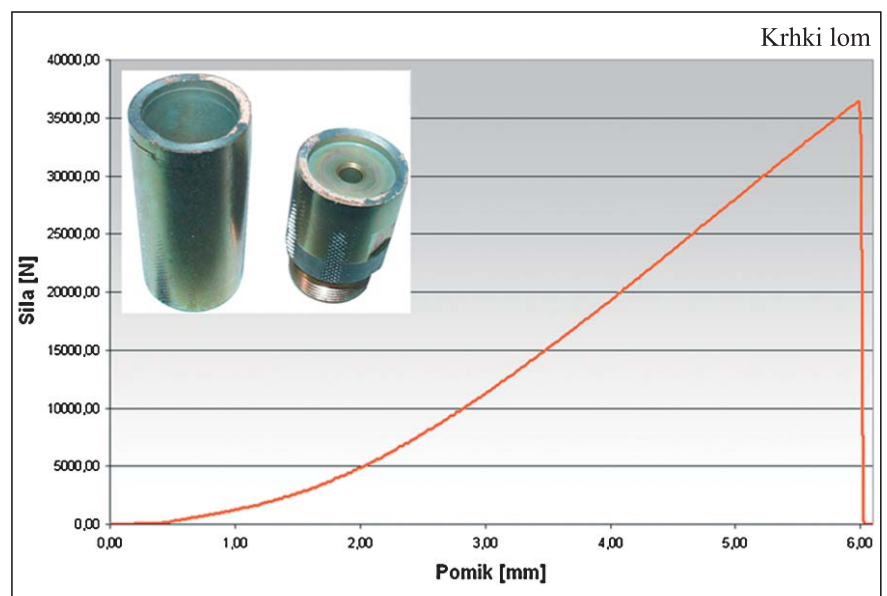
- navojev,
- tornega kontakta (izbran kot najprimernejši).

Pred izvedbo nateznega preizkusa je bil za potrebe numeričnih simulacij privzet idealno izdelan lotni spoj (njegova nosilnost je pogojena s slabšim materialom v stiku).

Po opravljenem nateznem preizkusu pa sta bili tako 2D- kot tudi 3D-simulacija ustrezno umerjeni (modifikacija lastnosti lotnega spoja) in ponovno izvedeni. Rezultati numerične simulacije v poglavju 3 so prikazani po umerjanju.

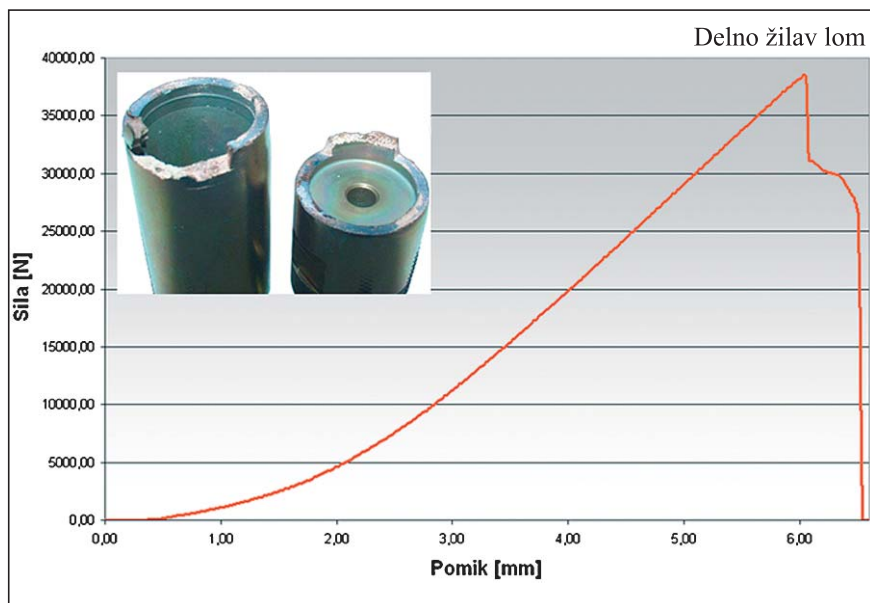


Slika 5. Vpetje epruvete v čeljusti trgalnega stroja



Slika 6. Hipna porušitev epruvete

¹ Jedro EM je v nadaljevanju imenovano epruveta!



Slika 7. Počasna porušitev epruvete

Za jedro EM so bile opravljene 4 analize različnih tipov:

- natezni preizkus na trgalnem stroju in ustrezna statistična analiza,
- 2D-elasto-plasto-mehanska analiza nateznega preizkusa epruvete,
- 3D-elasto-plasto-mehanska analiza nateznega preizkusa epruvete,
- 2D-elasto-plasto-mehanska analiza jedra pod vplivom hidravličnih obremenitev pri normalnem obratovanju.

Na prelomni površini lota (slika 8 in slika 9) so opazne sledi jekla. Iz tega sklepamo, da najprej počni magnetni (jekleni) del jedra. To je zanimivo odkritje, saj ima jeklo precej višjo porušitveno trdnost v primerjavi z lotom. Razlog gre iskati v različnem modulu elastičnosti obeh materialov (glej: tabela 1, tabela 2). Lot se izkaže kot precej bolj duktilen, saj omogoča precej večje kontrakcije in dilatacije v primerjavi z jeklom.

Začetni položnejši del krivulje na obeh slikah (slika 6, slika 7) je posledica zajedanja zobcev čeljusti v stene epruvete, zdrsov, zračnosti in deformabilnosti sestava (stroja, vpenjalnih glav in čeljusti). Vsota vseh teh (motilnih) vplivov se odraža v pomiku vlečnega jarma na trgalnem stroju. Pomik vlečnega jarma pa je veliko večji od realnega raztezka epruvete, ki ga je mogoče dobiti s simulacijo oz. izmeriti na razbremenjeni epruveti.

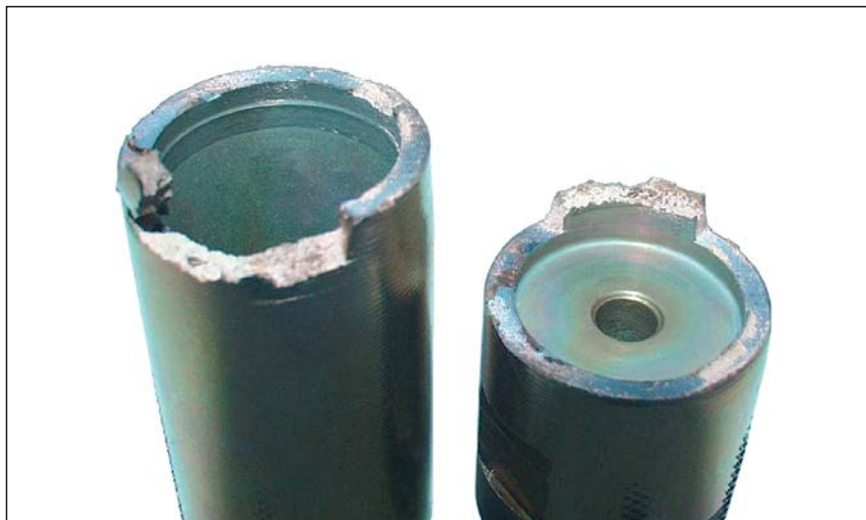
Povečan prikaz prelomne površine na epruveti

Na realni pretrgani epruveti (slika 8, slika 9) je v grobem opaziti dve barvni skali; temnejša predstavlja jeklo (magnetni del), svetlejša pa lot (nemagnetni del). Levi del slik predstavlja prelomno ploskev na lotu, na kateri pa opazimo ostanke jekla – temna površina. Analogno velja tudi za prelomno ploskev jekla. Omenjena ugotovitev je dokaz, da dejansko počni jeklo in ne lot.

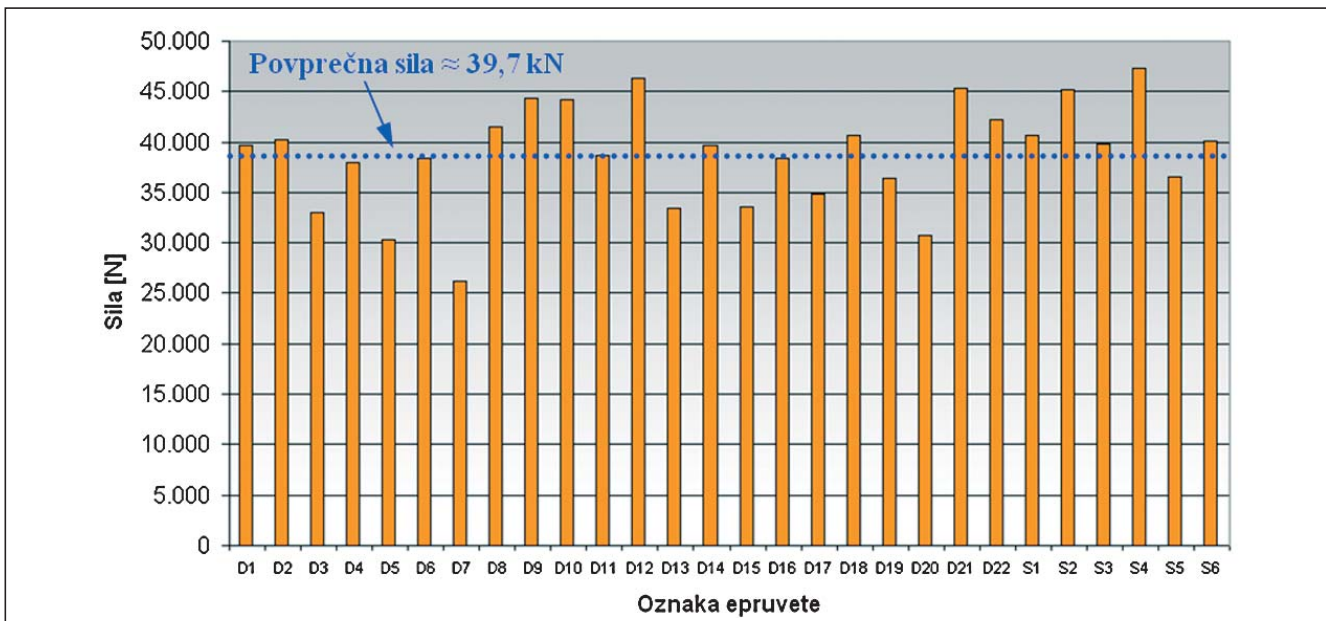
Preizkušenih je bilo 28 epruvet, od katerih jih je bilo 22 normalne izdelave, preostalih 6 pa je imelo vidne



Slika 8. Krhki prelom – hipna porušitev epruvete



Slika 9. Delno žilav prelom – počasna porušitev epruvete



Slika 10. Zrušilna sila epruvet ² $n = 28$

tehnološke napake³ pri izdelavi. Kot se je izkazalo kasneje, te niso odstopale od povprečja. Epruvete so prenesle vlečne sile v raztrosu med 30 – 45 kN, z dvema izjemama, ki ne sodita v omenjeni raztros. Povprečje vlečnih sil znaša 39,67 kN, standardni odklon (deviacija) pa $s = 5155N$.

2.2 Ugotovitve in zaključki:

- vse epruvete so najprej počile v predelu spoja. Vzrok gre iskati v vplivu togega (skoraj polnega prereza) magnetnega dela jedra na bolj deformabilen cevasto oblikovan preostali del;
- oblika (hrapavost) pretrgane cone epruvete (slika 6, slika 7): v večini primerov gre za žilavi zlom, ki ima za posledico grobo površino. Začetna površina je sicer gladka, kar kaže na hipno začetno razpoko. Žilavost (duktilnost) materiala pa je razlog, da je za popoln pretrg še potrebna določena sila, ki pa povzroči pretrg v dveh ravninah. Fina površina (krhki lom) je pri vseh vlečnih hitrostih, kar izključuje njen vpliv;
- precejšen raztros sile, potrebne za pretrg epruvete (slika 10); vzrok gre iskati v tehnologiji izdelave

² n...vzorčno število

³ tehnološke napake, ki se odražajo v nepopolni obliki bakrovega lota (geometrijska nepopolnost oblike kolobarja), so nastale pri zaključku postopka lotanja

lota oz. v (ne)sposobnosti ponovljivega postopka lotanja (lotni spoji s trdnostnega vidika niso identični). Na standardni odklon pretržne sile imajo vpliv tudi zaostale napetosti, ki so posledica postopka lotanja.

Zaključimo lahko, da je na vseh epruvetah kritično mesto prav spoj med magnetnim in nemagnetnim delom. Spoj se izkaže za kritičnega pri obremenitvi s konstantnim tlakom (poglavje 3) kot tudi pri trajnostnem testu v podjetju.

3 Numerični del

Po opravljenem nateznem preizkusu epruvete so bile numerične simulacije ponovno izvedene in ustrezno umerjene (kalibrirane) glede na rezultate nateznega preizkusa. Numerični del je bil izveden s programskim paketom ABAQUS, katerega ima za pedagoško-raziskovalne namene laboratorij LNMS na fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

Tabela 1. Prikaz materialnih karakteristik avtomatnega jekla

1.0715	Simbol	Enota	Vrednosti
Modul elastičnosti	E	N/mm^2	205000
Natezna trdnost	R_m	N/mm^2	460–710
Raztezek	A	%	min. 8
Meja tečenja	$R_{p0.2}$	N/mm^2	min. 375
Poissonovo število	μ	/	0,3

Prikazane napetosti se nanašajo na povprečno dobljeno vlečno silo pri nateznem preizkusu (statistično povprečno dobljena vlečna sila po mediani), kar nadalje pomeni, da bo 50 % epruvet vzdržalo omenjeno velikost sile →

50-odstotna verjetnost preživetja. Glede na letno število izdelanih jedder bi bila še sprejemljiva verjetnost preživetja 99,9 %, kar bi posledično ob predpostavki Gaussove porazdelitve verjetnosti pomenilo nižjo dopustno silo.

3.1 Materialne karakteristike

Jedro elektromagneta vsebuje 2 tipa materialov: magnetni in nemagnetni. Prvi je avtomatno jeklo na osnovi ogljika, drugo pa lot na osnovi bakra. Osnovne karakteristike so predstavljene v nadaljevanju.

Avtomatno jeklo: magnetni del jedra

Lot na osnovi bakra: nemagnetni del jedra

Tabela 2. Prikaz materialnih karakteristik lota

2.1461	Simbol	Enota	Vrednosti
Modul elastičnosti	E	N/mm^2	125000
Natezna trdnost	R_m	N/mm^2	370
Raztezek	A	%	44
Meja tečenja	$R_{p0,2}$	N/mm^2	130
Poissonovo število	μ	/	0,358

Vzmetno jeklo

Tabela 3. Prikaz materialnih karakteristik vzmetnega jekla

1.5022	Simbol	Enota	Vrednosti
Modul elastičnosti	E	N/mm^2	210000
Natezna trdnost	R_m	N/mm^2	1200–1400
Raztezek	A	%	6
Meja tečenja	$R_{p0,2}$	N/mm^2	1050
Poissonovo število	μ	/	0,3

Vzmetno jeklo je bilo uporabljeno pri modeliranju in kasneje pri simulaciji vskočnika kot del jedra EM, ki preprečuje aksialne pomike sornika (slika 29).

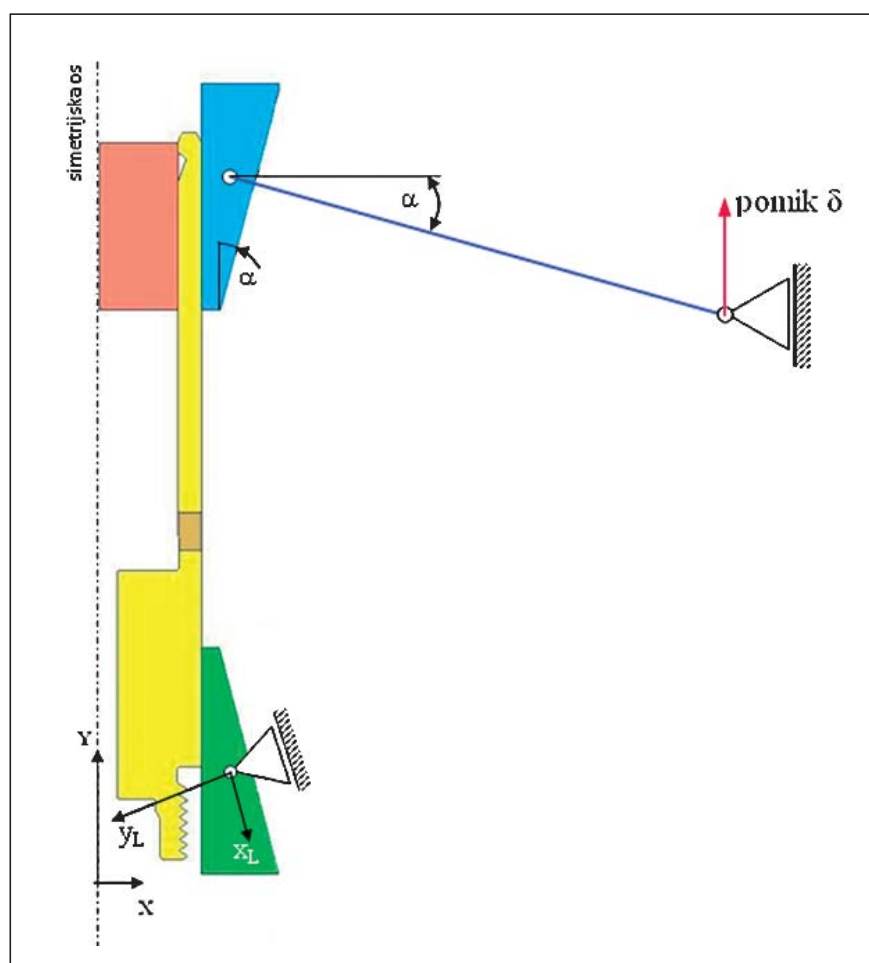
3.2 2D-simulacija nateznega preizkusa epruvete

3.2.1 Robni pogoji, obremenitve

Da je mehanski problem (v matematičnem smislu) dobro pogojen, je potrebno ustrezno določiti fizikalne razmere na robu sistema. Glede na konjugiranost primarne (pomik, zasuk) in sekundarne (sila, moment) spremenljivke na robu sistema pomeni, da poznavanje ene od njiju izključuje poznavanje druge. Na problemu epruvete omenjeno pomeni, da sta poznana pomik in zasuk tornih čeljusti (prva primarna spremenljivka je zelena velikost pomika, prva sekundarna spremenljivka je nepoznana).

Jedro elektromagneta je zaradi privzeta popolne osne simetričnosti v radialni smeri podprto samo po sebi (rezultanta sil je enaka 0). V aksialni smeri je podprto preko kontakta in konične čeljusti ($\alpha = 15^\circ$), vlečno čeljust pa pomikamo za izbrano

vrednost. Prostostne stopnje spodnje čeljusti (zelena barva, slika 11) so



Slika 11. Obremenitev epruvete preko mehanizma

bile transformirane v lokalni koordinatni sistem x_L, y_L .

Epruveta izkazuje le geometrijsko osno simetrijo, ne pa tudi osne simetrije glede obremenitev (to je bilo potrebno zanemariti pri 2D-analizi). Prav omenjeni razlog je tudi glavni vzrok za delno odstopanje med rezultati 2D- in 3D-numerične analize epruvete.

3.2.2 Rezultati 2D-numerične simulacije

- Misesove primerjalne napetosti:

V homogenem in izotropnem materialu se prične plastična deformacija, ko napetost preseže napetost tečenja. Pri enoosnem napetostnem stanju je ta napetost imenovana σ_0 in je neposredna funkcija vlečne sile. Pri triosnem napetostnem stanju pa moramo σ_0 izračunati tako, da izračunamo primerjalno napetost. Kadar ta preseže napetost tečenja, se prične material preoblikovati.



Slika 12. Ekvivalentne napetosti na celotnem jedru

Misesov pogoj tečenja:

$$(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 = 2 \cdot \sigma_0^2 \quad (1)$$

V primeru osne simetrije je

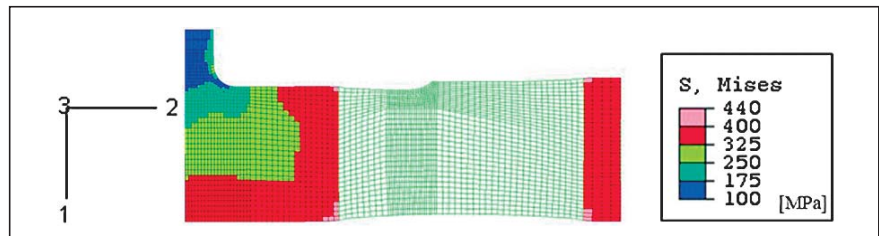
$$\sigma_{11} = \sigma_{rr}, \quad \sigma_{22} = \sigma_{\varphi\varphi}, \quad \sigma_{33} = \sigma_{\theta\theta}$$

Kot je pokazal natezni preizkus, je kritično mesto lotni spoj. Prav vse epruvete so kolapsirale na omenjenem spoju. Zato velja pri analiziranju numeričnega modela posvetiti posebno pozornost prav področju lotnega spoja.

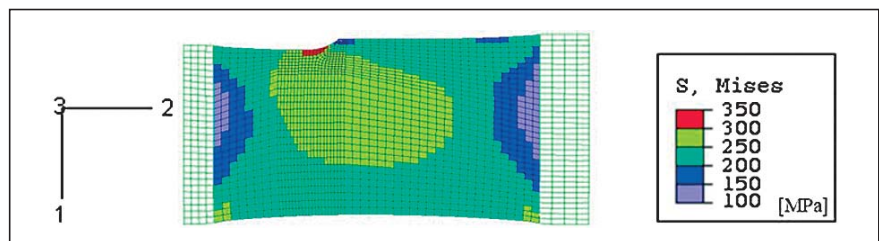
- Misesova primerjalna napetost magnetnega in nemagnetnega dela jedra:

Maksimalne napetosti (slika 13) se na magnetnem delu pojavijo na levem delu lotnega spoja, torej na mestu, kjer epruveta tudi dejansko počí. Čeprav ima nemagnetni del epruvete (slika 14) slabše materialne lastnosti od magnetnega dela, odpove prav ta, ker ne dopušča tolikšnih raztezkov ali kontrakcij, kot jih je zmožen nemagnetni del (različna modula elastičnosti). Plastifikacija je lokalna, saj napetosti z oddaljevanjem od lotnega spoja padejo na nižje vrednosti.

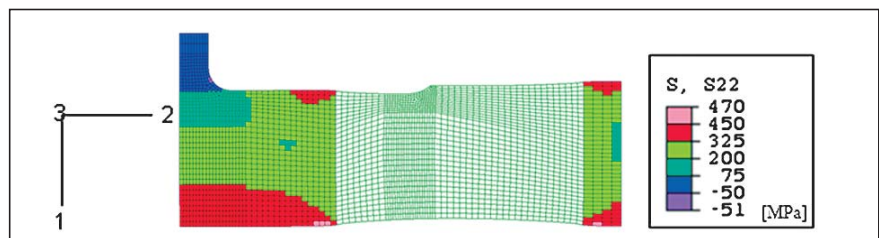
- Napetosti v aksialni smeri **S22**
Mesto maksimalne pozitivne aksialne napetosti se nahaja na področju lotnega spoja (slika 15). Aksialna napetost tako največ prispeva k skupni primerjalni napetosti, ki pa je dokaj blizu porušni trdnosti magnetnega dela. Iz rezultatov nateznega preizkusa je bilo opaziti, da pri tolikšnih napetostih odpove že 50 % vzorca epruvet. Da bi preživel 99,9 % epruvet, je potrebno obremenitev še znatno znižati.



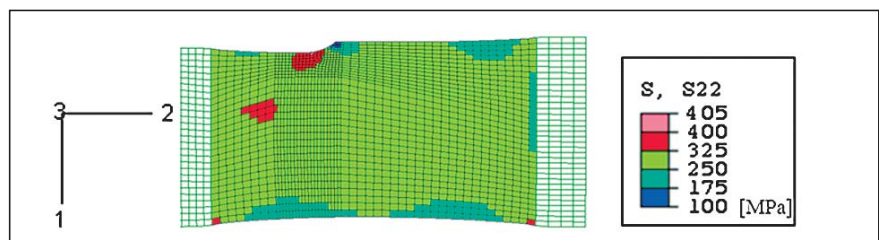
Slika 13. Ekvivalentna napetost magnetnega dela jedra



Slika 14. Misesova primerjalna napetost za lotni del



Slika 15. Aksialne napetosti magnetnega dela

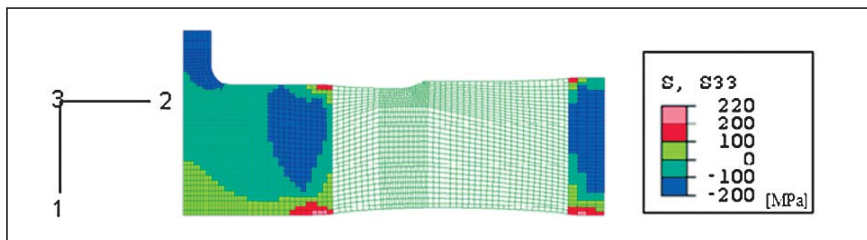


Slika 16. Aksialne napetosti nemagnetnega dela

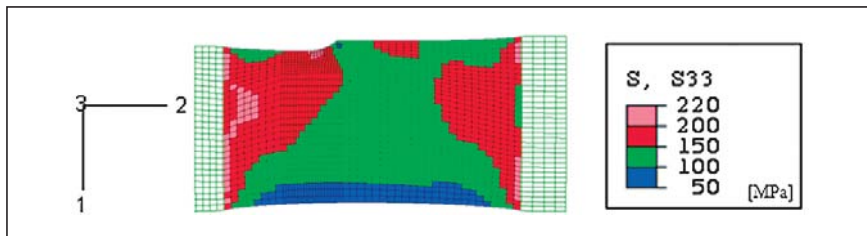
Aksialna komponenta napetosti (slika 16) tudi pri nemagnetnem delu največ prispeva k Misesovi primerjalni napetosti. Zaradi tako velike aksialne napetosti posledično nastanejo razpoke, ki se širijo pravokotno na potek napetosti. V obravnavanem primeru je to v ravnini 1–3.

- Napetosti v obodni smeri **S33**
Tlačne obodne napetosti (slika 17)

načeloma ne predstavljajo nevarnosti za porušitev sistema, bolj kritične so natezne obodne napetosti. Slednje so lahko vzrok nastanka in kasnejše širjenja razpok, ki se raztezajo v aksialni smeri. V danem primeru se na zunanji steni jedra pojavijo pozitivne vrednosti obodne napetosti, ki imajo večji vpliv na skupno primerjalno napetost kot strižna komponenta napetostnega tenzorja.

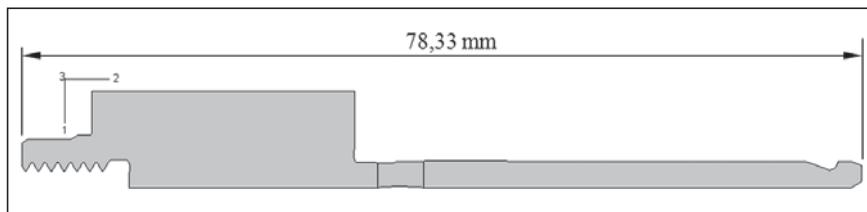


Slika 17. Obodne napetosti magnetnega dela



Slika 18. Obodne napetosti nemagnetnega dela

- Pomiki



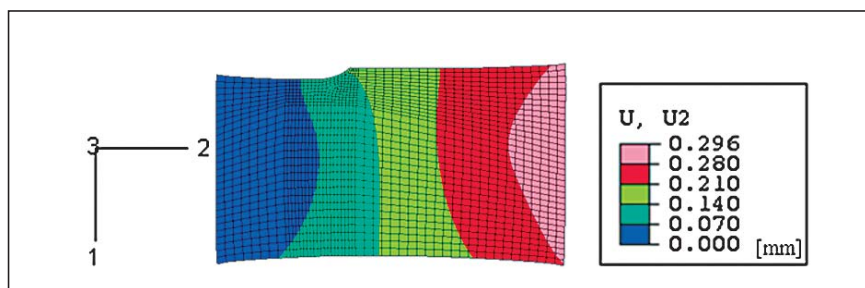
Slika 19. Izmera epruvete v razbremenjenem stanju

Pomiki vozlišč so (poleg zasukov) primarna in tudi fundamentalna spremenljivka napetostno-deformacijske analize po metodi končnih elementov. Preko vozliščnih vrednosti primarne spremenljivke so potem preračunane tudi preostale oz. sekundarne veličine (sile, momenti, napetosti, ...).

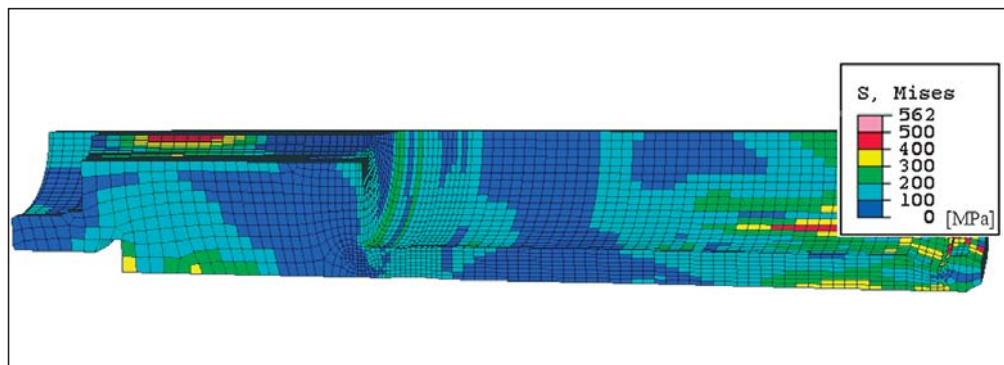
Na zgornji sliki (slika 19) je kotiran celotni raztezek epruvete po razbremenitvi. Neobremenjena in ne deformirana epruveta ima dolžino 78,0 mm, po obremenitvi in nato razbremenitvi znaša njena sprememba dolžine 0,33 mm.

Nemagnetni del jedra

• Pomiki v aksialni smeri **U2**: Slika 20 prikazuje po razbremenitvi trajno deformiran del nemagnetnega dela jedra. Velikost trajnega pomika je prikazana v legendi. Deformacija je precej blizu realnemu raztezkju nemagnetnega dela in od povprečja odstopa za manj kot 7 %. Na sliki zgoraj (slika 20) je viden tudi zožitev



Slika 20. Velikost aksialnih pomikov nemagnetnega dela jedra



Slika 21. Primerjalna napetost za celotno jedro

v radialni smeri, ki ga je moč opaziti tudi na realni epruveti, vendar je tam nekoliko manjši.

3.3 3D-simulacija nateznega preizkusa

Analogno 2D-simulaciji je bila tudi 3D-simulacija izvedena po opravljenem nateznem preizkusu in ustrezno umerjena glede na rezultate nateznega preizkusa. V danem primeru epruveta izkazuje popolno simetrijo 1/4 celote (tako geometrije kot obremenitve), zato je zaradi realnejšega popisa pričakovati boljši numerični približek dejanskemu stanju.

3.3.1 Rezultati 3D-numerične simulacije

S primerjanjem rezultatov 2D- in 3D-numerične simulacije najprej opazimo nekoliko nižje primerjalne napetosti na 3D-modelu (slika 22, slika 23). Spoj na magnetnem delu se analogno 2D-analizi izkaže za kritičnega in predstavlja možnost nastajanja razpok.

- Misesove primerjalne napetosti: Koncentracija napetosti (slika 21 – desni rob) je posledica motilnega

vpliva torne čeljusti trgalnega stroja, ki je bila uporabljena pri simulaciji nateznega preizkusa; koncentracija

napetosti zaradi oddaljenosti ne vpliva na interesno območje (lotni spoj).

Primerjalne napetosti po Misesu v področju lotnega spoja presežejo mejo plastičnega tečenja ($\sigma_{pl} = 130 \text{ MPa}$, slika 23). Tečenje se prične v zaokrožitvi lotnega dela.

Vzorci epruvet so bili naključno vzeti iz proizvodne linije. Zaskrbljujoč je precejšen raztros rezultatov nateznega preizkusa. To kaže predvsem na nehomogenost varilne žice (ki se lota na magnetni del) in vpliv človeškega faktorja.

- Misesove primerjalne napetosti magnetnega in nemagnetnega dela jedra:

Aksialna napetost (S22, slika 24) magnetnega dela epruvete izmed preostalih komponent (S11, S33) napetostnega tenzorja najbolj prispeva k Misesovi primerjalni napetosti. Pravokotno na smer delovanja aksialne napetosti se prične/nadaljuje rast razpok. Slednje so kritične predvsem pri dinamičnem obnašanju izdelka, čemur je jedro elektromagneta tudi izpostavljeno. Pri širjenju razpoke sodelujejo tudi strižne napetosti, ki v danem primeru niso zanemarljive.

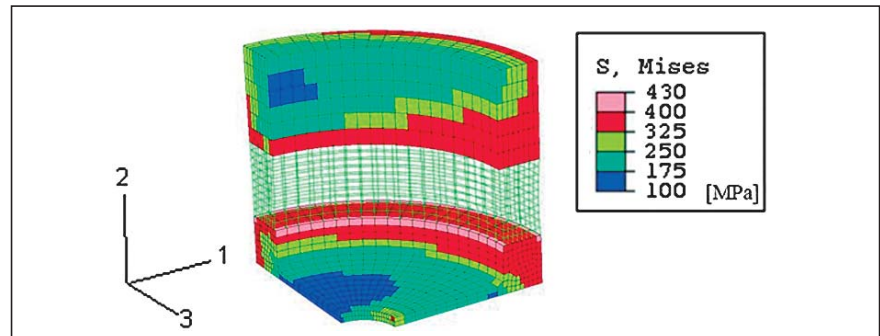
- Napetosti v aksialni smeri S22 (slika 25)
- Pomiki

S slike (slika 26) je razviden plastični del celotnega razteznika po razbremenitvi. Neobremenjena in nedeformirana epruveta je dolga 78,0 mm, po obremenitvi/razbremenitvi pa znaša njena dolžina 78,33 mm. Analogno 2D-simulaciji je tudi v tem primeru dana velikost pomika povsem v skladu s povprečno dejansko izmerjeno na epruvetah.

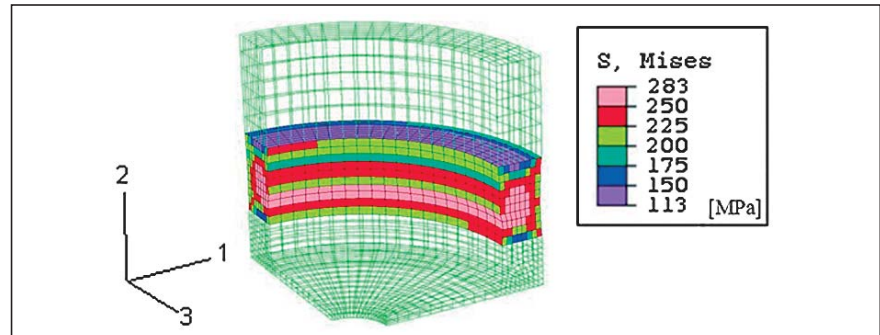
Nemagnetni del jedra

Glavnina prirastka dolžine epruvete je zaradi raztezanja mehkejšega izmed dveh materialov, tj. bakra v lotnem spoju. Dana velikost pomika je v skladu s povprečno dejansko izmerjeno na epruvetah.

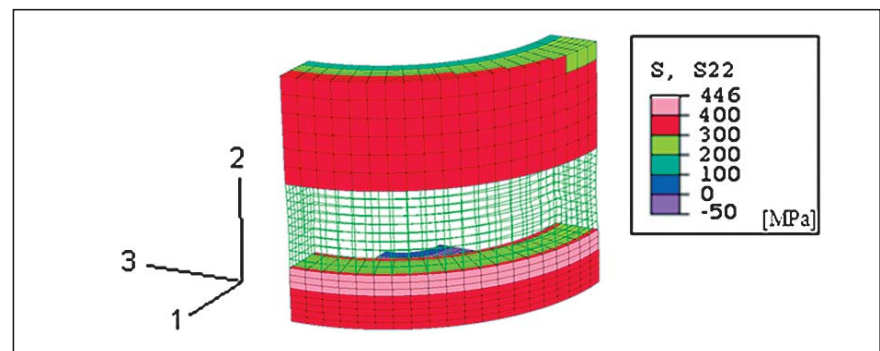
- Pomiki v globalni smeri U2:



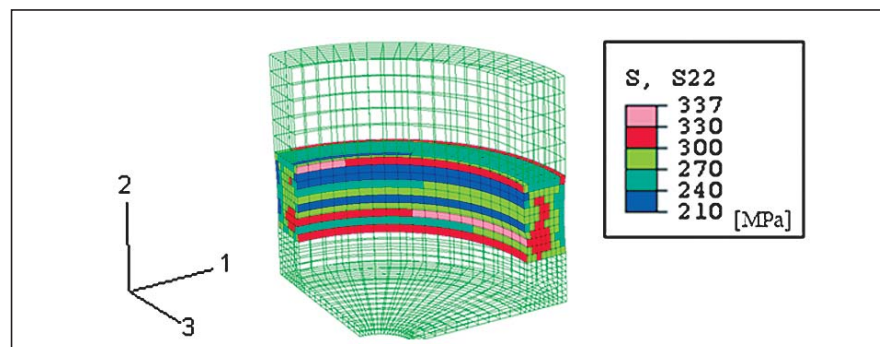
Slika 22. Misesova primerjalna napetost magnetnega dela jedra



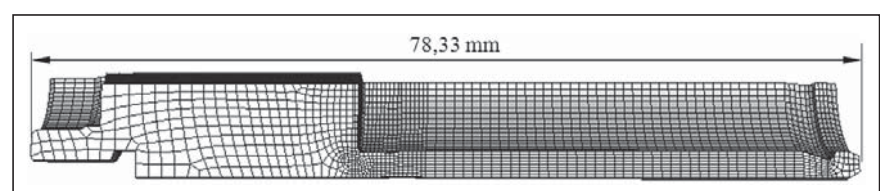
Slika 23. Misesova primerjalna napetost za lotni del



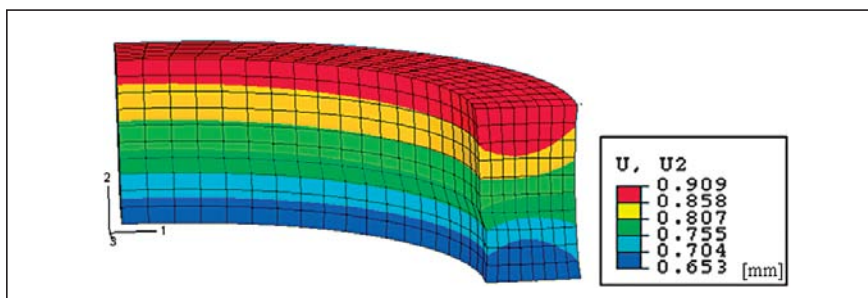
Slika 24. Aksialna napetost magnetnega dela



Slika 25. Aksialna napetost lotnega dela



Slika 26. Pomiki razbremenjene deformirane epruvete



Slika 27. Velikost aksialnih pomikov nemagnetnega dela

Slika 27 prikazuje kotiran razbremenjeni in deformirani del nemagnetnega dela jedra. Velikost nepovračljivega (trajnega) pomika znaša $0,26\text{ mm}$ glede na začetno nedeformirano dolžino. Na sliki je viden tudi zožitev v radialni smeri, analogno 2D-simulaciji.

3.4 2D-simulacija jedra elektromagneta MR-045

Z nateznim preizkusom epruvet (eksperimentalno, numerično) so bile dobljene karakteristike lotnega spoja. Posledično je nato mogoče izvesti numerično simulacijo jedra EM pod vplivom tlaka fluida, upoštevajoč dobljene razmere v spoju.

Namen omenjene simulacije je:

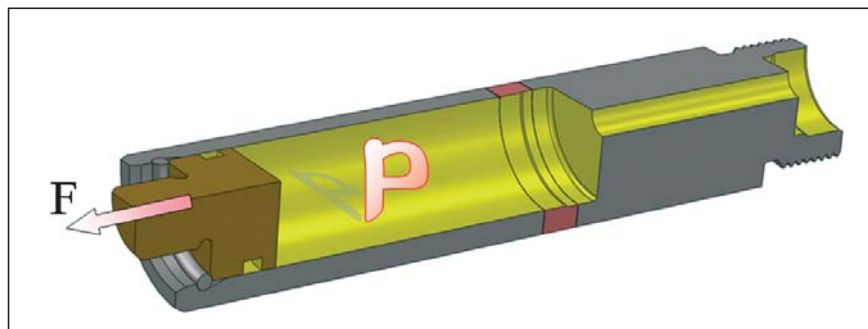
- ugotovitev napetostno-deformacijskega stanja v jedru za 99,9-odstotno verjetnost preživetja pri statičnem tlaku 250 barov,
- napoved obnašanja jedra pri povišanju tlaka na 300 barov pri 99,9-odstotni verjetnosti preživetja.

Rumeni del (slika 28) prikazuje področje tlačne obremenitve jedra EM. Aksialna sila F nastane zaradi generirane elektromagnetne sile v tuljavi in morebitnih drugih vplivov okolja (nenadni pospeški stroja, na katerem je pritrjeno jedro, idr.). EM sila po III. Newtonovem zakonu deluje poleg kotve tudi na tuljavo oz. njen okrov, ta pa je na dročnik pritrjena preko zvonaste matice (slika 4).

3.4.1 Rezultati numerične simulacije jedra EM

Napetostno-deformacijska analiza zajema vpliv tlaka hidravličnega fluida ob povišani temperaturi materiala. Navitje EM se namreč ob normal-

nem delovanju segreje do približno $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar povzroči prestop toplote na okolico (jedro) ter s tem spremembo deformacijskega in napetostnega stanja (ta fizikalni pojav ni bil simuliran). Misesova primerjalna napetost nikjer ne preseže meje plastičnega tečenja. Jedro EM tako obratuje

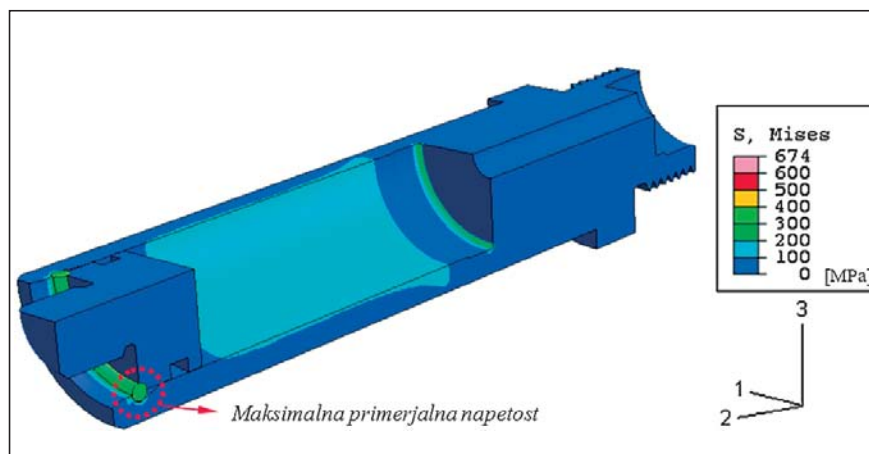


Slika 28. Področje obremenitve jedra (tlak + aksialna sila)

zgolj v elastičnem območju. Pri velikem številu obremenitev prihaja do utrujanja in posledično do utrujenostnega loma, kar pa v prispevku ni obravnavano.

- Misesova primerjalna napetost jedra EM:

na dejanskem jedru. Statični tlak tudi pri večkratni prekoračitvi predpisane ni kritičen za porušitev (lotnega spoja). Šele pri statičnem tlaku med 1300 in 1700 barov se prične degradacija lotnega spoja, kar se opazi kot puščanje medija (olja) – kot las tanka razpoka, ki predstavlja začetek degradacije.



Slika 29. Primerjalna napetost na jedru EM (osnosimetrični model)

Maksimalni dobljeni statični tlak hidravličnega fluida, pri katerem bi preživel 99,9 % epruvet, znaša 836 barov.

■ 4 Zaključek

Natezni preizkus epruvet pokaže kritično mesto za porušitev. To je na spoju magnetnega in nemagnetnega dela jedra. Kljub boljšim materialnim parametrom je jeklo "najšibkejši" člen, kar je posledica manjše duktilnosti oz. večje togosti v primerjavi z lotom. Izkaže se tudi, da spreminjanje hitrosti obremenjevanja (pomika jarma) nima bistvenega vpliva na velikost sile pri pretrgu. Iz oblike pretrganega spoja in velikosti sile, potrebne za pretrg, pa je moč sklepati na (ne)točnost izdelave lotnega spoja.

Iz numerične simulacije nateznega preizkusa je mogoče napraviti neka-

tere pomembne zaključke. Povprečna sila za pretrg epruvete je povsem v skladu z numerično dobljeno, medtem ko so z ustrezno interpretacijo numerično dobljenih pomikov epruvete tudi slednji ekvivalentni realno izmerjenim. Maksimalno odstopanje je znotraj 7 %.

Simulacija jedra EM pod vplivom tlaka hidravlične tekočine je bila izvedena na osnovi karakterizacije lotnega spoja. Izkaže se, da trenutni obratovalni tlak (250 barov [1]), ob predpostavki statičnega obremenjevanja, ni kritičen za nosilnost spoja kot tudi ne za jedro samo. Enaka napoved velja pri povečanju statičnega tlaka do računsko maksimalnih 836 barov.

Za napovedovanje obnašanja jedra pod vplivom dinamičnega (utripnega) obremenjevanja je potrebno poznavanje Wöhlerjeve krivulje za

vse uporabljene materiale in izbrano obremenitev.

Umerjeni numerični model se uporablja na vseh izdelkih podjetja Kladivar, katerih sestavni del je elektromagnet.

Literatura

- [1] Elektronski katalog izdelkov podjetja Kladivar, d. d., www.kladivar.com.
- [2] Kladivar Žiri, d. d., slikovna dokumentacija produktov, Žiri 2007.
- [3] Anže Čelik, Analiza mehanskega odziva ohišja jedra elektromagneta, diplomsko delo, Ljubljana 2008.
- [4] Elektronska navodila za uporabo programskega paketa ABAQUS
- [5] Getting started, Navodila za uporabo programskega paketa ABAQUS

Analysis of the mechanical response of an electromagnet core housing

Abstract: This degree paper discusses the analyses of the mechanical states of an electromagnet that is used for steering a hydraulic valve piston. For the example of a Kladivar electromagnet the strength analyses of a brazed joint and core were performed. A numerical model was made for the analysis method according to the finite-element method. The mechanical parameters of the brazed joint were calibrated according to the results of the performed straining test of the core. The mechanical analysis of the electromagnet on the basis of the calibrated model was made for the case of normal operation, anticipated by the project.

Keywords: mechanical analysis, electromagnet, finite-element method, core, armature, tension test,

Uporabljeni simboli

EM elektromagnet

σ_{ij} komponenta napetostnega tenzorja [MPa]

$2D$ dvodimenzionalni (prostor)

$3D$ tridimenzionalni (prostor)

nadaljevanje s strani 437

■ Hybridantriebe für Mobile Arbeitsmaschinen (Hibridni pogoni mobilnih strojev)

18. 02. 2009

Karlsruhe, ZRN

Organizatorja:

- Universität Karlsruhe (TH) – Institut für Fahrzeugtechnik und mobile Arbeitsmaschinen
- VDMA

Tematika:

- Električni ali hidrostatični pogoni
- Možnosti in potenciali povratnega pridobivanja energije
- Možnosti akumuliranja energije
- Vplivi zakonodajnih predpisov o izpušnih plinih na hibridne pogone

Informacije:

- naslov: Universität Karlsruhe (TH), Gotthard-Franz-Straße 8, 76131 Karlsruhe, BRD
- e-pošta: hybridtagung@ima.uni-karlsruhe
- internet: www.mobima.uni-karlsruhe.de/hybridtagung.php

nadaljevanje na strani 463

Robot Environment for Combat Vehicle Driving Simulation

Roman KAMNIK, Miha AMBROŽ, Peter ČEPON, Jernej KUŽELIČKI, Ivan PREBIL, Marko MUNIH

Abstract: This paper presents a driving simulator of a combat vehicle aimed for driver-vehicle interaction study and design of full scale driving simulator. The simulator consists of a real-time combat vehicle dynamics simulation module, a graphical presentation module, a robotic seat motion system, and a force feedback steering system. The simulation module simulates dynamic motion and interaction with environment of a combat vehicle in real-time. The graphical presentation module generates driving scenes that are displayed on a screen by a back projection. The robotic system generates seat motion cues by the help of a three degree-of-freedom hydraulically driven mechanism. The force feedback steering system is an interface between the driver and the simulator. In the paper the configuration of the driving simulator and the results of experimental evaluation are presented.

Keywords: Driving simulator, combat vehicle dynamics, robotic seat, force-feedback,

1 Introduction

Driving simulators are being used effectively for vehicle system development and human factor study by reproducing actual driving conditions in a safe and controlled envi-

ronment. The driving simulator is a tool that gives a driver impression of maneuvering an actual vehicle by predicting vehicle motion caused by his input and feeding back corresponding visual, motion, audio and proprioceptive cues. Driving simulators originate from the aircraft industry, however, automotive industry currently deeply relies on their exploitation. Most sophisticated are the driving simulators from Daimler, Ford, Honda, Renault and Toyota automotive companies. Simulators are being used for training in normal and critical driving conditions, analysis of the driver responses, and evaluation of user performances in different conditions [1]. Important role have the driving simulators in military applications since they create a virtual proving ground for engineering evaluation of combat vehicles and driver performances.

This paper presents a prototype driving simulator for six-wheel combat vehicle. The driving simulator was developed in the framework of feasibility study that investigated the possibilities of subsystems integration.

In the first part of the paper the configuration of the developed simulator is described, while in the second part, the results of experimental evaluation are presented.

2 Configuration of driving simulation environment

The configuration of robot environment for combat vehicle driving simulation is presented in *Figure 1*. The simulation environment incorporates four main modules. In simulated driving, the driver maneuvers the vehicle in computer model via active steering wheel. Vehicle motion dynamics and interaction with environment is calculated on-line in real-time. Based on calculated values the computer graphics presents the vehicle in 3D environment what provides visual feedback, while the two robot systems provide sensation (haptic) feedback to the driver. The haptic feedback to the driver is presented by the hydraulic robotic seat that provides vertical driver seat motion and the steering wheel system that generates the wheel aligning torque on the steering wheel. Each

Doc. dr. Roman Kamnik, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Slovenia;

dr. Miha Ambrož, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Slovenia;

Peter Čepon, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Slovenia

dr. Jernej Kuželički, univ. dipl. inž., Iskra Avtoelektrika d.d., Šempeter pri Novi Gorici, Slovenia

prof. dr. Ivan Prebil, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Slovenia;

prof. dr. Marko Munih, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Slovenia

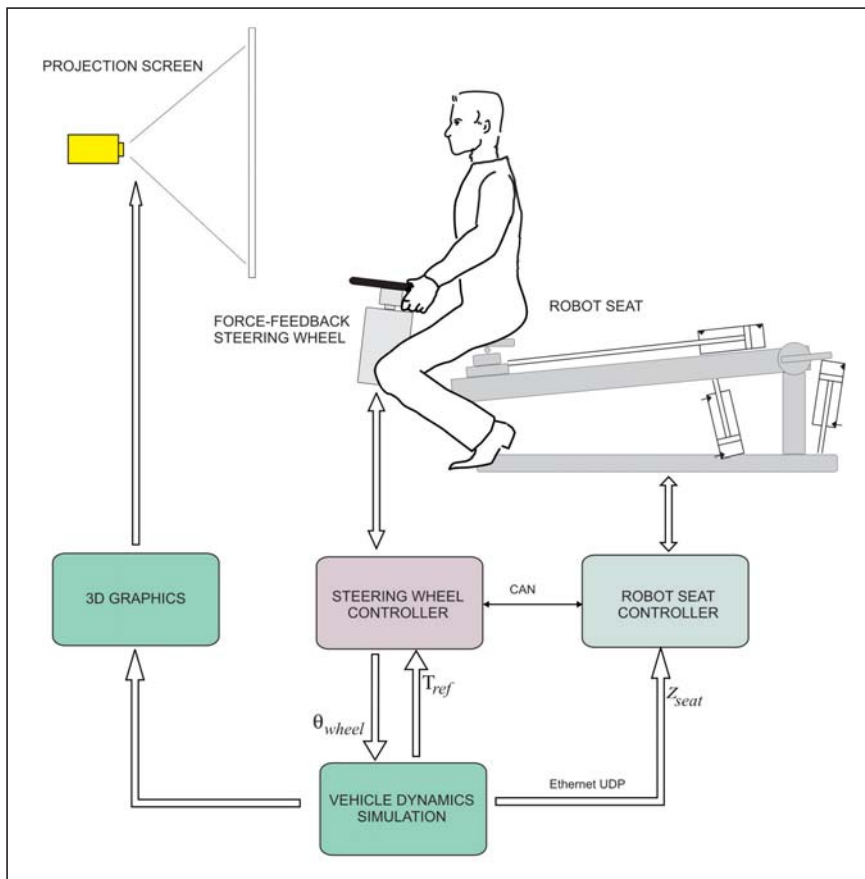


Figure 1. Configuration concept of robot environment for driving simulation

particular simulation environment module is described in details in the following chapters.

2.1 Simulation model of combat vehicle

The simulation model of combat vehicle incorporates the model of vehicle dynamics, the model of vehicle powertrain and propulsion system, the model of braking system, the model of steering mechanism and the model of vehicle - terrain interaction.

The model of vehicle dynamics is multibody-based and modelled using the Open Dynamics Engine. The vehicle is represented as a multibody system consisting of bodywork and four to eight wheels. The setup of a six-wheel vehicle is shown in Figure 2. The wheels, together with suspension elements, are connected to the bodywork with double-hinge joints. The unsprung mass consists of wheel mass and suspension elements mass [2, 4]. Spring and damping characteristics of each wheel suspension

are modelled by assigning the joint characteristics. Since the wheels are modelled as rigid bodies, the tyre spring and damping characteristics are computed separately and mechanically combined with suspension characteristics.

The powertrain is modelled as the system of a generic wheeled vehicle that in general consists of the engine, clutch, main gearbox, reduction gearbox, differential gear(s), and

hub gears. Each power transmission element transfers torque and shaft angular velocity according to its transfer function.

The braking system of the vehicle is modelled as a source of tangential force on the braked wheels, the amplitude of which depends on the position of the brake pedal as user input. Braking force can be individually applied to each of the wheels. The simulator provides a basic model of braking force reduction on the rear axle depending on the normal force on the rear axle. A simple model of slip-detection based anti-lock brake system is also implemented.

The steering system of the vehicle is modelled as a transfer function that transfers the steering wheel rotation angle as user input to rotation angle of the individual steered wheel. The model provides means of modelling of kinematic steering mechanism and its steering angle difference to fulfil the Ackerman condition. All the steering mechanism geometrical characteristics found on real vehicles (camber angle, castor angle, toe-in angles etc. are also modelled [2, 4, 3]). Transfer functions for steering can be assigned for each axle of the vehicle separately. In this way, it is possible to model vehicles with unconventional steering systems (e.g. rear wheel steered fork lifts or vehicles with four wheel steering as shown in Figure 4).

Terrain is modelled as a triangle mesh and used in collision algorithm to

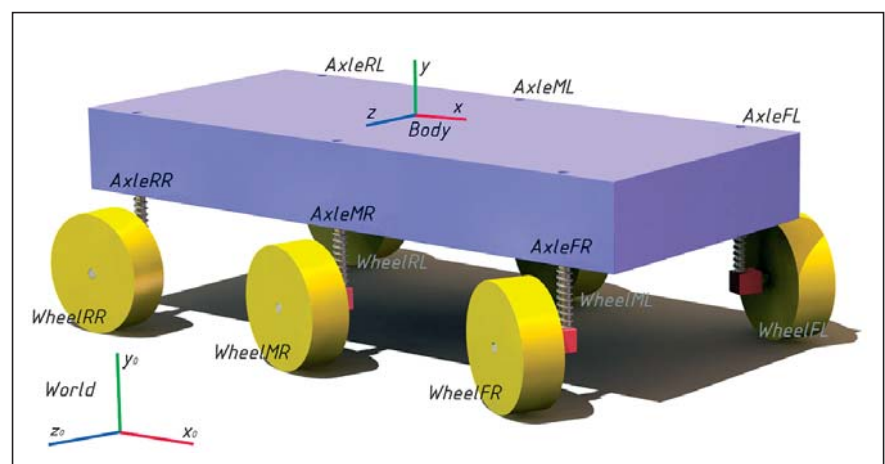


Figure 2. Vehicle multibody model

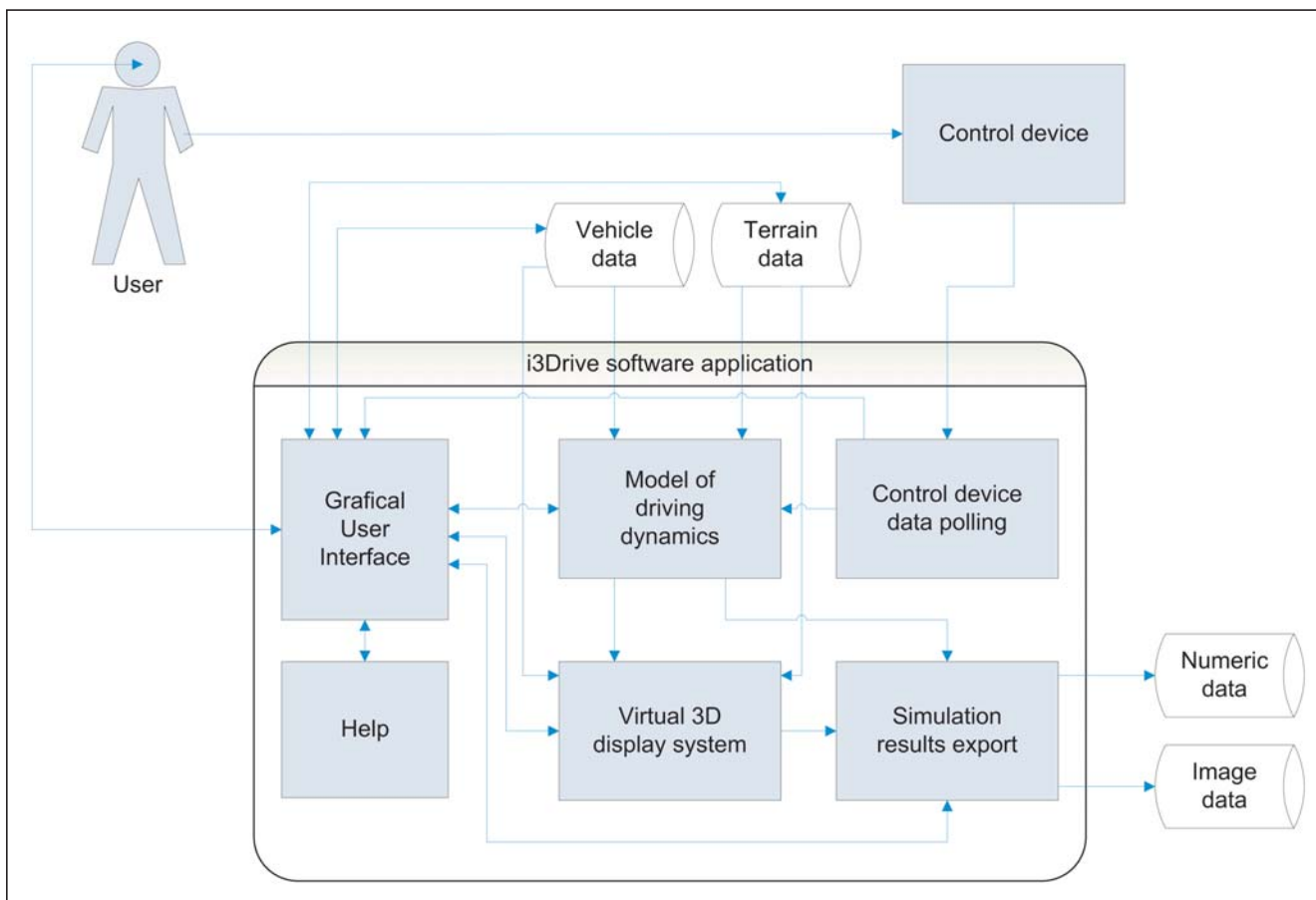


Figure 3. *i3Drive application scheme*

excitate the vehicle dynamics model. The ODE collision detection system is used to determine the contacts between vehicle parts and the terrain geometry. The shape of the terrain triangle mesh is arbitrary and without restrictions for triangle dimensions. This way, the memory required for storing triangle data and the number of vertices used in collision detection can be effectively reduced in the "flatter" areas of the terrain, whilst the more agitated areas can be represented by a larger number of triangles providing more accurate simulation. The point data to generate the terrain mesh can be obtained from various sources. These include field measurements and GIS data for existing real terrains, or different 3D modelling techniques for artificial terrains. The forces that occur on the tyre-driving surface contact depend on many factors, of which the most significant are the longitudinal wheel slip and lateral wheel slip angle. These two quantities are computed for each wheel in every simulation step. The forces are modelled separately for the

longitudinal and the lateral direction of the wheel [6]. The model also

includes calculation of the aligning torque on the steered wheels that

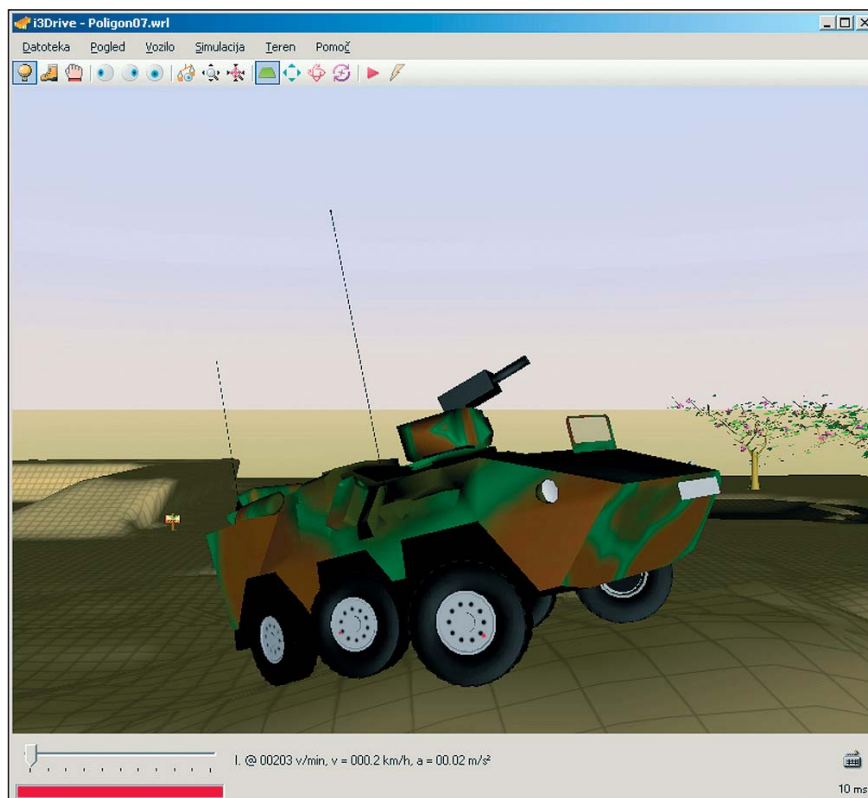


Figure 4. *i3Drive main window*

is included into the simulation as steering wheel centering, i.e. steering torque feedback.

2.2 Software application for interactive vehicle simulation

The simulation models are incorporated into a software application named i3Drive that includes components for display in virtual 3D environment, modules for polling control devices, a graphical user interface to control the application behaviour and components for simulation results export. The advantage of the configuration is that the user has access to all the relevant simulation parameters regarding the vehicle, the terrain and the simulation intrinsics, which makes it possible to realistically simulate real vehicles on real terrains. Together with the possibility of real-time interactive driver input processing this makes the application useful for vehicle operator training. The structure of the application is schematically shown in *Figure 3*.

The largest part of the application main window (presented in Fig. 4) is occupied by the display area where the visualization in virtual 3D environment takes place. The user can control the simulation and display parameters with menu commands and toolbars and monitor the simulation status in the status area. Special care has been taken to provide easy access to common tasks such as switching viewpoints and changing navigation and simulation parameters.

Simulated vehicle dynamics is presented in interactive virtual 3D environment. The user is represented by the virtual person, or avatar, that can be controlled independently of the simulated vehicle. This enables the user to observe the virtual 3D environment, and thus the driving simulation, from different perspectives and different points of view. The avatar can be attached to the simulated vehicle to provide the "driver's view" or custom views of parts on the vehicle. To achieve a better view of the simulated vehicle when driving on larger driving surfaces, any fixed or moving viewpoint

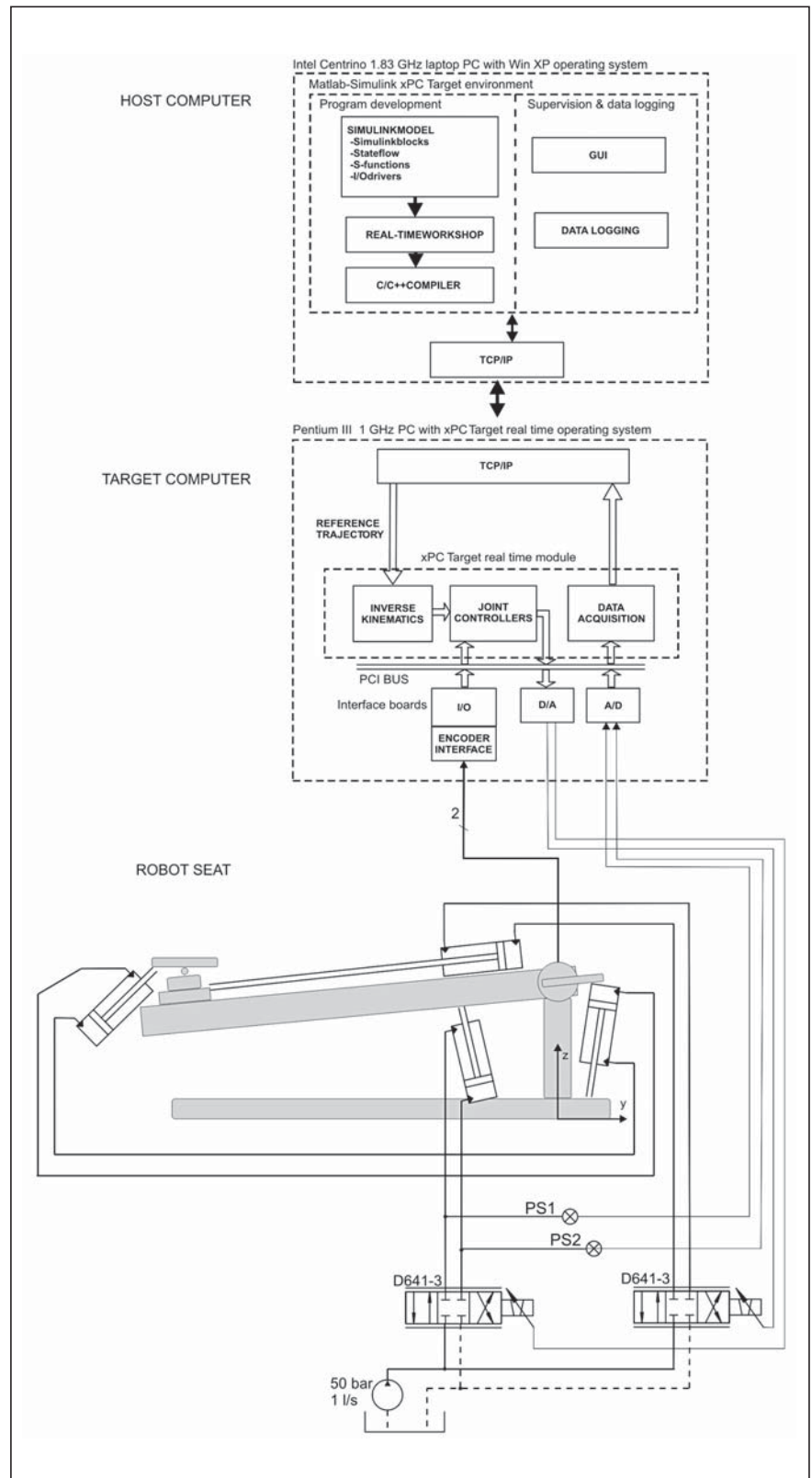


Figure 5. Control scheme for robotic seat

can be set to automatically follow the simulated vehicle by rotating the virtual camera.

From programming point of view the display system is independent from the simulation engine and the ma-

thematical model. This is achieved by running the simulation engine and the virtual 3D environment display in separate operating system threads assuring only synchronization between the two timers. This way it is possible to achieve shorter simulation

intervals to improve simulation accuracy and stability while keeping the display update interval long enough to ensure display in real time. On a 2600 MHz Pentium 4 computer with ATI Radeon 9600 graphics card at 1024×768 screen resolution the current version of i3Drive can achieve the shortest simulation interval of 9 ms at a display frame rate of 25 frames per second when simulating a four-wheel vehicle on a driving surface consisting of 9800 triangles.

The inputs to the vehicle model (steering wheel angle, gas pedal position, brake pedal position, selected gear ratio, clutch state etc.) are delivered by a control device. The hardware control devices can range from standard commercial game controllers (joysticks and steering wheel/pedal combinations) to custom made controllers and detailed vehicle cockpit mock-ups. The software for driving external actuators are built into the control device and the simulation data are used to provide motion and force feedback to the user.

2.3 Robot system for seat motion simulation

Active driver seat is in the simulation environment realized by the use of a robot device developed for training of standing-up [5]. The standing-up robot device is a hydraulically driven 3 DOF mechanism, which in a way of supporting the subject resembles half of a seesaw. The driver is supposed to seat on a standard bike seat mounted at the robot end-effector. The robot configuration enables an arbitrary seat motion restricted to a subject's sagittal plane. Positioning of the end-effector is accomplished by movement of the two robot segments. The first segment is rotating around its axis in a robot base, while the second translational segment is moving longitudinally along the first one. Both segments are driven by linear hydraulic actuators. At the robot end-effector the orientational mechanism is mounted assuring horizontal seat orientation in any robot position. Constant seat orientation is maintained by a passive hydraulic bilateral mechanism.

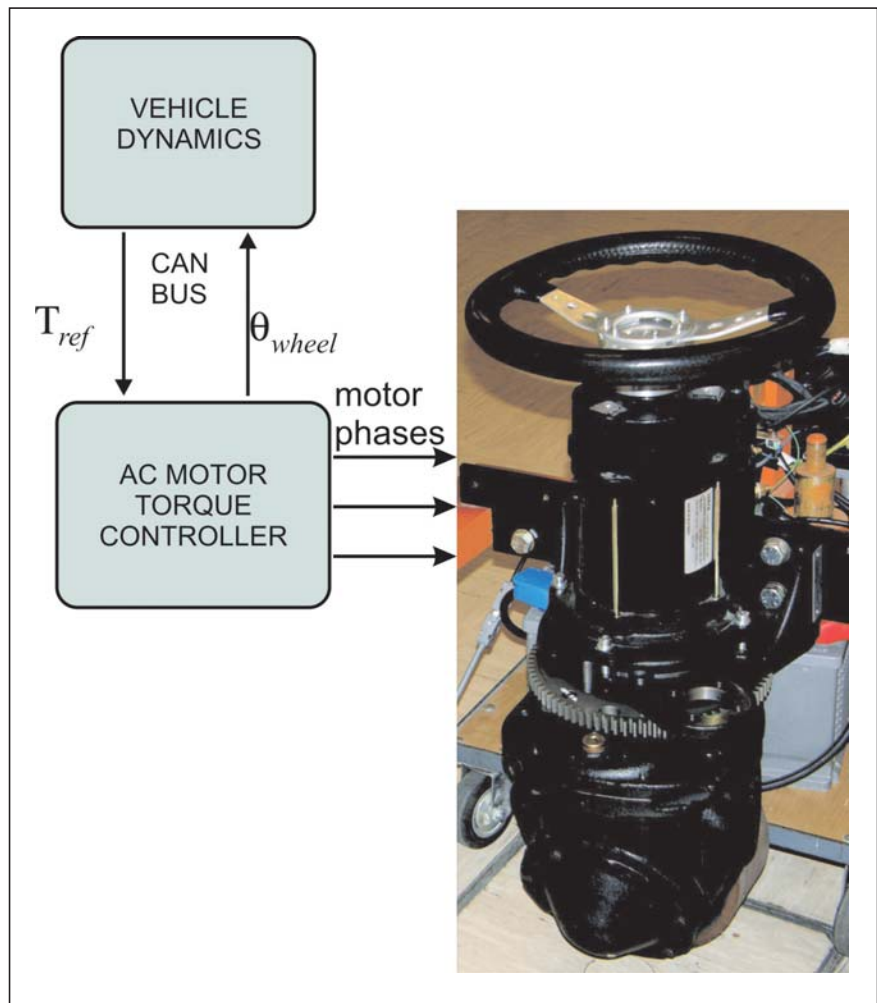


Figure 6. Force feedback steering

The standing-up robot mechanism is driven by an electrohydraulic servosystem presented in Figure 5. The system is powered by a hydraulic pump providing the pressure of 50 bars and the hydraulic current of 1 l/s. The pump performances allow the maximal speed of the robot end-effector up to 2 m/s. Two Moog D641-3 servovalves with incorporated electronics are used to control the pressure difference applied to the linear hydraulic cylinders driving both links. The robot device operates in the position control mode of operation. In this mode, the control objective is to guide the robot end-effector along the desired path specified via TCP/IP connection in terms of velocity and/or acceleration at each point.

Control system of the robotic device is implemented in two levels (see upper part of Fig. 5). At the lower level, the hydraulic servosystem is controlled

by a target computer built upon a 1 GHz PC Pentium III platform. On the platform, the xPC Target real time operating system is running at a constant sampling rate of 1 KHz. Two PCI interface boards are used in this controller to interface the external hardware. The PCI-DDA08 board (Measurement Computing, Inc., Middleboro, USA) acquires the analog force and pressure signals, and reads the joint positions via digital inputs. The joint positions are assessed by the help of rotational incremental encoders interfaced via HCTL 2016 integrated circuits (Motorola, Inc., Anaheim, USA). Another Measurement Computing board type D/A PCI-DAS1002 is employed to drive the hydraulic servovalves applying the output voltage in a range of ± 10 V. At the higher level, an additional computer is used as a host platform for robot system programming, supervision, data logging and control. The environment is based on Mathwork-



Figure 7. Experimental evaluation of robot environment for combat vehicle driving simulation

sMatlab software with Simulink, Stateflow and xPC Target toolboxes. The configuration allows the development of control algorithms in graphical mode by building and connecting functional blocks what provides user friendly graphical software development environment, optimal tuning of parameters, and easy acquisition and logging of signals.

2.4 Force Feedback Steering

For the implementation of force feedback steering an Iskra AML 7103 induction motor is directly coupled to the steering wheel (see Figure 6). This direct drive configuration can produce up to 38 Nm of zero backlash torque. Consequently, high resolution torque generation enables a realistic driving sensation. The AC motor has an incremental sensor bearing incorporated with resolution of 192 pulses per revolution. The sensor is used for acquisition of steering wheel angle. The AC motor is controlled by Iskra AES1134 controller that is rated at 24 V and has a maximal output current capability of 400 A. In the controller, a DSP processor performs indirect field oriented torque control at 10 KHz.

Fast CAN interface is implemented for communication between motor

controller and superior xPC Target controller. The application uses master-slave principle of communication where the target computer behaves as a master device and the AC motor behaves as a slave device on the bus. CAN messages, that can be up to 8 bytes of data long, are transferred with maximum speed of 1 Mbit/s allowing that the xPC Target operating

system to be running at a sampling rate of 1 KHz. Via the CAN bus the reference torque value is transferred to the AC motor controller, while the value of steering wheel angle is transferred in opposite direction.

3 Experimental evaluation

In the experimental evaluation of the robot environment for combat vehicle driving simulation the experimental setup presented in Figure 7 was tested. The driving scenario incorporated the maneuvering of combat vehicle over an off-road terrain. The driver maneuvered the vehicle by the steering wheel system, while the vehicle motion dynamics and its interaction with the environment were calculated on-line by the i3Drive software. Haptic information about the vehicle vertical motion and wheels aligning torque were delivered to the driver by the help of robot seat and force feedback steering system. A back projection screen was used for providing visual feedback about the vehicle environment in 3D space.

In Figure 8 a vertical position of the vehicle chassis is presented as an input to the driver seat subsystem. From the input, the vertical seat

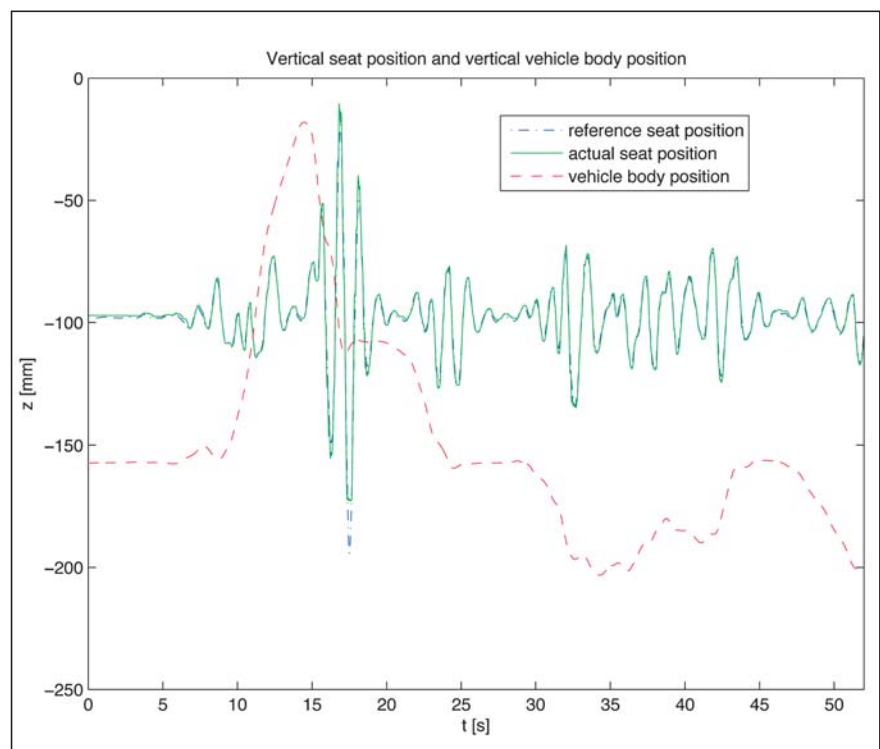


Figure 8. Driver seat vertical motion

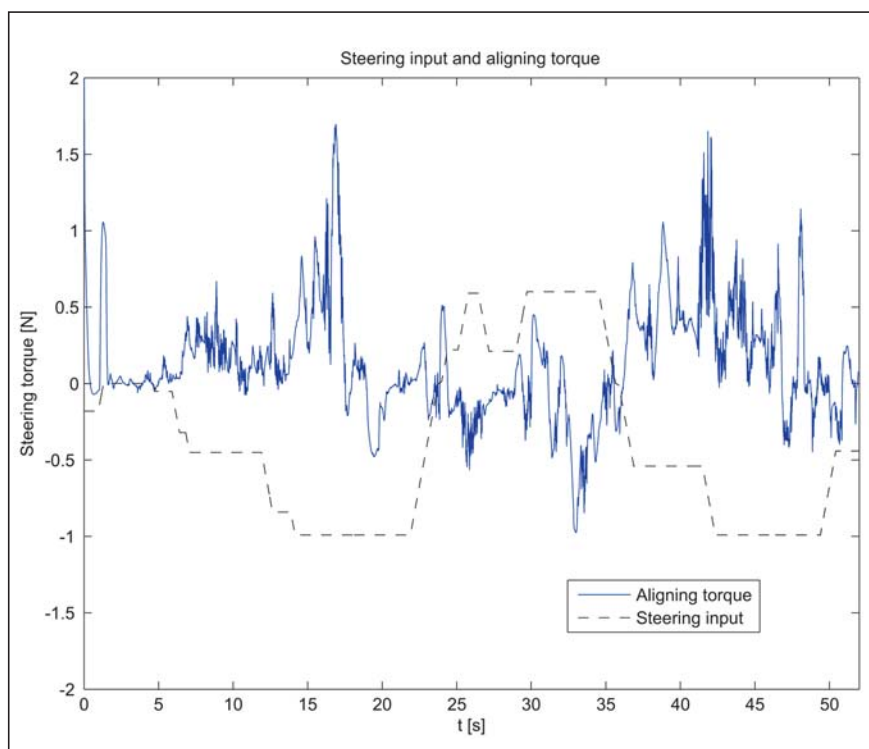


Figure 9. Force feedback steering

position was calculated (see dash-dotted line) and delivered to the robot controller. As shown by the graph, the robot controller provided accurate tracking of the reference signal.

Figure 9 presents the steering input to the vehicle model that was acquired by the steering wheel angle sensor during simulated driving. The wheel interaction with the terrain during cornering was calculated as a wheel aligning torque. The aligning torque (presented in graph by a solid line) was delivered to the steering wheel torque controller as the torque reference.

4 Conclusions

This paper describes the design and evaluation of the robot environment intended for driving simulation of combat vehicle. The simulation environment is based on the detailed simulation model of combat vehicle dynamics, the graphics display, the robot seat and the force feedback steering system.

Driving simulation in military applications provides a safe virtual environment in which driving behavior experiments can be conducted that are impossible to undertake in real environments because of potential

risks to subjects or vehicles. Driving simulation is also important for virtual prototyping of new vehicle designs that, for example, arises from changes in vehicle configuration and driver training in such situations.

The developed simulator serves as a prototype testbed for the study of simulation capabilities and the possibilities of software and hardware modules integration. Based on the presented results, a high-fidelity combat vehicle simulator is planned to be developed.

References

- [1] Ambrož, M., S. Krašna, and I. Prebil. 2004. 3D Road Traffic Situation Simulation System. *Advances in Engineering Software*, Vol. 36, pp. 77-86.
- [2] Blundell, M. and D. Harty. 2004. *The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- [3] Genta, G. 1999. *Motor Vehicle Dynamics, Modelling and Simulation*, World Scientific Publishing, Singapore, 1999.
- [4] Gillespie, T. D. 1992. *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, SAE Inc., Warrendale, PA, USA.
- [5] Kamnik, R. and T. Bajd. 2004. Standing-Up Robot: An Assistive Rehabilitative Device for Training and Assessment, *J. med. eng. technol.*, Vol. 28, No. 2, pp. 74-80.
- [6] Pacejka, H. B. 2002. *Tire and Vehicle Dynamics*, SAE Inc., Warrendale, PA, USA.

Robotsko okolje za simulacijo vožnje bojnega vozila

Razširjeni povzetek

Simulator vožnje je sistem za simulacijo upravljanja realnega vozila v varnem in kontroliranem okolju. Namen simulatorja je, da vozniku ustvari občutek upravljanja z realnim vozilom v realnih voznih razmerah. To je izvedeno s pomočjo določitve gibanja vozila na osnovi upravljalnih komand ter posredovanjem ustreznih vizualnih, slušnih in taktilnih zaznav vozniku. Simulatorji igrajo pomembno vlogo pri razvoju vozil in študiju akcij voznika. Uporabni so za vadbo vožnje v normalnih in kritičnih razmerah, analizo odzivov voznika ali evalvacijo uporabniških lastnosti v različnih razmerah. Posebno vlogo imajo simulatorji vožnje bojnih vozil, saj omogočajo preverjanje vozila in voznika na navideznem preizkusnem bojnem poligonu.

V prispevku je predstavljen prototipni simulator vožnje šestkolesnega bojnega vozila, ki je bil razvit v okviru izvedljivostne študije, katere namen je bil preveriti možnosti integracije posameznih podskelecev simulatorja. Razviti simulator vožnje bojnega vozila je sestavljen iz simulacijskega modula z dinamičnim modelom vozila, grafičnega modula, robotskega sedeža in haptičnega volana. Konfiguracija simulatorja vožnje bojnega vozila je predstavljena na *sliki 1*. Na simulacijskem modulu v realnem času poteka izračun gibanja bojnega vozila na osnovi podrobnega dinamičnega modela vozila in njegove interakcije z okoljem. Model vozila je načrtan kot togo telo karoserije, na katerega je preko vzmetenja vpetih šest koles (*slika 2*). V modelu vozila so implementirani pogonski in zavorni momenti, preverjanje zdrsa in preprečevanje blokade koles. Interakcija vozila s terenom je določena s pomočjo modela terena, ki ga sestavlja mreža trikotnikov, ter modela in detekcije kolizije med kolesi in terenom. Simulacijski modul je zasnovan v obliki programske aplikacije i3Drive. Na *sliki 3* je prikazana konfiguracija programske aplikacije, na *sliki 4* pa grafični prikaz vozila in okolja v trirazsežnem prostoru, ki je uporabljen za prikaz na projekcijsko platno. Robotski hidravlični mehanizem s tremi prostostnimi stopnjami gibanja, predstavljen na *sliki 5*, zagotavlja gibanje sedeža, ki je identično gibanju sedeža v vozilu med vožnjo. S slike je razvidno, da vse robotske segmente poganjajo hidravlični valji, vodeni preko elektrohidravličnih servoventilov. Regulacija aktivnih sklepov je izvedena z robotskim krmilnikom, ki je zgrajen na osnovi operacijskega sistema, namenjenega delovanju v realnem času xPC Target. Volan, ki predstavlja vmesnik za upravljanje z modelom vozila, je voden glede na izravnalni moment upravljalnih koles. Na ta način je vozniku posredovana haptična informacija o momentih na volanu, ki delujejo pri upravljanju realnega vozila. Volan je direktno gnan s pomočjo indukcijskega motorja, vodenega z direktno regulacijo momenta preko vektorske regulacije magnetnega polja. Konfiguracija sistema haptičnega volana je predstavljena na *sliki 6*. Simulator vozila, robotski krmilnik in krmilnik motorja medsebojno komunicirajo preko povezave Ethernet z izmenjavo paketov UDP.

Simulator vožnje bojnega vozila je bil preizkušen v laboratorijskem okolju pri vožnji po brezpotju. Testni voznik je upravljal s simulatorjem preko volana, pri čemer mu je bila vizualna informacija posredovana na projekcijskem platnu, taktilna pa preko haptičnega volana in robotskega sedeža (*slika 7*). *Slika 8* predstavlja gibanje karoserije in rezultirajoče gibanje sedeža pri eksperimentu. *Slika 9* predstavlja kot vrtenja volana in rezultirajoči izravnalni moment.

Predstavljeni simulator vožnje bojnega vozila je zasnovan kot prototipni sistem za preverjanje karakteristik simulacijskega modela in možnosti integracije posameznih modulov strojne in programske opreme za delovanje v realnem času. Na osnovi predstavljenih rezultatov in opažanj testnega voznika pri eksperimentu je možno zaključiti, da je razvita programska oprema ustrezna in da je realizacija simulatorja bojnega vozila s kompleksnejšo strojno opremo izvedljiva.

Ključne besede: simulator vožnje, dinamika bojnega vozila, robotski sedež, haptična informacija,

Acknowledgments

The authors acknowledge the Republic of Slovenia Ministry of Defense and Ministry of Education, Science and Sport grants "System for Analysis of Exploitation Capabilities of Army Vehicles" (M2-0126), "Motion Analysis and Synthesis in Human and Machine" (P2-0228 C), and "Modelling in Technics and Medicine" (P2-0109 C).

nadaljevanje s strani 455

■ 13. ATK – Antriebstechnische Kolloquium 2009 (Kolokvij pogonske tehnike)

05. in 06. 05. 2009

Aachen, ZRN

Organizator:

- Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung der RWTH Aachen

Tematski področji:

- Pogonsko kolektivi z mehanskimi prenosniki

- Strojni elementi in tribologija

Rok za prijavo aktivne udeležbe: 04. 11. 2008-10-02

Informacije:

- Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung der RWTH Aachen, Schinkelstraße 10, 52056 Aachen, BRD
- tel.: + 0241-80-956-35
- faks: + 0241-80-922-56
- e-pošta: info@atk-aachen.de
- internet: www.atk-aachen.de

nadaljevanje na strani 497

Sistem za detekcijo ovir na osnovi kamere z vgrajenim slikovnim procesorjem

Lovro KUŠČER, Aleš GORKIČ, Janez DIACI

Povzetek: V članku je predstavljen razvoj senzorskega sistema na osnovi laserske profilometrije, ki omogoča detekcijo ovir pri vožnji mobilnega robota po ravni podlagi. Sistem je zgrajen na osnovi triangulacijskega merilnega modula, ki ga sestavljata laserski črtni projektor in digitalna videokamera z vgrajenim slikovnim procesorjem. Modul zajema profile, ki omogočajo robotu tridimenzionalno zaznavo okoliškega prostora s frekvenco do 200 meritev na sekundo in jih posreduje vgrajenemu osebemu računalniku. Ta analizira zajete profile v realnem času, iz njih izlušči ovire in vodi robot tako, da se oviram izogne. V članku sta predstavljeni zasnova in realizacija mobilnega robota in njegovega optičnega in optoelektronskega podsistema. Obravnavane so najpomembnejše značilnosti uporabljene strojne in razvite programske opreme. Opisan je algoritem, ki omogoča detekcijo ovir na osnovi analize zajetih profilov v realnem času. Opisani so eksperimenti, v katerih je bil sistem preizkušen v laboratorijskem okolju.

Ključne besede: mobilni robot, detekcija ovir, optična triangulacija, laserska profilometrija, obdelava slike

■ 1 Uvod

Avtonomni mobilni roboti se danes uporabljajo na številnih področjih, kjer morajo velikokrat delovati v spremenljivih in nepredvidljivih okoljih. Zato morajo biti sposobni zanesljivega zaznavanja ovir, kar predstavlja enega izmed velikih izzivov na področju razvoja avtonomnih mobilnih robotov.

Mobilni robot mora biti sposoben zaznati ovire, ki bi mu lahko zaprle pot, in se jim pravočasno izogniti ter nato nadaljevati operacije, ki so v skladu z njegovim ciljem. Zaznavanje ovir, ki se človeku zdi enostavno, je za robot zahtevna naloga in je zato

Lovro Kuščer, univ. dipl. inž., dr.
Aleš Gorkič, univ. dipl. inž., izr.
prof. dr. Janez Diaci, univ. dipl.
inž.; vsi Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo

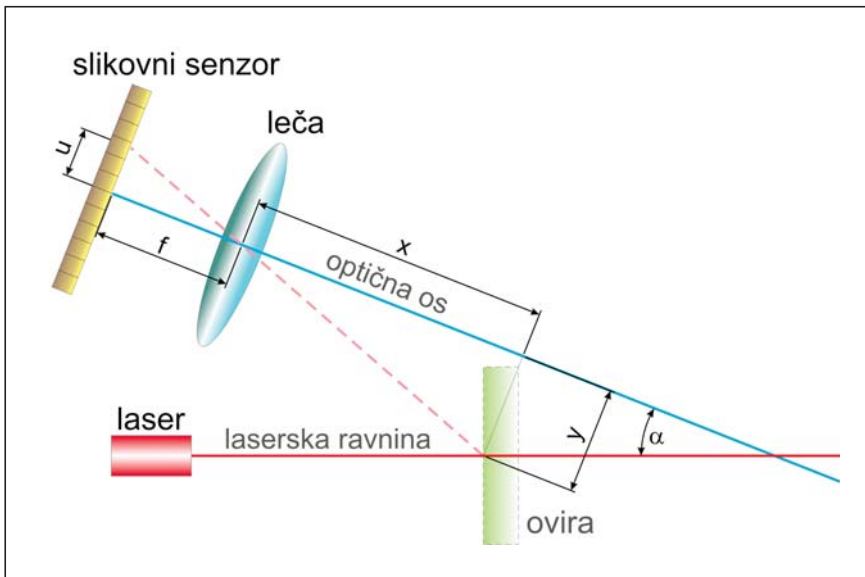
še vedno tema številnih raziskav. Rezultat tega so senzorski sistemi, ki so zasnovani na različnih tehnologijah, na osnovi katerih lahko sisteme za zaznavanje ovir razdelimo v dve skupini. V prvo sodijo sistemi z uporabljenimi točkovnimi ultrazvočnimi in/ali infrardečimi senzorji [1], ki so primerni za hitro in enostavno zaznavanje ovir, vendar pa imajo velike pomanjkljivosti, kadar gre za ovire z zapleteno 3D-obliko. V drugo skupino pa sodijo sistemi, ki temeljijo na zajemanju in procesiranju slik [2]. V tej skupini najdemo sisteme, ki temeljijo na stereovidu, in sisteme, ki uporabljajo laserske daljinomere oz. profilomere [3, 4]. Sistemi, zasnovani na stereovidu, imajo dobro zanesljivost pri detekciji prostorskih oblik, vendar pa se pojavljajo omejitve, kadar gre za objekte z neizrazitimi teksturami. Sistemi z laserskimi profilomeri zagotavljajo veliko natančnost in zanesljivost. Poleg tega omogočajo tudi detekcijo objektov

kompleksnih oblik, vendar je za to potrebno izvajati premikanje laserskega izvora ali celotnega merilnega modula, kar poveča kompleksnost takšnega sistema. Možne pa so tudi rešitve z več merilnimi moduli.

V članku sta predstavljeni zasnova in potek razvoja senzorskega sistema na osnovi laserske profilometrije, ki omogoča detekcijo ovir pri vožnji po ravni podlagi. Sistem je zgrajen na osnovi triangulacijskega merilnega modula, ki ga sestavljata laserski črtni projektor in digitalna videokamera z vgrajenim slikovnim procesorjem. Predstavljena je programska oprema, ki je bila razvita za potrebe detekcije ovir in krmiljenja mobilnega robota. Prikazani so tudi rezultati testiranj v laboratorijskem okolju.

■ 2 Sistem za detekcijo ovir

Za detekcijo ovir z metodo laserske triangulacije (*slika 1*) potrebujemo

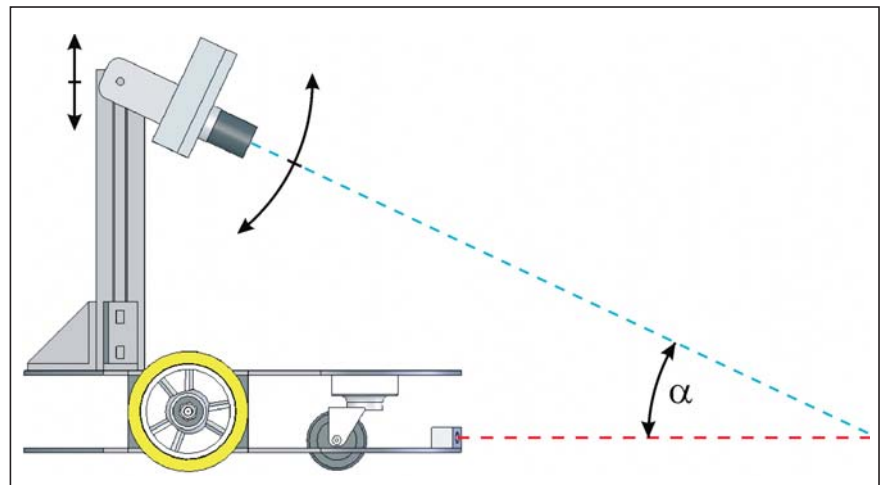


Slika 1. Detekcija ovira z lasersko triangulacijo

iz obeh žarkov, je lahko od 45° do 90° , odvisno od postavitve laserskih projektorjev. Kamera je postavljena nad lasersko ravnino in vpeta na nosilcu, ki omogoča nastavljanje višine in naklona (slika 2). Tako je mogoče spreminjati triangulacijski kot med optično osjo kamere in lasersko ravnino, s čimer vplivamo na vidno območje kamere in s tem posledično na območje zaznavanja ovira. Ker želimo zaznavati ovire v čim večjem območju, smo uporabili širokokotni objektiv z goriščno razdaljo 4,5 mm ter vidnim kotom 60° v vodoravni ravnini. Ločljivost senzorskega sistema znaša $0,12^\circ$ v horizontalni smeri, v vertikalni smeri pa $0,0075^\circ$ zaradi podtočkovne detekcije laserske črte, ki se izvede v slikovnem procesorju v

slikovni senzor in vir strukturirane laserske svetlobe, ki oddaja točkovni, črtni ali mrežni svetlobni vzorec.

Ko se pred mobilnim robotom pojavi ovira, se laserska svetloba od nje odbije, kar zazna slikovni senzor. Iz položaja laserskega svetlobnega vzorca na sliki je možno določiti oddaljenost ovira od mobilnega robota. Pogoj za detekcijo je torej ustrezen difuzni odboj laserske svetlobe od površine ovira, kar pomeni, da prozornih ali slabo oziroma zrcalno odbojnih površin na ta način ne moremo zaznati.

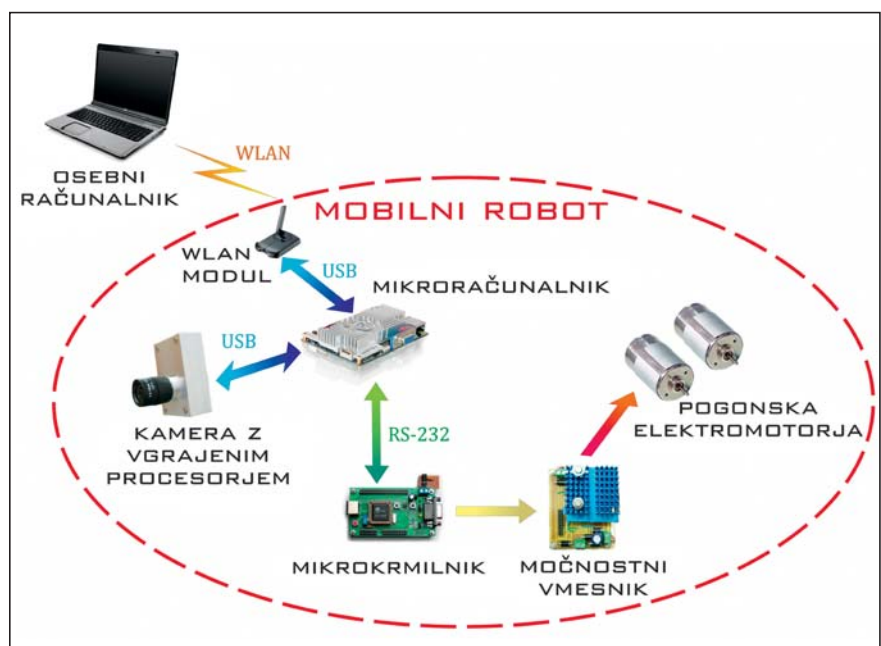


Slika 2. Postavitev kamere in laserskih črtnih projektorjev na mobilnem robotu

Za izločanje laserske črte iz slike obstaja veliko algoritmov, ki se razlikujejo po učinkovitosti in zahtevanih procesnih zmogljivostih. Zato je potrebno poiskati ustrezno razmerje med zanesljivostjo in hitrostjo.

Izločanje laserske črte iz slike v našem primeru izvaja digitalna videokamera z vgrajenim slikovnim procesorjem, ki je bila razvita za uporabo pri hitri laserski triangulaciji [5]. Omogoča zajemanje in procesiranje do 200 slik na sekundo pri ločljivosti 502×667 slikovnih točk.

Za izvor laserske svetlobe sta uporabljena dva črna laserska projektorja, ki sta nameščena tako, da projicirata lasersko ravnino vzporedno s tlemi. Kot pahljače, pod katerim se širi laserska ravnina, sestavljena



Slika 3. Shema mehatronskega sistema na mobilnem robotu

kameri. Eksperimenti so pokazali, da izbrani širokokotni objektiv zagotavlja sprejemljivo ločljivost in območje detekcije.

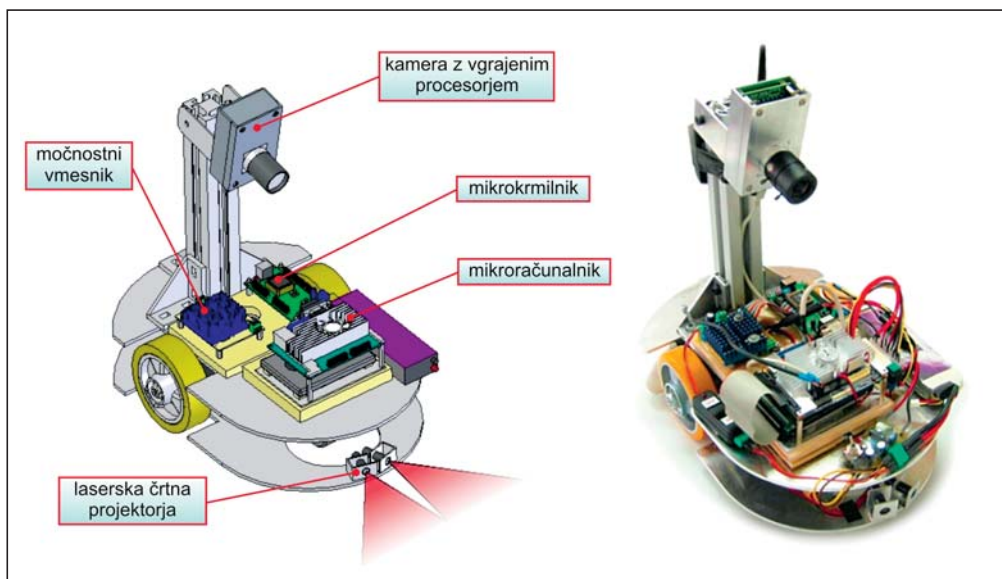
3 Zgradba in delovanje mobilnega robota

Mobilni robot zaznava okolico preko digitalne videokamere, ki s svojim vgrajenim slikovnim procesorjem iz slike že izloči položaj laserske črte. Te podatke nato pošlje mikro-računalniku, ki je pomanjšan osebni računalnik s procesorjem, ki deluje s frekvenco 1 GHz in z 1 GB delovnega spomina. Nanj je naložen operacijski sistem Microsoft Windows XP. Mikro-računalnik prejete senzorske podatke interpretira in na tej osnovi usmerja in vodi gibanje mobilnega robota. Želeni premik robota se izvede s pošiljanjem ustreznega ukaza podsistemu za krmiljenje elektromotorjev, ki je sestavljen iz 8-bitnega mikrokrmilnika in močnostnega vmesnika (slika 3 in 4).

Poleg naštetih gradnikov je na mikro-računalnik priključen tudi modul WLAN, ki omogoča povezovanje mobilnega robota v brezžično lokalno omrežje. Tako je možen dostop do mikro-računalnika na mobilnem robotu iz kateregakoli osebnega računalnika v tem brezžičnem omrežju, z uporabo ustrezne programske opreme pa tudi dostop preko interneta. Na ta način je omogočen vpogled v delovanje mobilnega robota, kar je še posebej koristno v fazi razvoja krmilnih algoritmov in algoritmov za detekcijo ovir.

4 Algoritmi in programska oprema

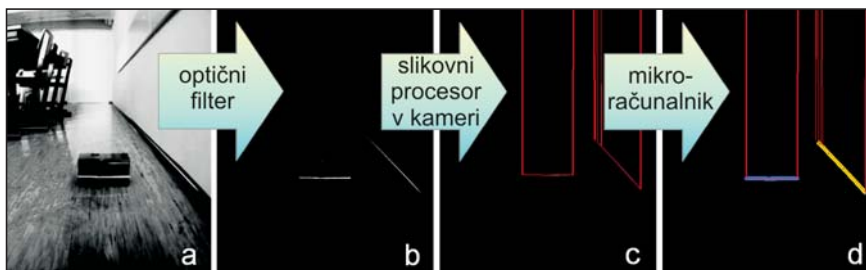
Med avtonomnim delovanjem mobilnega robota digitalna videokamera zajema sliko (slika 5a) in s svojim vgrajenim slikovnim procesorjem iz nje izloča laserske črte na podlagi intenzitete svetlobe. Zaradi motenj iz okolice, ki imajo lahko večjo intenziteto kot laserska črta, je uporabljen optični filter (slika 5b), ki prepušča samo ozek pas valovnih dolžin okoli valovne dolžine laserske svetlobe. Iz slike 5b nato slikovni procesor v kameri izloči laserski profil (slika 5c).



Slika 4. CAD-model in izdelan mobilni robot

V nadaljevanju torej namesto celotne slike prenašamo in obdelujemo samo laserski profil, s čimer smo količino podatkov zmanjšali za približno 200-krat. Potrebna hitrost prenosa podatkov se tako zmanjša s 83 MB/s na 400 KB/s. Izločeni laserski profil nato obdela še mikro-računalnik, ki posamezne dele interpretira kot ovire oziroma kot steno (slika 5d).

jim je potrebno izogniti, ter stene, ki ji mora slediti. Razpoznavanje objektov (razlikovanje med steno in ovirami) temelji na analizi oblike in položaja laserske črte. Programski modul, ki realizira ta algoritem, je sestavni del programa za krmiljenje robota, katerega uporabniški vmesnik je prikazan na sliki 6. V osrednjem delu vidimo grafični prikaz podatkov iz laserskega

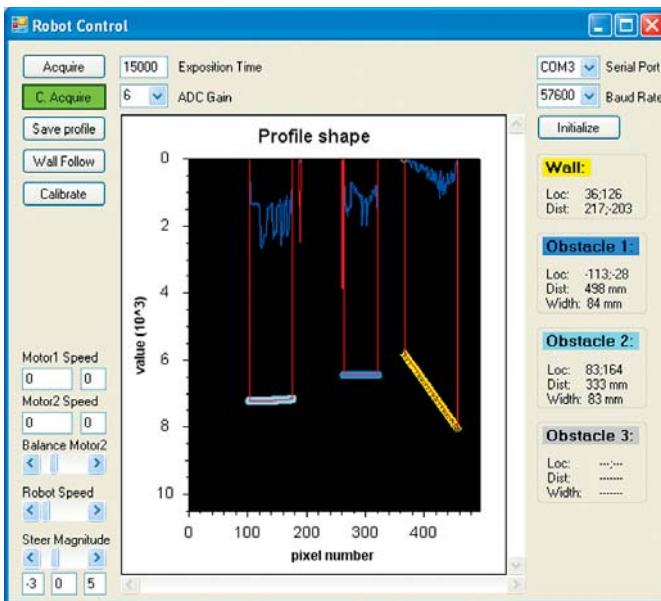


Slika 5. Zaznavanje objektov

Za določitev položaja zaznanih objektov je potrebno predhodno umeriti laserski triangulacijski sistem. Umerjanje poteka s postavljanjem prizmatičnega objekta znanih dimenzij (80 mm x 50 mm x 50 mm) na znane razdalje, izmerjene z referenčnim merilnim sistemom. Običajno zadošča umerjanje v petih referenčnih točkah [6], s čimer zadovoljivo popišemo umeritveno krivuljo, s pomočjo katere lahko za vsako točko v laserskem profilu določimo položaj glede na mobilni robot.

Razviti algoritem omogoča razpoznavo dveh vrst objektov v robotovi okolici: ovir, ki mu zapirajo pot in se

triangulacijskega sistema z označenimi objekti, ki jih je program razpoznal. Poleg grafičnih informacij lahko vidimo tudi parametre zaznanih objektov, ki so prikazani na desni strani okna. Tu lahko preberemo lokacijo začetne in končne točke ovire, dolžino projekcije ovire in povprečno oddaljenost ovire oziroma stene od robota. Na podlagi teh informacij lahko robot izvede ustrezen manever izmikanja oviri oziroma sledenja steni. Za sledenje steni je potrebno predhodno nastaviti referenčno oddaljenost. Trenutno oddaljenost robota od stene nato krmilimo z diskretnim PI-krmilnikom, katerega nastavitve so bile določene na podlagi eksperimentov.



Slika 6. Uporabniški vmesnik programa za krmiljenje robota

Program za krmiljenje robota je bil razvit v razvojnem okolju Microsoft Visual Studio in je napisan v programskem jeziku C#. Razviti algoritmi za razpoznavanje objektov in krmiljenje robota pa niso vezani na določen programski jezik ali razvojno okolje in jih je možno prenesti tudi na druge platforme.

Program za krmiljenje robota je bil razvit v razvojnem okolju Microsoft Visual Studio in je napisan v programskem jeziku C#. Razviti algoritmi za razpoznavanje objektov in krmiljenje robota pa niso vezani na določen programski jezik ali razvojno okolje in jih je možno prenesti tudi na druge platforme.

5 Testiranja

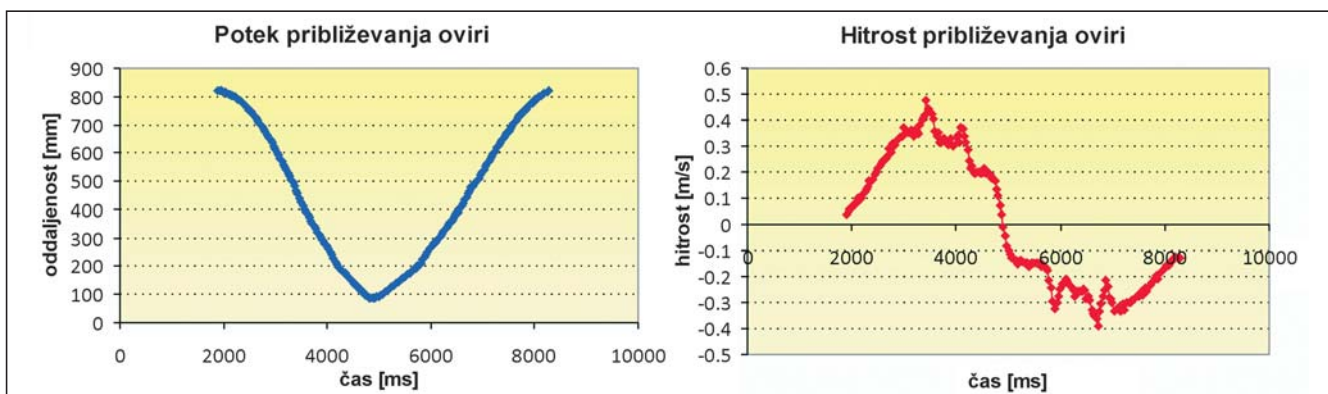
Testiranja mobilnega robota so bila izvedena v laboratorijskem okolju. Izvedenih je bilo več testov in meritev, s katerimi smo preverjali učinkovitost različnih načinov delovanja ter skušali določiti lastnosti celotnega sistema.

Najprej smo preizkusili delovanje laserskega triangulacijskega sistema. Osnovni podatki, ki jih dobimo iz tega senzorskega sistema, so razdalje oziroma položaji objektov. Če sočasno z zajemanjem teh podatkov merimo še čas, dobimo časovni potek spreminjanja razdalj. Od tu pa lahko z odvajanjem dobimo hitrosti in pospeške. V ilustracijo predstavljamo na *sliki 7* rezultate poskusa,

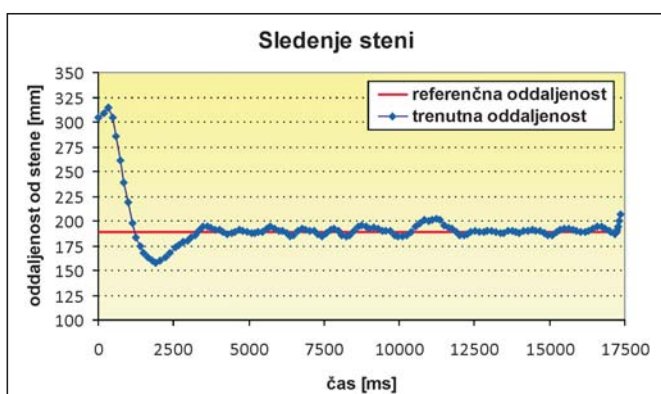
delu pa je prikazan časovni potek hitrosti približevanja oviri.

Frekvenca izvajanja meritev je odvisna od časa, ki je potreben za zajem in obdelavo slike. Zaradi uporabe kamere z vgrajenim slikovnim procesorjem je možno obdelati do 200 slik na sekundo. Procesiranje zajete ga profila na mikroračunalniku traja manj kot 3 ms. Največjo omejitev v celotni krmilni zanki v sedanjih izvedbi predstavlja osvetlitveni čas senzorja, ki znaša 30 ms. Z uporabo laserskih projektorjev večje izhodne moči je mogoče to omejitev znižati. Za testiranje avtonomnega delovanja mobilnega robota smo izbrali sledenje steni. Najprej smo nastavili referenčno oddaljenost robota od stene, nato pa robot postavili na neko večjo razdaljo. V krmilnem programu smo izbrali možnost samodejnega sledenja steni in pri tem sproti shranjevali podatke o oddaljenosti od stene. Posneti podatki pri sledenju steni so prikazani v grafu na *sliki 8*.

Vidimo lahko, da je bil robot na začetku od stene oddaljen 300 mm, potem pa je oddaljenost od stene skušal približati



Slika 7. Časovni potek poti (levo) in hitrosti (desno) robota med približevanjem oviri in oddaljevanjem od nje



Slika 8. Oddaljenost od stene pri avtonomnem delovanju

pri katerem se je robot približeval in oddaljeval od mirujoče ovire. Pri tem smo na mikroračunalniku beležili oddaljenost od ovire in trenutni čas. V levem delu slike 7 vidimo časovni potek približevanja oviri, v desnem

referenčni razdalji, ki je bila 190 mm. Prenihanje, ki ga opazimo na začetku, je posledica nastavitve diskretnega PI-krmilnika. Če opazujemo absolutne vrednosti odstopkov od referenčne vrednosti, vidimo, da redko presežejo vrednost 5 mm.

Če med sledenjem steni robot zazna oviro, zmanjša hitrost, se oviri izogne in nadaljuje s sledenjem steni (*slika 9*). Z razvitim krmilnim programom je možno tudi sledenje steni v vogalu in sledenje ukrivljeni steni.



Slika 9. Izmikanje mobilnega robota oviri

■ 6 Zaključek

V članku je predstavljen razvoj sistema za detekcijo ovir pri mobilnih robotih, ki temelji na laserski profilometriji. Izkazalo se je, da je sistem zmožen hitrega in zanesljivega zaznavanja ovir, pri čemer so izvzete prozorne in slabo oziroma močno odbojne površine.

Za prikaz zmogljivosti in uporabnosti senzorskega sistema je bil razvit in preizkušen algoritem za sledenje steni in izmikanje oviram. Zaradi natančnih podatkov o položaju objektov v okolici mobilnega robota je

mogoče njegovo gibanje prilagoditi razmeram. To pomeni, da je potek izmikanja oviri odvisen od velikosti in oblike ovire.

Slabost razvitega senzorskega sistema je, da omogoča zaznavanje samo v območju projicirane laserske ravnine, kar pomeni, da previsnih ovir ni mogoče zaznati. Ta problem je mogoče rešiti z drugačnimi postavitvami laserskega triangulacijskega sistema oziroma z rešitvami, ki uporabljajo veččrtne ali mrežne laserske projektorje oziroma omogočajo premikanje laserske ravnine.

Literatura

- [1] H. R. Everett: *Sensors for Mobile Robots: Theory and Application*; A. K. Peters, Ltd. (June 1995).
- [2] Stefan Florczyk: *Robot Vision: Video-based Indoor Exploration with Autonomous and Mobile Robots*; Wiley-VCH (April 22, 2005).
- [3] S. Soumare, A. Ohya, S. Yuta: *Real-Time Obstacle Avoidance by an Autonomous Mobile Robot using an Active Vision Sensor and a Vertically Emitted Laser Slit*; *Intelligent Autonomous Systems 7*, IOS Press, str. 301–308 (2002).
- [4] S. Klančnik, J. Balič, P. Planinšič: *Obstacle Detection with Active Laser Triangulation*; *Advances in Production Engineering & Management Journal*, 2 (2007) 2, str. 79–90.
- [5] A. Gorkič: *Optodinamska karakterizacija in nadzor laserskih obdelovalnih procesov z večvrstnimi laserskimi bliski*; doktorsko delo, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2007.
- [6] L. Kuščer: *Sistem za detekcijo ovir pri vožnji mobilnega robota na osnovi kamere z vgrajenim slikovnim procesorjem*; diplomska naloga, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2008.

An obstacle-detection system based on a camera with an embedded image processor

Abstract: The article presents the development of a sensor system based on laser profilometry, which enables a mobile robot to detect obstacles while moving over flat ground. The system incorporates a laser triangulation measurement module consisting of a laser sheet projector and a digital video camera with an integrated image processor. The module acquires 3D profiles of the surrounding objects, allowing the robot to make a three-dimensional (3D) measurement of the surrounding space with rates of up to 200 measurements per second. The acquired profiles are transferred to a personal computer, where they are analyzed in real time with the aim to identify the obstacles in the robot's way and to guide the robot in such a way that collisions with obstacles are prevented. The article presents the concept and realization of the robot with a special emphasis on its optical and opto-electronic subsystem. The basic characteristics of the employed hardware and the developed software are treated. The algorithm that allows detection of obstacles in real-time is described. The laboratory experiments are presented, and these show the functionality of the robot and its obstacle-detection system.

Keywords: mobile robot, obstacle detection, optical triangulation, laser profilometry, image processing

FANUC

Roboti

delamo 24 ur na dan.



mikron d.o.o.

Ig 276, 1292 Ig pri Ljubljani

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

Sledljivost v kosovni industriji

Jani KLEINDIENST, Samo CEFERIN

Izveček: Proizvodna podjetja posvečajo čedalje večjo pozornost podatkom, povezanim s sledljivostjo, in aktivnostim za njihovo zajemanje, arhiviranje in prikazovanje. Čeprav gre večinoma za podobne podatke, se postopki za njihovo zbiranje in obdelavo med posameznimi proizvodnimi podjetji precej razlikujejo. V prispevku predstavljamo štiri podjetja iz kosovne industrije, pri katerih so bili zaradi proizvodnje različnih izdelkov potrebni različni pristopi k implementaciji sistemov za zagotavljanje sledljivosti. Predstavljeni so tudi načini za uporabo tako zbranih podatkov.

Ključne besede: proizvodni sistemi, spremljanje, nadzor proizvodnje, sledljivost,

■ 1 Uvod

Pod izrazom *sledljivost* si v kosovni industriji običajno predstavljamo aktivnosti beleženja in shranjevanja podatkov, ki pričajo o parametrih proizvodnega procesa izdelave posameznega izdelka oziroma skupine izdelkov ter o surovinah in polizdelkih, ki so v tem procesu uporabljani. Izvajanje takih aktivnosti nam omogoča kasnejši vpogled v lastnosti in parametre posameznega izdelka, njegov rodovnik.

Potrebe po zagotavljanju sledljivosti v proizvodnji lahko inducirajo različni dejavniki. Pogosto je to optimizacija proizvodnega procesa, zagotavljanje kakovosti proizvodov, zagotavljanje sledljivosti vgrajenih delov ali materialov, sledenje delavcev ali sprotno informiranje o dogajanju v proizvodnji.

■ 2 Podatki sledljivosti

Podatki, povezani s sledljivostjo, se lahko zajemajo na različne načine. Kateri način izbrati je v največji meri odvisno od tipa izdelka, proizvedene količine in organiziranosti proizvo-

Mag. Jani Kleindienst, univ. dipl. inž., KOLEKTOR Sinabit, d. o. o., Idrija;
Mag. Samo Ceferin, univ. dipl. inž., KOLEKTOR Sinabit, d. o. o., Ljubljana

dnje. Prav tako je pri zajemanju podatkov mogoča različna stopnja avtomatizacije. Podatki o parametrih proizvodnega procesa se lahko zajemajo neposredno iz strojev ali naprav, identifikacija surovin, polizdelkov in izdelkov pa je izvedena s pomočjo tehnologij, kot so sistemi radiofrekvenčne identifikacije (RFID) ali pa sistemi črtne kode. V najosnovnejši izvedbi je mogoče tudi popolnoma ročno vnašanje vseh potrebnih podatkov.

Podatki sledljivosti se v grobem delijo na dve skupini:

- parametri proizvodnega procesa,
- parametri surovin ali polizdelkov.

Nabor parametrov obeh skupin se razlikuje med posameznimi tipi izdelkov. Primer uporabe sistema sledljivosti v povsem različnih tipih proizvodnje nakazuje vrsto stičnih točk pri uvedbi sledljivosti, predvsem pa na enako potrebo po zagotavljanju pravočasnega in ustreznega optimiziranja procesov v vsaki vrsti proizvodnje. Tako praksa izkazuje, da je potrebno pri uvedbi sistema sledljivosti, ne glede na vrsto proizvodnje, uporabiti podobne pristope. V nadaljevanju predstavljamo implementacijo sistema sledenja v različnih tipih proizvodnih podjetij, katerih izdelki se med seboj razlikujejo tako po zahtevah po sledenju kakor tudi po velikosti, proizvodni količini in tehnološki zahtevnosti.

■ 3 Primer velikoserijske proizvodnje

V prvem primeru opisujemo proizvodno podjetje, ki izdeluje izdelke v velikih serijah, tudi po več deset tisoč izdelkov dnevno. Čeprav je proizvodnja velikoserijska, so izdelki tehnološko dovolj zapleteni, da sam proces izdelave ter kasnejše analize kakovosti proizvodnje zahtevajo beleženje parametrov surovin ter proizvodnega procesa.

Zahteva po uvedbi sistema sledljivosti je bila podana v podjetju samem. Namen pa je bil zagotavljanje podatkov, ki bi v primeru reklamacij omogočali vpogled v zgodovino izdelave. Zaradi same narave proizvodnega procesa in proizvedene količine ni mogoče označevanje posameznih izdelkov. V podjetju so bile v ta namen vpeljane serije – skupine izdelkov z enakimi parametri izdelave in iz enakih surovin in polizdelkov. V zvezi s serijami je bilo potrebno spremeniti in prilagoditi obstoječe postopke transportiranja, označevanja in skladiščenja posameznih transportnih enot. Na eni transportni enoti so lahko le izdelki ene serije. Transportne enote pa so označene s spremnimi karticami, ki se identificirajo s črtno kodo. S črtno kodo so označene tudi embalaže vseh surovin, ki jih izdajajo v skladišču.

Sam postopek zajemanja podatkov izvajajo urejevalci strojev. V ta na-

men imajo v proizvodnem obratu razmeščene večfunkcijske informacijske terminale (slika 1), opremljene s čitalniki črtne kode. Urejevalci izvajajo v zvezi s sledenjem dve ključni aktivnosti:

- registracija prihoda nove transportne enote nedokončanih izdelkov,
- registracija prihoda novih surovin (ki v proizvodni proces vstopajo na dveh mestih).

Pri registraciji prihoda nove surovine se uporabi pripadajoča spremna kartica in oznaka stroja. Sistem sledenja tako ustvari povezavo med strojem in šaržo surovine. Na enak način se nato registrirajo prehodi vseh transportnih enot nedokončanih izdelkov. Pri menjavi šarže surovine je potrebno razdeliti serijo, ki se trenutno proizvaja na stroju. Ker enota vhodne surovine zadošča za relativno veliko število izdelkov, se to ne dogaja pogosto.

Za zbiranje vseh podatkov skrbi proizvodni informacijski sistem *Synapro*, ki omogoča tudi prijavljanje in odjavljanje delavcev na delo, opredeljevanje vzrokov morebitnih zastojev v procesu izdelave ter nadzor delovanja strojev [1].

Opisani sistem sledenja omogoča, da so za vsako serijo na voljo podatki o šaržah in parametrih surovin, časih izdelave ter tehnoloških parametrih izdelovanja, kjer krmilniki strojev to omogočajo. Mogoč je tudi pregled v obratni smeri: za posamezne surovine je mogoče ugotoviti, v katere izdelke so bile vgrajene.

■ 4 Primer sestavljenega izdelka

V drugem primeru gre za nekoliko zahtevnejše izdelke. Sestavljeni so iz večjega števila sestavnih delov kakor izdelki iz prvega primera, pa tudi proizvajajo se v veliko manjših serijah. Kompleksnost izdelka ter zahteve kupcev, ki izdelke vgrajujejo v avtomobile, pogojujejo, da je vsak izdelek označen s serijsko številko. Izdelki se sestavljajo na eni montažni liniji. V proces izdelave na različnih mestih vstopajo polizdelki in surovi-



Slika 1. Večfunkcijski informacijski terminal

ne. Zahteva naročnika je bila, da se za vsak izdelek shranijo podatki o šaržah vhodnih materialov in nekateri parametri izdelave.

Beleženje podatkov je podobno kakor v prvem primeru. Urejevalci posameznih delovnih mest na liniji podatke o šaržah polizdelkov in materialov vnašajo s pomočjo informacijskih terminalov, opremljenih s čitalniki črtne kode. Pomembna razlika glede na prvi primer je ta, da se parametri in šarže beležijo za točno določen izdelek in ne več za serijo izdelkov. V ta namen je linija opremljena s čitalniki RFID, ki zaznavajo prehode označenih transportnih enot. Na linijo so bili nameščeni krmilniki, ki zajemajo podatke o izvedenih operacijah in o stanju posamezne naprave. Za končni izdelek se samodejno natisne nalepka s serijsko številko, za katero so vsaj še tri leta dostopni podatki:

- vsi sestavni deli, ki so vgrajeni izdelek;
- podatki o vseh delavcih, ki so sodelovali na posameznih operacijah;
- vsi izmerjeni tehnološki parametri izdelave.

Organiziranost proizvodnje dopušča tudi premike izdelkov: odvzemanje iz linije in ponovno dodajanje vanjo. Ker se pred končnim izdelkom proizvajajo tudi pomembnejši polizdelki, je bilo tudi pri njihovi

proizvodnji potrebno uvesti enake načine zagotavljanja sledljivosti.

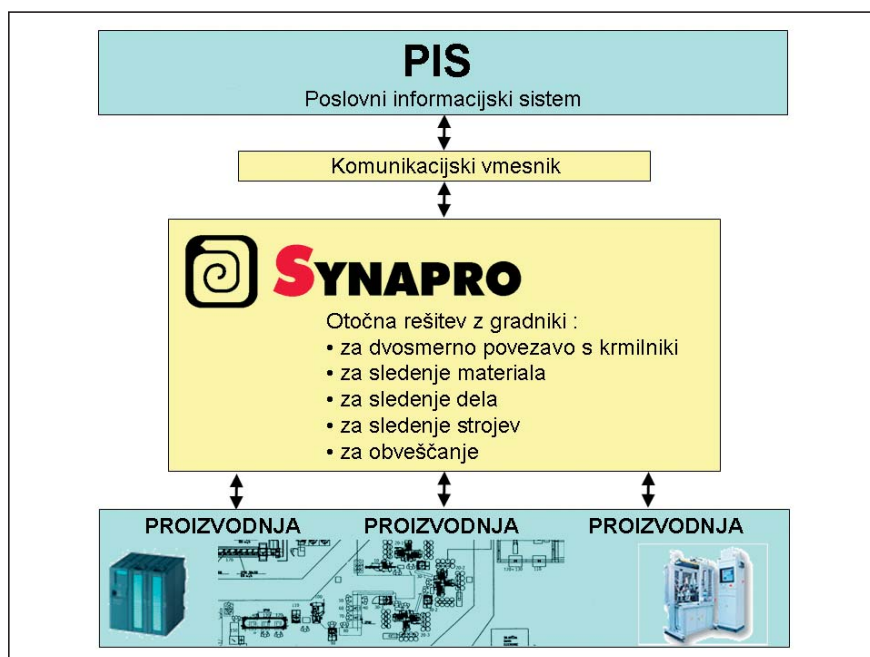
Podana je bila tudi zahteva, da mora linija vedno delovati s sistemom sledenja, zato je bilo potrebno doseči maksimalno razpoložljivost informacijskega sistema. Ker je bilo predvideno preverjanje določenih podatkov v poslovnem informacijskem sistemu SAP R/3, je celotno spremljanje zasnovano tako, da je omogočeno delovanje tudi v primeru izpada komunikacije s poslovnim informacijskim sistemom.

Zbrani podatki služijo trem glavnim namenom:

- izračunu kazalca skupne učinkovitosti proizvodnje;
- samodejni bremenitvi delovnih nalogov v informacijskem sistemu SAP R/3 z opravljenim delom in samodejnem polnjenju delovnega naloga z izdelanimi kosi;
- prikazom podatkov za različne tehnološke in logistične analize.

■ 5 Primer sestavljanja izdelka z visokimi kakovostnimi zahtevami

V tretjem primeru gre za tehnološko zahtevno proizvodnjo, kjer se medsebojno prepletajo zahteve po kakovosti, zagotavljanju varnostnih funkcij posameznih sestavnih delov ali celotnih izdelkov, dobavi izdelkov v točno določenem času (*Just In Time*)



Slika 2. Umestitev informacijskega sistema za spremljanje proizvodnje

in popolnem sledenju sestavnih delov in delovnih operacij. Postopek, ki zagotavlja izdelavo sestavnih delov brez napak, zahteva, da se vsaka operacija dodatno preverja oziroma preverja skladnost vgrajenih delov z zahtevami (naročilom ali delovnim nalogom) posameznega izdelka. Postopek je bil originalno uporabljen v tovarni Toyota pod imenom *Poka – yoke*. Uporaba takšnega postopka je vitalnega pomena pri preverjanju varnostnih funkcij, ki jih mora izdelek v vozilu zagotavljati. Postopek je izveden tako, da se med izdelavo na vsakem delovnem mestu vzdolž linije natančno preverjajo vse delovne operacije ter skladnost vgrajenih materialov z zahtevami izdelka. Če pride na posameznem delovnem mestu do napačne delovne operacije ali vgrajeni sestavni del ne ustreza zahtevam za izdelek, nadzorno-krmilni sistem onemogoči napredovanje izdelka na naslednjo operacijo. Vsi dogodki v postopku izdelave se beležijo in shranjujejo tako, da je iz njihove kronologije možno natančno razbrati dogodke med proizvodnim procesom. Poleg sledenja samim operacijam je potrebno slediti tudi vgrajene dele in spremljati delo posameznega zaposlenega na delovnem mestu. Podatki morajo biti hranjeni za daljše časovno obdobje. Podatke o izdelavi in vseh doseženih parametrih izdelka lahko kupec

zahteva kadarkoli v predpisanem roku hranjenja. V procesu izdelave je v proces vključenih veliko število različnih naprav, orodij ali opreme, iz katerih je prav tako potrebno pridobivati podatke in jih nadzorovati.

Izvedba sistema sledenja proizvodnje je zajemala več faz načrtovanja in kasnejše izvedbe. V fazi načrtovanja je bilo potrebno zelo natančno definirati mejne zahteve sistema in predvideti obsežnost in način manipulacije s pridobljenimi podatki iz procesa. Sistem je bil zasnovan na osnovi naslednjih zahtev:

- slediti je potrebno vhodne materiale, zlasti pomembno je sledenje tistih vgradnih materialov ali delov, ki zagotavljajo varnostne funkcije;
- preverjati je potrebno skladnost vhodnih materialov z zahtevami izdelka;
- izdelku je potrebno ves čas postopka izdelave podrobno slediti;
- na posameznih delovnih mestih mora biti zagotovljeno preverjanje ustreznosti operacij – funkcionalnost *Poka yoke*;
- v primeru napak med postopkom izdelave je potrebno zagotoviti možnost odvzema izdelka in prav tako nadzorovano popravilo in dokončno izdelavo v coni popravil. Pri tem mora biti tako med odvzemom kot popraviлом

izvedeno enako sledenje kot na proizvodni liniji;

- sistem mora nadzorovati naprave na liniji, kot so vijačniki, naprave za kovičenje, merilne naprave;
- delavec mora biti o dogajanju v procesu ustrezno informiran;
- vsak delavec se mora pred pričetkom oziroma ob začetku dela prijaviti;
- sistem mora zagotavljati ustrezno odzivnost, brez zakasnitev pri povprečnem taktu proizvodnje 42 sekund, ki se lahko skrajša tudi do 40 %;
- vsi podatki, pridobljeni med izdelavo, se shranjujejo v relacijsko podatkovno bazo proizvodnega informacijskega sistema Sinapro na nadzornem strežniku;
- ob koncu izdelave nadzorni strežnik pošlje zahtevo za tiskanje nalepke sledljivosti izdelka;
- v primeru izpada nadzornega strežnika mora sistem eno uro avtonomno delovati in lokalno shranjevati podatke;
- celotna izvedba in vsi vgrajeni deli sistema morajo biti kakovostni, tako da je zagotovljeno neprekinjeno in stabilno delovanje, saj je v primeru nestabilnosti ali nedelovanja sistema dobava ogrožena, s tem pa tudi celotna proizvodnja vozil.

Za vse funkcionalnosti na nivoju linije skrbi glavni krmilnik. Za posredovanje informacij delavcem na liniji skrbijo manjši operacijski paneli, za upravljanje s sistemom pa operaterski paneli, občutljivi na dotik. Različna delovna mesta imajo tipsko opremo, ki jo sistem nadzoruje, in sicer:

- I/O-modul za zajem signalov in izvajanje krmilnih funkcij,
- čitalnik črtnih kode,
- bralno pisalno glavo RFID,
- signalno luč,
- vijačnik ali napravo za kovičenje,
- senzorsko polje za preverjanje opreme,
- napravo za merjenje električnih karakteristik izdelka.

Oprema posameznega delovnega mesta je odvisna od delovnih operacij, ki se tu dogajajo. Po prihodu obdelovanca na delovno mesto te potekajo po točno določenem postopku. Če se delovne operacije

na posameznem mestu ne izvedejo skladno s postopkom ali je kateri od sestavnih delov neustrezen, krmilni sistem preko mehanske blokade onemogoči nadaljevanje obdelovanca po liniji.

Sledenje palet na proizvodni liniji je izvedeno s pomočjo sistema RFID, ki ob prihodu palete na linijo v podatkovni nosilec RFID vpiše podatke, prebrane s čitalnikom črtnih kod iz delovnega naloga.

Ko se obdelovanec pojavi na katerem koli delovnem mestu na liniji ali predstavi in je prebrana črna koda iz delovnega naloga, se zanj v pomnilniku krmilnika rezervira podatkovni blok, v katerega se v teku izdelave zbirajo podatki. Podatkovni blok se, ko obdelovanec pripotuje do konca linije, prenese na glavni strežnik, kjer se s pomočjo aplikacije *Sinapro* izvede prepis podatkov v ustrezne tabele relacijske podatkovne baze. Iz same podatkovne baze se s pomočjo mehanizmov proizvodnje izvedejo prepisi podatkov na »rojstni list« izdelka. Med proizvodnim postopkom se za posamezen izdelek zabeleži do 1400 podatkov o proizvodnji in vgrajenih sestavnih delih. Podatki se shranjujejo z zapisi v različnih tabelah po delovnih mestih na liniji, kar predstavlja nekakšen linijski brskalniki po podatkih.

■ 6 Primer avtomobilske industrije

Zadnji primer je iz avtomobilske industrije. Izdelan je bil sistem spremljanja vijačenja sestavnih delov avtomobilskega motorja. Za potrebe takega spremljanja je bilo potrebno izvesti celotno povezavo vijačnih naprav (ki so že bile opremljene s potrebnimi senzori) preko ustreznih krmilnikov do nadzornega računalnika. Povezati je bilo potrebno vijačne naprave različnih proizvajalcev z različnimi vhodno-izhodnimi signali. Zahteva je bila, da se za vsako vijačenje shrani krivulja poteka navora. Ker gre za večje število takih naprav, mora sistem zagotavljati zadostno prepustnost, da se lahko vzporedno obdelujejo in shranjujejo podatki z različnih mest. Poleg



Slika 3. Senzorsko polje za preverjanje opreme in linijski čitalnik črtnih kod

tehnoloških podatkov mora sistem shranjevati še podatke o svojem delovanju, predvsem morebitnih nepravilnostih. Vsi shranjeni podatki morajo biti na voljo za vpogled iz nadzornih računalnikov. Za določene parametre so bili predvideni tudi različni tipi vizualizacije.

Naročnik je izrazil zahtevo po dodatnih varnostnih mehanizmih, ki so narekovali veliko posebnosti in izjem v postopku. Tako je na primer v primeru neustreznega vijačenja potrebno ponoviti celoten postopek. Kolikokrat se postopek vijačenja lahko ponovi, je odvisno od posamezne pozicije vijačenja. Število dovoljenih ponovitev mora biti nastavljivo. Vse ponovitve vijačenja morajo biti samodejno dokumentirane. Na nivoju samega zbiranja podatkov je bilo potrebno zagotoviti redundantnost na vseh

vgrajenih sklopih opreme. Podana je bila tudi zahteva po takih mehanizmih preizkušanja delovanja opreme, da ti ne vplivajo na potek proizvodnega procesa. Prav tako morajo vse vgrajene komponente ustrezati industrijskim standardom in zagotavljati nemoteno delovanje 24 ur na dan vseh 365 dni v letu. Nadomestni deli za opremo morajo biti na voljo najmanj sedem let.

Podatki, ki se zbirajo med vijačenjem, se morajo že med samim postopkom proizvodnega procesa v predpisani obliki izpisovati na tiskalnike. Zahteva je bila, da se uporabijo različni tipi tiskalnikov, ki so lahko priključeni preko različnih komunikacijskih vmesnikov (serijski, vzporedni, USB, omrežni). Na enem računalniku je lahko priključenih celo več tiskalnikov na različnih vmesnikih. Ker je tiskanje

dokumentacije za naročnika ključnega pomena, je bilo potrebno na tem segmentu zagotoviti najvišjo stopnjo zanesljivosti. Poleg tega je bilo potrebno zagotoviti, da izdelke spremljajo pravilni dokumenti. Tiskalnike je zato potrebno nadzirati z glavnega nadzornega računalnika in v primeru izpada reagirati z ustreznimi obvestili in opozorili.

■ 7 Sklep

V nekaterih tipih proizvodnje je uvedba sistemov sledenja nujna, saj vseh varnostnih funkcij ne bi bilo mogoče preverjati in zagotavljati brez celovitega zajema podatkov in upravljanja posameznih naprav na liniji.

Prav tako pa si zaradi varnostnih meril in visokih zahtev po kakovostni izdelavi ni mogoče zamišljati, da bi takšno odgovornost prepuščali naključju ali človeškemu faktorju.

V vseh opisanih primerih dajejo sistemi sledljivosti pomembne podatke, ki skupaj s podatki o kakovosti proizvodnega procesa omogočajo kasnejšo analizo ter odkrivanje vzrokov morebitnih nepravilnosti ter s tem prispevajo k dvigu učinkovitosti proizvodnje. Kot je razvidno iz opisanih primerov, je mogoče podobne podatke zagotavljati na različne načine. Ti načini so običajno pogojeni z naravo izdelka. Tako je mogoča

tudi različna stopnja avtomatizacije procesa zbiranja podatkov.

Pri načrtovanju tovrstnih sistemov moramo pogosto sklepati kompromise med tem, kako točne in podrobne podatke želimo imeti, in med stopnjo poseganja v sam proizvodni proces. Pogosto so zahteve po zagotavljanju sledljivosti tako močne, da jim je potrebno prilagajati aktivnosti v proizvodnem procesu.

Literatura

- [1] Kleindienst, J.: Nadzor proizvodnje v kosovni industriji, Ventil, 14/2008/4, str. 360–365.

Traceability in the manufacturing industries

Abstract: Manufacturing companies focus themselves on traceability data: how to collect it, how to store it and how to present it to end-users. Although traceability means similar data, its representation varies in different situations. Therefore, we present different ways to acquire data as well as their combination in order to achieve optimal results. Four case studies show different approaches due to specific product attributes.

Keywords: production systems, production monitoring, production control, traceability,

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

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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



M+S HYDRAULIC



SERVIS HIDRAVLIKE

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

LA & CO

Sinergija premikanja!
Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.

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

Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo

Uvajanje hitre izdelave pri izdelkih fluidne tehnike

Igor DRSTVENŠEK, Darko LOVREC, Vito TIČ, Anton BURJEK, Luka JELOVČAN

Povzetek: Hitra izdelava prototipov se je že uveljavila kot pomembno orodje za skrajševanje časa od ideje do trženja izdelka ob hkratnem zmanjševanju stroškov razvoja in dviganju kakovosti končnih izdelkov. Zaradi mehanskih lastnosti gradiv, iz katerih so izdelani hitri prototipi, so se ti v začetku uporabljali le za predstavitev končnih izdelkov, vizualizacijo konceptov, oblikovne analize in analize ujemanja ter lažje funkcionalne preizkuse. Napredek na področju gradiv in tehnologij pa je povzročil, da se te tehnologije vse bolj uveljavljajo tudi za izdelavo končnih, funkcionalnih izdelkov – hitra izdelava – Rapid Manufacturing. Osnovna ideja je kar najhitreje izdelati končni izdelek na osnovi modela CAD, brez uporabe klasične obdelave z odvzemanjem materiala. Proizvodi fluidne tehnike s svojimi pogosto zapleteno oblikovanimi gradniki predstavljajo primerne elemente za tehnologijo hitre izdelave. V tem prispevku so uvodoma predstavljeni ideja in postopki hitre izdelave prototipov oz. izdelkov ter prikazane možnosti uporabe na področju fluidne tehnike. Poudarek je na hitri izdelavi elementov, ki jih uvrščamo med pribor izdelkov fluidne tehnike.

Ključne besede: Hitra izdelava izdelkov, fluidna tehnika, pribor,

■ 1 Uvod

Hitra izdelava prototipov (Rapid Prototyping – RP) je izraz, ki zajema skupino tehnologij za hitro, neposredno izdelavo realnih objektov ali sklopov na osnovi trirazsežnih podatkov iz sistemov za računalniško podprto konstruiranje CAD. To pomeni, da pride uporabnik paketa CAD do izdelka podobno, kot če bi uporabljal urejevalnik besedil – torej s klikom na gumb »natisni«. Zato danes naprave za hitro izdelavo prototipov pogosto imenujemo tudi trirazsežni tiskalniki, čeprav le nekatere tudi dejansko delujejo kot tiskalniki. Za rojstvo tehnologije hitre izdelave prototipov štejemo leto 1986, ko je podjetje 3D

Systems patentiralo postopek, imenovan stereolitografija. Patentu je na trgu sledil prvi stereolitografski aparat – SLA-1, podjetje 3D systems pa je danes vodilno na svojem področju. Od takrat se je na trgu pojavilo že veliko število najrazličnejših tehnologij za hitro izdelavo izdelkov, ki vedno manj ustrezajo nazivu »prototip«.

Hitro izdelavo prototipov najdemo tudi pod imeni: prostorska izdelava prostih oblik, računalniško avtomatizirana izdelava, slojevita izdelava, neposredna izdelava, e-izdelava, v zadnjem času pa je najpopularnejši naziv dodajalna tehnologija. Najbolj očitna je uporaba hitre izdelave prototipov kot vizualizacijskega sredstva. Modeli, izdelani po teh postopkih, so uporabni tudi kot funkcionalni elementi v različnih preizkusih, vse več pa je tudi končnih izdelkov, narejenih po dodajalnih postopkih. Nadalje lahko modele iz hitre izdelave prototipov uporabimo kot pozitivne za izdelavo orodnih kalupov po postopkih hitre izdelave

orodij, kot so modeli za litje z vstavki in litje v silikonsko gumo. Na splošno velja, da lahko zaradi slojevite narave s temi tehnologijami izdelamo zelo zapletene in komplicirane izdelke (tudi vgnezdene strukture in že sestavljene mehanizme), pri čemer oblikovna zapletenost ne vpliva na čas in stroške izdelave. Zaradi tega vse več uporabnikov posega po slojevutih tehnologijah oziroma dodajalnih postopkih tudi takrat, ko gre za izdelavo končnih izdelkov »po meri« in celo manjših serij končnih izdelkov (avtomobilska in letalska industrija, moštva Formule 1, industrija športnih pripomočkov, medicina ...).

Vse več je tudi drugih industrijskih panog, ki posegajo po orodjih s področja dodajalnih tehnologij in vedno znova odkrivajo njihove prednosti. V tem prispevku želimo predstaviti rezultate raziskav možnosti uporabe dodajalnih tehnologij na področju izdelave hidravličnih in pnevmatičnih komponent. Z njimi

Dr. Igor Drstvenšek, univ. dipl. inž., doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Vito Tič, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo; Anton Burjek, univ. dipl. inž., Luka Jelovčan, univ. dipl. inž., Kladivar Žiri, d. d., Žiri

smo dokazali nesporne prednosti in možnosti prihrankov, ki jih te tehnologije ponujajo uporabniku. Z njimi se vedno hitreje seznanjajo slovenska industrijska podjetja.

■ 2 Slojevite tehnologije – princip delovanja

Čeprav govori teorija o štirih osnovnih principih hitre izdelave, kamor sta poleg hibridnih všteta tudi postopka CNC-odvzemanja in preoblikovanja, večina komercialnih naprav deluje po dodajalnem postopku, kjer izdelava objekta poteka po slojih. Predstavljajmo si, da trirazsežni računalniški

modela na kakovost površine in čas izdelave. Ta je predvsem odvisen od višine modela med izdelavo.

- Sledi izdelava podpornega sistema, če ga postopek potrebuje, in »razrez« modela na sloje.
- Podatki o posameznih slojih nato potujejo do krmilne enote naprave za hitro izdelavo, ki poskrbi za njihovo izdelavo. Podajalni sistem se po vsakem izdelanem sloju pomakne za debelino sloja navzdol (ponekod tudi navzgor – odvisno od konstrukcije naprave), čemur sledi izdelava naslednjega sloja.

Trenutno najbolj razširjen in tudi najgospodarnejši je postopek selektivnega laserskega sintranja, pri katerem sloje izdeluje poseben »plug«, ki nanese tanek sloj poliamida v prahu – tipična debelina je 0,15 mm – laserski žarek pa v ta sloj »vžge« obliko ene plasti. Obdelana plast se s pladnjem vred umakne navzdol, postopek pa ponavlja, dokler izdelek ni končan. Končni izdelki so lahko precej veliki, malce problematični pa sta natančnost izdelave in hrapavost površine.



Slika 1. Kljub odličnemu realističnemu fotografskemu prikazu se nič ne more primerjati z modelom v roki. Levo: model ohišja CAD, sredina: naprava EBM (Electron Beam Melting), desno: ohišje ventila iz Ti6Al4V.

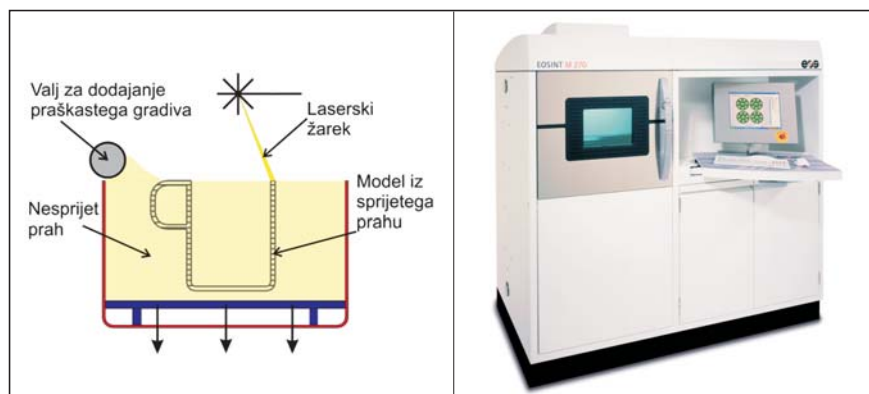
model »narežemo« na tanke sloje, recimo debeline enega lista pisarniškega papirja. Tako dobimo veliko število slojev, od katerih vsak predstavlja en prerez celotnega modela. Tak prerez je dvorazsežna slika, ki bi jo lahko natisnili z običajnim tiskalnikom. Če bi natisnili vse prereze na papir, jih izrezali s škarjami, namazali z lepilom in v pravilnem zaporedju položili enega na drugega, bi nastal otipljiv model. Tak model bi lahko pobarvali in dali naročniku v oceno, še preden bi stekla serijska izdelava. Kritične v tem opisu so seveda škarje in dejstvo, da ne režejo same. Zato se je razvilo precej različnih tehnologij hitre izdelave, nekatere med njimi uporabljajo za gradnjo tudi papir, vsem pa je skupen naslednji postopek:

- Trirazsežni model CAD zelenega objekta uvozimo v program, s katerim model pripravimo za izdelavo. Priprava vključuje pregled modela in njegovo postavitev v delovni prostor naprave. Zaradi gradnje po slojih vpliva postavitev

Izdelava slojev je od postopka do postopka različna in odvisna predvsem od materiala. Teh je danes več vrst, prednjačijo pa različni polimeri, od termoplastov do fotopolimerov. Tu je cel kup praškastih postopkov, ki vključujejo tudi kovinske praške in keramiko, ter nekaj postopkov, ki za izdelavo uporabljajo papirnate in PVC-liste.

2.1 Namen hitre izdelave prototipov in končnih izdelkov

Hitra izdelava prototipov se je uveljavila kot metoda hitrega razvoja izdelkov, ki je pomembno vplivala tudi na potek razvoja izdelkov. Tako je dandanes mogoče izdelati prototipe že v fazi iskanja konstrukcijskih rešitev in tako določene rešitve



Slika 2. Shematski prikaz procesa selektivnega sintranja in naprava za selektivno lasersko sintranje kovin

preizkusiti, še preden steče prilaganje konstrukcije tehnološkim zahtevam. Tak prototip navadno imenujemo konceptni model, saj je z njim predstavljena zgolj ena iz množice mogočih rešitev. V začetnem obdobju hitre izdelave prototipov je bilo za tako nastale prototipe značilno, da so imeli sprejemljivo geometrijsko natančnost, mehanske lastnosti gradiv, iz katerih so bili narejeni, pa niso zadoščale zahtevam končnega izdelka. Zato so bili v prvi vrsti namenjeni:

- predstavitev končnih izdelkov,
- vizualizaciji konceptov,
- oblikovnim analizam in analizam ujemanja,
- izdelavi orodnih gravur in livarskih kalupov ter
- lažjim preizkusom ujemanja, v redkih primerih pa tudi delovanja.

Danes je s temi postopki mogoče izdelati popolnoma uporabne prototipe oziroma kar končne izdelke, ki v vseh pogledih izpolnjujejo svojo funkcijo. Vse več je tudi izdelkov, ki so že od vsega začetka načrtovani za izdelavo z dodajalnimi tehnologijami.

V tem smislu se je razdelilo tudi polje raziskav, kjer se v glavnem govori o hitri izdelavi (Rapid Manufacturing) na eni in hitri izdelavi prototipov in orodij (Rapid Prototyping & Tooling) na drugi strani. Hitra izdelava je sicer še vedno predvsem predmet akademskih razprav in uporabe na visokotehnoloških področjih, kot so:

- letalska industrija,
- vesoljska tehnika,
- medicinska tehnika,
- športna oprema,
- dirke Formule 1 ipd.,

vendar se ravno tu kažejo posebnosti in možnosti, ki govorijo v prid hitre izdelave kot enega bistvenih tehnoloških postopkov prihodnosti. Nujno je poudariti, da hitra izdelava izhaja iz hitre izdelave prototipov, torej vse bistvene ugotovitve s področja prototipov veljajo tudi za področje končnih izdelkov. Ne nazadnje se danes vsi končni izdelki, narejeni po dodajalnih postopkih,

izdelujejo na istih napravah kot prototipi. Potreben je bil le miselni preskok od konstruiranja za izdelavo in montažo h konstruiranju za dodajalne postopke, kjer tehnoloških ovir praktično ni, v mnogih primerih pa tudi montaža ni več potrebna, saj lahko s slojevitimi tehnologijami izdelujemo že sestavljene sklope.

Zelo zanimiva postaja ta tehnologija tudi pri izdelavi majhnih serij in prototipnih serij izdelkov, ker je z nekaterimi postopki mogoče hitreje in gospodarnejše priti do končnega izdelka kot z uporabo klasičnih izdelovalnih postopkov. Trenutno najbolj znana je neposredna izdelava slušnih aparatov po meri, torej za znanega kupca. Pri tem je tak slušni aparat cenejši od serijsko izdelanega, o funkcionalnosti pa tako ne gre izgubljati besed.

Podobno je področje vzdrževanja, kjer je sicer treba še veliko narediti za uveljavitev teh postopkov v splošni praksi, vendar so nekatere prednosti

ni mogoče izdelati. Tak primer predstavljajo prilagojeni hladilni kanali v orodjarski industriji, kanali krmilnih ventilov v fluidni tehniki in podobno. Izdelava teh kanalov je bila do sedaj povsem podrejena izdelovalnemu postopku – običajno je šlo za vrtnanje – če ne končnega izdelka pa orodja. Danes teh omejitev ni več, saj je lahko kakršenkoli kanal popolnoma poljubno oblikovan in tako prilagojen potrebam tekočine, ki bo po njem potovala, ne pa obdelovalnega postopka, s katerim bo izdelan. Ta »prostost« se prenaša tudi na ostale vidike oblikovanja, ko zunanja oblika ni več nujno prizmatična, temveč je lahko prilagojena potrebam – vgradnje, konstrukcije, estetike ... In nazadnje, zakaj bi bili vsi izdelki enaki, če so lahko posebej prilagojeni naročniku, pri čemer to ne vpliva na končno ceno izdelka.

Zato pravimo, da s slojevitimi tehnologijami dobimo oblikovno zahtevnost zastonj.



Slika 3. Primer izdelave lobanjskega vsadka in slušnega aparata, narejenih po meri za znanega kupca z uporabo stereolitografije

nesporne do te mere, da na primer ameriška vojska vlaga precejšna sredstva v nov logistični koncept opreme letalonosilk. Tako naj bi v prihodnje na letalonosilkah tovorili ustrezne praškaste materiale in napravo za selektivno nataljevanje, kar bi omogočilo izdelavo nadomestnih delov za letala po potrebi. Velika prednost pred sedanjim konceptom je v prihranku prostora, saj je kovinski prah veliko enostavneje »pospraviti« v podpalubje kot velike in okorne nadomestne dele.

Prednosti slojevitih tehnologij pa so najbolj izrazite pri izdelavi oblik, ki jih z ostalimi izdelovalnimi postopki

■ 3 Hitra izdelava komponent fluidne tehnike

Razmere in konkurenca na tržišču silijo proizvajalce hidravličnih in pnevmatičnih komponent, da čas od ideje do končnega izdelka čim bolj skrajšajo. Zato je dandanes že skoraj nuja, da je razvoj izdelka podprt z močnimi programskimi orodji, ki omogočajo doseči optimalno zasnovo izdelka že v njegovi zgodnji fazi na osnovi simulacijskotehničnih raziskav.

Naslednji korak snovanja in optimiranja virtualno zasnovane komponente fluidne tehnike je izdelava

prototipa ali začetne serije. Če to poteka po klasičnem postopku, je ta dolgočasen in sorazmerno drag. Ta čas pa je možno občutno skrajšati z uporabo predstavljenih postopkov hitre izdelave. Za področje fluidne tehnike bo uporabnost te sodobne tehnologije prikazana v nadaljevanju na treh različnih primerih.

Kje bi to tehniko, ta način izdelave izdelkov lahko uporabljali na področju fluidne tehnike?

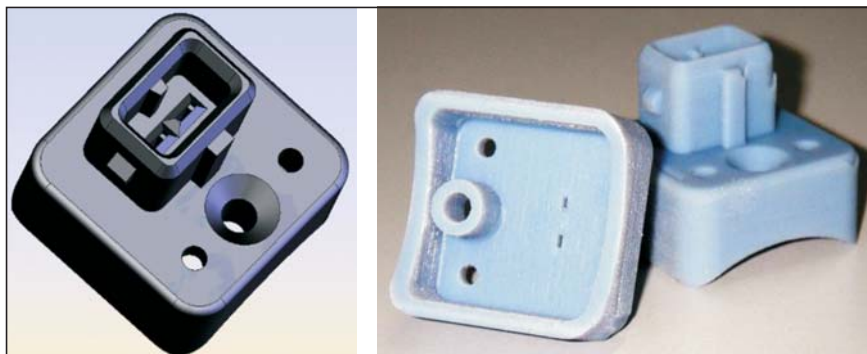
Izdelke bi lahko grobo razdelili na tri skupine. Prvo skupino predstavljajo »manj zahtevni« izdelki, pri čemer se ta nivo zahtevnosti nikakor ne nanaša na obliko izdelka, temveč na njegove mehanske obremenitve. To je skupina izdelkov, ki jo običajno imenujemo kar pribor, npr. razne ročice ventilov posebnih oblik, konektorji elektromagnetov. Drugo skupino predstavljajo zahtevni izdelki, pri čemer se njihova zahtevnost nanaša na posebno obliko izdelka, ki je povezana z njegovo funkcijo in učinkovitostjo delovanja. Kot primer za to skupino izdelkov lahko omenimo posebne energijsko varčne izpihovalne šobe za pnevmatična orodja. Tretjo skupino izdelkov pa predstavljajo zelo zahtevni izdelki, tako glede oblike kot trdnostnih lastnosti. V to skupino vsekakor spadajo hidravlični ventili s svojo geometrijsko zahtevno obliko.

3.1 Razvoj plastičnih elementov hidravličnih in pnevmatičnih komponent

Konstruiranje hidravličnih in pnevmatičnih komponent se običajno začne z izdelavo osnovnega ventila (recimo potni ventil po standardu ISO 4401 za razpored priključnih odprtín), ki se nato nadgradi z različnimi izvedbami (recimo različna izvedba elektromagnetov za različno napajalno napetost, več tipov priključnih električnih konektorjev, različne izvedbe zasilnega ali pomožnega ročnega vklopa, ...). Razlog za to so različni nacionalni standardi, varnostni razlogi, ki so prav tako nacionalno pogojeni, različni pristopi gradnje strojev in podobno. Tako je treba za družino hidravličnih ali pnevmatičnih

ventilov zagotoviti množico drobnih delov, ki jih pogosto na trgu ni možno enostavno kupiti.

Na tuljavah elektromagnetov za krmiljenje hidravličnih ali pnevmatičnih ventilov se uporablja več tipov priključnih konektorjev. Eden od njih je tudi t. i. JUNIOR TIMER podjetja AMP, ki je zelo uveljavljen na področju avtomobilske industrije in industrije mobilnih strojev. Problem tega konektorja je, da ni standardiziran po nobenem mednarodnem ali nacionalnem standardu in ga ni možno kupiti, zato mora vsak proizvajalec, ki proizvaja elektromagnetne ventile, proizvajati tudi omenjeni konektor. Ker gre za oblikovno relativno kompleksen izdelek, katerega oblika ni definirana z nobenim veljavnim standardom, je možnost napake pri konstruiranju zelo velika. Vsekakor je pred izdelavo orodja za brizganje plastike smiseln preskus funkcionalnosti z orodji hitre izdelave prototipov. Ker gre za relativno neobremenjen izdelek, ga je možno direktno izdelati z omenjenimi orodji, tudi maloserijsko, če potrebujemo samo nekaj kosov. Enako lahko pripravimo eksponate in marketing.



Slika 4. JUNIOR TIMER konektor – virtualna zasnova (levo) in prototipni izdelek

Drugo področje uporabe orodij Rapid Prototyping na področju pomožnih elementov za hidravlične komponente je kontrola konstrukcije pri spremembah. Na sliki 5 je prikazan primer pnevmatskega 4/3-ventila, kjer je potrebna sprememba dolžine ročice. Ročica na takem ventilu nima zgolj vloge aktuatorja, ampak ima tudi pomembno ergonomsko in estetsko vlogo. Tako lahko vsaka sprememba vpliva še na mnoge druge dejavnike

poleg delovanja ventila. Teh pa navadno ni mogoče ustrezno obdelati z obstoječimi računalniškimi orodji. Z uporabo hitre izdelave prototipov je mogoče hitro izdelati spremenjen prototip in ga predstaviti kupcu. Sprememba orodja za brizganje plastike se nato izvede po potrditvi prototipa s strani kupca.

3.2 Razvoj in izdelava izpihovalne šobe

Eden največjih porabnikov stisnjenega zraka v proizvodnem procesu so brez dvoma t. i. zračne pištole. Pri tem gre za veliko porabo zraka, ki ga glede na delovni proces po potrebi izpihamo. Razen tega, da takšno izpihovanje predstavlja veliko porabo zraka, lahko posredno povzroči takšen padec tlaka v pnevmatičnem sistemu, da pride do motenj v delovanju pnevmatičnega krmilja.

Na prvi pogled so takšne pištole »nujno zlo«, pri čemer velja pravilo: Kar pride noter, gre tudi ven. Vendar pa ni nujno, da je vedno tako. Na tržišču je možno dobiti t. i. energijsko varčne izvedbe pištol, ki porabijo manj zraka kot klasične. Kot je znano, ni

skrivnost v sami pištoli (njeni obliki), temveč samo v izvedbi izpihovalne šobe. Primere klasičnih in energijsko varčne pištole prikazuje *slika 6*.

Energijsko varčne šobe delujejo na principu Venturijeve šobe s stranskimi sesalnimi odprtínami. Princip delovanja temelji na Bernoullijevi in kontinuitetni enačbi: če se zmanjša presek, se poveča hitrost in če se poveča hitrost, se zmanjša tlak, vse



Slika 5. Ročni pnevmatični 4/3-potni ventil in njegova spremenjena ročica, izdelana po postopku PolyJet



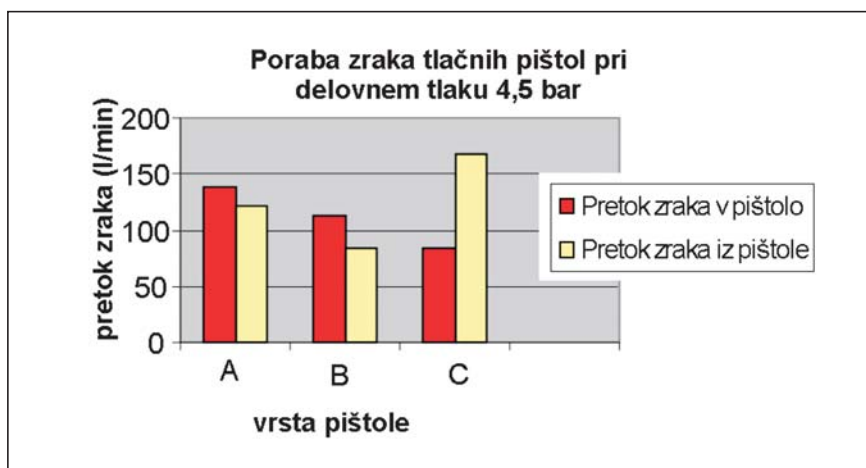
Slika 6. Primeri klasične (A in B) in varčne pištole (C – proizvajalec SMC)

do podtlaka, tako da skozi stranske odprtine sesamo zrak iz okolice. Tega pa ni bilo potrebno komprimirati. Poenostavljeno rečeno, to pomeni, da smo iz pištole dejansko dobili več zraka, kot smo ga dovedli – slika 7. Prihranek pri porabi zraka znaša tako kar 40 %.

Da bi dosegli čim večji izkoristek takšne šobe (čim manjša količina zraka na vstopu in čim večja na izstopu), je potrebno notranjost šobe ustrezno zasnovati: optimirati pretočne razmere in zagotoviti čim večji sesalni učinek. Na ta način je določena oblika šobe, ostane pa še njena izdelava. Pri tem se običajno zatakne, saj zahtevne oblike pogujejo uporabo zahtevnih in dragih izdelovalnih postopkov oz. v nasprotnem primeru, če uporabimo zaradi enostavnejše izdelave in s tem nižjih stroškov enostavnejše oblike, učinek šobe ni optimalen.

Združiti obe dobri stvari: ohraniti zapleteno geometrijo šobe ob hkrati nizkih stroških izdelave je možno z uporabo RM-tehnologije. Kot primer je bila geometrija šobe razvita najprej ob pomoči programskega orodja za računalniško (simulacijo) dinamike fluidov (Computational Fluid Dynamics CFD), nakar je bila optimalna

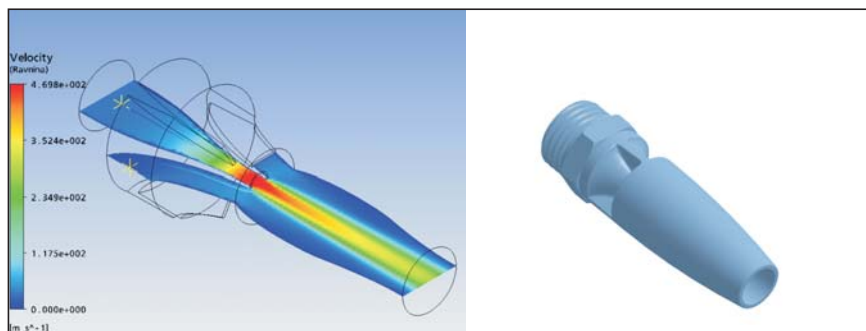
Za serijsko izdelavo tovrstne šobe bi proizvajalec potreboval verigo zapletenih orodij, pa tudi tu bi bilo treba šobo precej prilagoditi. Prilaganje šobe posebnim naročnikovim potrebam ne bi bilo mogoče. Z uporabo principov hitre izdelave oziroma dodajalnih tehnologij, ki so tehnološka osnova hitre izdelave, pa je mogoče izdelati poljubno število poljubno oblikovanih šob ob enakih stroških, kot če bi bile vse šobe popolnoma enake. To je še posebej



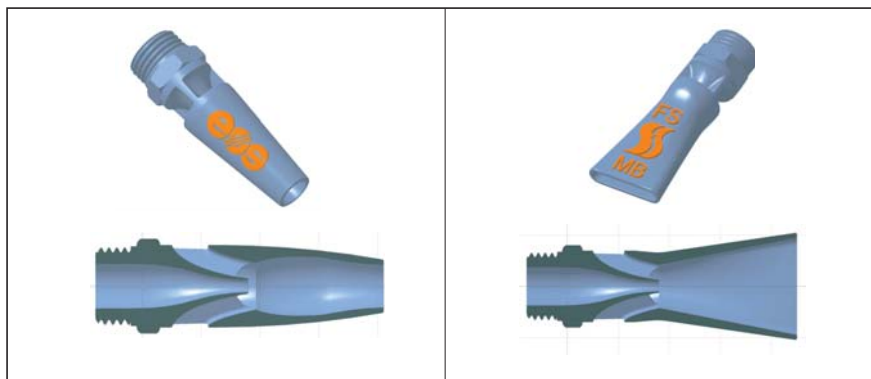
Slika 7. Poraba zraka pri različnih izvedbah pištole oz. šobe

geometrija izdelana po RP-postopku. Primer simuliranih razmer v šobi in videz izdelka prikazuje slika 8, slika 9 pa prikazuje dve različni, namensko oblikovani, oblikovno in tokovno optimirani šobi.

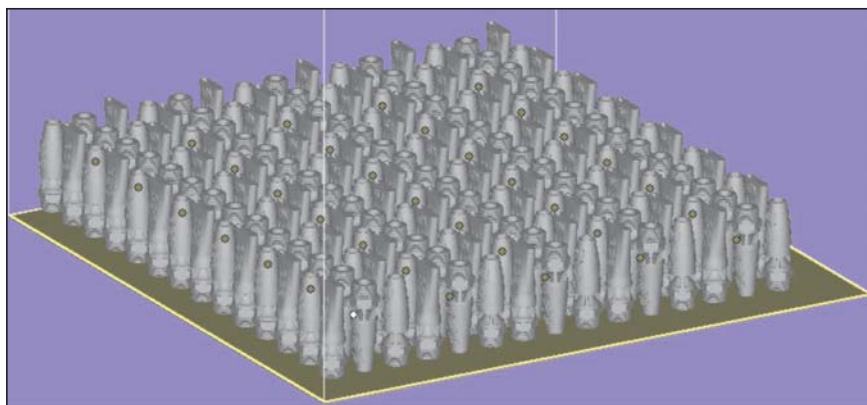
pomembno pri uporabi na raznih strojih in napravah, kjer je treba z obliko šobe zagotoviti tudi dostavo zraka na točno določeno mesto ali pa z obliko curka zraka doseči določen namen. V vseh tovrstnih primerih je



Slika 8. Računalniško snovanje geometrije in končni videz šobe



Slika 9. Zunanji videz in notranja geometrija dveh različnih šob



Slika 10. Optimalna zapolnjenost delovnega prostora

mogoče obliko šobe popolnoma prilagoditi in jo izdelati za vsak primer posebej.

Stroškovno taka izdelava ni problematična in je celo primerljiva s serijsko izdelanimi šobami, seveda ob upoštevanju specifičnih lastnosti uporabljenih materialov. Tako smo za primer vzeli postopek selektivnega laserskega sintranja, konkretno napravo EOSINT P380, s kakršno razpolaga Regionalni tehnološki center Zasavje. Z njo smo izdelali določeno število popolnoma funkcionalnih šob za reklamne namene.

Za večino dodajalnih postopkov velja, da dosežejo stroškovni optimum ob čim večji izkoriščenosti delovnega prostora. To je zaradi narave delovanja še posebej značilno za selektivno lasersko sintranje poliamidnih prahov in prahov na bazi poliamida. Slika 10 prikazuje delovni prostor naprave, v katerem smo dosegli optimalno zasedenost. Poudariti je treba, da smo v tem primeru izdelovali po tri različne tipe šob, da pa bi stroškovno dosegli enak učinek, če bi obliko šob

poljubno spreminjali, le da bi njihova dolžina ostala enaka.

Pri tej zapolnjenosti bi čas izdelave ene šobe znašal približno 2 minuti, šoba iz poliamida pa bi stala približno 40 % serijsko izdelane šobe, ki jo lahko trenutno kupimo na trgu.

■ 4 Zaključek

Za postopke hitre izdelave še vedno velja prepričanje, da so dragi, v nekaterih okoljih pa celo, da so modna muha ali nepotrebna igrača. Ta prispevek dokazuje, da temu ni tako in da so dodajalni postopki dejansko pomembno orodje za skrajševanje tako razvojnih kot pripravnih časov. Razlog za relativno skromno uporabo v slovenski industriji lahko iščemo predvsem v slabem poznavanju tehnologij in omejenosti z izkušnjami odzema in preoblikovalnih tehnologij. Nekatere naprave za hitro izdelavo so dejansko drage in velikokrat precenjene. Deloma je vzrok za to v trgu, na katerem vlada veliko povpraševanje, deloma pa v dejstvu, da so postopki še zelo

mladi in temu primerno nerazviti, kar zahteva nenehna vlaganja v razvoj in temu primerno visoko ceno izdelkov. Vendar so nekateri postopki (predvsem SLS – Selective Laser Sintering in SLA – Stereolitography) že dosegli določeno zrelost, kar se odraža na padanju cen opreme. Vendar to ni vzrok za majhno uporabo dodajalnih tehnologij, saj bi več podjetij lahko združilo moči in skupaj vložilo v to tehnologijo. Pri tem so popolnoma odveč konkurenčno obarvane bojazni – nasprotno! S tovrstnim sodelovanjem lahko podjetja zgolj pridobijo, ker pride do izmenjave izkušenj in njihove vključitve v nove probleme. To s tujko imenujemo sinergijski učinki, o katerih pa ljudje predvsem razglabljamo.

Dodajalne tehnologije niso zgolj nova tehnološki postopek, temveč vodijo v novo industrijsko revolucijo. In če se je prva zgodila z uvedbo tolerančnega sistema, ki je omogočil serijsko izdelavo, se bo druga z razvojem hitre izdelave, ki bo spremenila potek vrednostnih verig, ker bo v ospredje postavila idejo in znanje, namesto tehnologije.

Literatura

- [1] <http://www.rapiman.net/>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [2] <http://www.eos.info/>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [3] <http://www.arcam.com/index.asp>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [4] Wohlers, T.: Wohlers report: Rapid Prototyping, Tooling and Manufacturing; 2005, Wohlers Associates, Fort Collins, Colorado.
- [5] Hopkinson, N.: Rapid Manufacturing – An Industrial Revolution for the Digital Age, 2006, Wiley, Chichester.
- [6] Drstvenšek, I.: Hitra izdelava prototipov. IRT 3000 (2006), štev. 4; str. 50–59.
- [7] Drstvenšek, I., Pogačar, V.: Hitra izdelava prototipov po PolyJet postopku. Eurotech (2004), štev. 2, str. 62–68.
- [8] Dolinšek, S. et al. (2005). Industrial Applications with DMLS Rapid Tooling, International Manufacturing Leaders Forum, Adelaide, Australia

The rapid manufacturing of fluid power components

Abstract: Rapid prototyping is a process introduced some years ago as an important aid to shortening the time from an idea to the marketing of the product, with the simultaneous reduction of the costs of development and the improvement of the quality of the final products. The basic idea of the product is the fastest possible manufacture of a real prototype on the basis of the CAD model, usually without the interference of machining processes.

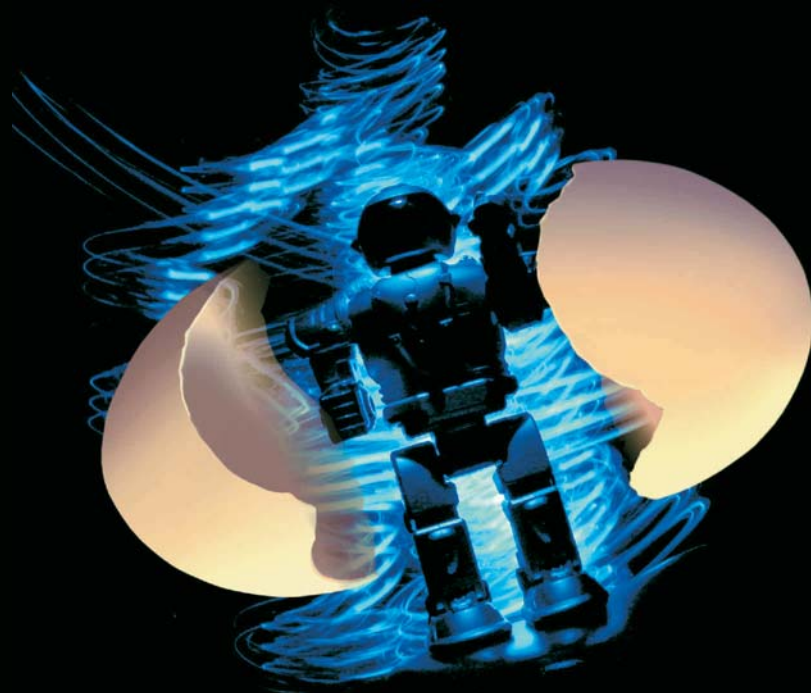
The resulting prototypes have a high geometrical accuracy, whereas the mechanical properties of the materials from which they are made usually do not satisfy the requirements of the final product. Therefore, such prototypes are intended particularly for the presentations of final products, the visualization of design concepts, shape analyses and conformity analyses, making tool die impressions and casting moulds or simple functional tests. The progress in the field of rapid technologies and a great variety of appropriate materials causes the manufacturing of final, functional products – Rapid Manufacturing.

Fluid power components represent a specific area of products, due to its complicated geometric shape, or due to exposure to large internal or external mechanical loads. In this article the idea and methods of rapid prototyping or manufacturing are presented, as well the possibilities of using these technologies in the field of fluid power. The emphasis is on the rapid manufacturing of components that are allocated to fluid power accessories.

Key words: Rapid manufacturing, fluid power, accessories,

Opomba: Prispevek je bil v daljši obliki predstavljen na strokovnem srečanju Fluidna tehnika 2007 v Mariboru.

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, ...*

Sodobna tehnika za pnevmatiko prihodnosti

“Enostavnost avtomatizacije ob optimalni izbiri komponent in vse krajšem času do trga je odvisna od sodobnih inteligentnih tehniških orodij,” poudarja G. Pfeifer, vodja prodaje in trženja pnevmatike pri firmi *Bosch Rexroth AG*.

Z novimi orodji pri Rexrothu pomembno znižujejo kompleksnost konstrukcijskih rešitev. Pri tem pa ostaja raznovrstnost ponudbe pnevmatičnih sestavin v glavnem nespremenjena.

Sodobna, enostavno uporabna tehniška orodja upoštevajo optimalne konfiguracije pnevmatičnih enot. Izbiro osnovnih parametrov pnevmatičnih valjev, kot so delovni gib in imenski premer, konstrukter lahko opravi z ustreznim orodjem za izračun glede na namen uporabe. CAD-generator oblikuje specifične dvo- in tridimen-

zionalne CAD-podatke in kosovnice, ki jih konstrukter z računalniško miško enostavno vključi v tehnično dokumentacijo naloge v obdelavi. Z dodatnimi tehniškimi programi, kot je npr. Rexrothov program za varčevanje s pnevmatično energijo (*Energy-Saver*), lahko konstrukter še izboljša energijsko učinkovitost pri določeni aplikaciji.

S temi inovativnimi tehniškimi orodji je komfortnost konstrukcijskega procesa z uporabo pnevmatike povsem v ospredju. Rexrothove spletne strani z naslovom www.boschrexroth.com/pneumatik zagotavljajo katalog in vsa potrebna orodja za snovanje tudi najboljše pnevmatičnih naprav.

Uporabnik – konstrukter klikne na ustrezne naslove izdelkov od valjev, ventilov in enot za pripravo zraka do

cevovodne in druge opreme ter prične s snovanjem vezja, naprave, sistema. Tako npr. pri enotah za pripravo zraka izbere vse posamezne sestavine v variantnih izvedbah in oblikuje kompletno pripravno enoto. Orodja dajo potrebne podatke za CAD-načrtovanje, vključno z risbami izmer in kosovnicami sestavnih delov.

Računalniški program za izračune porabe zraka omogoča energijsko varčno snovanje pnevmatičnih aktuatorjev. V nadaljevanju konstrukterji preko e-trgovine lahko izbrane enote, sestavine in sestavne dele tudi neposredno naročajo. Naročilnice lahko uporabniki računalniško shranijo in po potrebi novo naročilo ponovno generirajo.

Po O + P 52(2008)9
A. Stušek


50-letnica hidrostatičnega pogona vreten frezalnih strojev

Že v juliju leta 1958 je takratna revija *Applied Hydraulics* (sedaj *Hydraulics & Pneumatics*) objavila prispevek o uporabi hidrostatičnega prenosnika za pogon vretena frezalnega stroja. Takrat je šlo za primer rešitve spreminjanja vrtilne frekvence vretena frezalnega stroja, med 800 in 3 000 vrt/min, s skoraj konstantno izhodno močjo 14.5 kW, s hidrostatičnim prenosnikom. Omogočal je enostavno prilagajanje zahtevam obdelave različnih obdelovancev.

Prenosnik je bil sestavljen iz črpalke z nespremenljivo iztislino in variabilnega hidravličnega motorja. Za enostavno enosmerno vrtenje vretena je bilo potrebno le vključiti pogonski elektromotor. Vrtilna frekvenca hidravličnega motorja se je nadaljevala z ročnim krmiljem. Vključevanje in izključevanje hidravličnega motorja se je opravljalo z 2/2-potnim elektromagnetnim ventilom, ki se je vključeval s pritiskom na gumb stikala, povratni gib, oz.

zapiranje ventila pa je zagotavljala povratna vzmet.

Po H & P 61(2008)7 – str. 12
A. Stušek



Pridružite se nam na prireditvi NIDays 2008!

Kraj: Mons - Hotel In Kongresni Center,
Monsadria d.o.o., Pot za Brdom 55 SI – 1000 Ljubljana

Datum: 29. oktobra 2008



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

Produktivnost, učinkovitost in integracija s platformo Mitsubishi iQ

Koncept in filozofija proizvodnje je v ravnotežju z zahtevami proizvodnje, kot so visoka produktivnost, prilagodljivost, hiter odziv na potrebe na trgu in varnost zaposlenih s ciljem izboljšati produktivnost in na drugi strani kot protiutež proizvodnja, kot jo zahteva okolica, ki se zavzema za energetske učinkovitost, zmanjšanje emisij, sledljivost in zanesljivost zaradi zviševanja kvalitete sobivanja z okolico. Izzivi v proizvodnji se dandanes kažejo v povečani diferenciaciji produktov, povečani globalizaciji, hitrejšem razvoju, povečanem številu vladnih predpisov, povečanem cenovnem pritisku, hitrejši menjavi produktov in prilagodljivosti proizvodnje glede na naročila.

Zelo pomembna tematika je življenjski cikel proizvodnje z zmanjševanjem TCO (Total cost of ownership / Skupni strošek lastništva). Proces zmanjšanja TCO v proizvodnji vključuje tri pomembne faze v življenjskem ciklu proizvodnje produkta in sicer faza načrtovanja in razvoja, proizvodnja in vzdrževanje.

Pravi odgovor na zmanjševanje TCO je podal Mitsubishi z novim konceptom platforme iQ, ki zmanjša velikost sistema vodenja in poenostavi vmesnike med proizvodno in poslovno ravnijo upravljanja ERP (Enterprise Resource Planning / Poslovno informacijski sistem) in sistemi MES (Manufacturing Execution System / Proizvodni informacijski sistem). iQ je edina platforma v avtomatizaciji, ki združuje skupne discipline v avtomatizaciji na enem skupnem vodilu. Celovita integriranost prinaša pomemben cenovni prihranek, vpliva na povečanje produktivnosti, omogoča dostop do podatkov v realnem času in je odprta do vseh najbolj razširjenih industrijskih področnih vodil. Odprta arhitektura CC-Link omogoča pretok

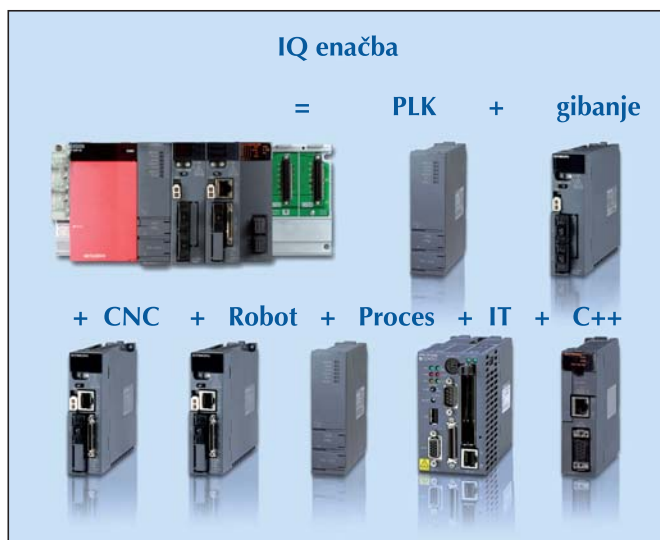
podatkov skozi vse ravni proizvodnje do sistema ravni upravljanja IT (Information technology / Informacijska

sa ali pa kompleksne večprocesne krmilne sisteme. Na eni osnovni plošči PLK se lahko kombinirajo do štiri med seboj neodvisno delujoči procesorji, ki si izmenjujejo podatke na istem vodilu in omogočajo hitro izmenjavo podatkov med različnimi procesi. Posamezni procesor izvaja lasten program neodvisno od ostalih in ne vpliva na hitrost in krmiljenje ostalih. Opisani način omogoča optimizacijo posamezne aplikacije, podatki, ki so procesom skupni, pa se lahko v celoti integrirajo in so takoj na voljo vsem procesorjem, ki so nameščeni na isti osnovni plošči PLK, ki podpira visoko hitrost izmenjave podatkov. Zelo

hitri procesorji iQ v kombinaciji z napredno osnovno ploščo PLK so porok za optimizacijo systemske komunikacije, kar zmanjšuje čas cikla in poveča produktivnost ter ugodno vpliva na ROI (Return on investment / Povračilo investicije).

Produktom Mitsubishi je skupna lastnost visoka zanesljivost delovanja. Če je potrebno vzdrževanje, pa je storilnost serviserja izboljšana z različnimi pristopi. Odprta mrežna arhitektura CC-Link in iQ Works omogočata vzdrževalcu odkrivanje napake na celotnem omrežju kontrolerja iQ z enega mesta. V veliko pomoč pri razreševanju napak je vizualizacija, preko katere lahko odkrivajo lokacijo napake in način njenega popravila (zamenjava senzorja, končnega stikala itd.).

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.accetto@inea.si, <http://www.inea.si>, www.mitsubishi-automation.com/index.html, g. Tone Accetto



iQ integracija

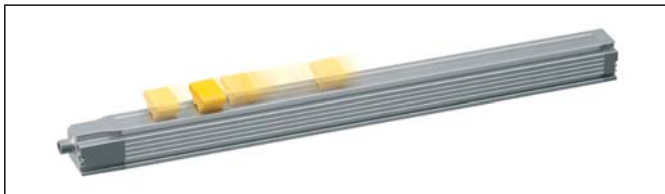
tehnologija). Navadno so podatki dosegljivi prek številnih, med seboj nerazdružljivih platform, in vsaka izmed njih zahteva vmesnik oziroma protokol za izmenjavo podatkov z ravnijo upravljanja. Platforma iQ s pridom izkorišča prednost CC-Link IE, ki je prvo odprto Ethernet industrijsko področno vodilo z veliko hitrostjo. Omenjeno področno vodilo odpravlja ozko grlo omejevanja produktivnosti, saj je informacija prosto dosegljiva vsem napravam.

Pri procesu načrtovanja je platformi iQ v prid dejstvo, da je celotni sistem zelo nadgradljiv in omogoča zelo prilagodljive krmilne rešitve. Prva faza, načrtovanje sistema, je krajša zaradi visoke sposobnosti integracije in inženirskega orodja iQ Works. iQ Works je paket inženirskega programskega orodja, ki vključuje napredno simulacijsko orodje in izboljšan način programiranja, kar vpliva na hitrejši razvoj sistema in njegov zagon. Programsko orodje podpira vse tipe krmilnikov iQ, tako PLK (Programabilni logični krmilniki), krmilnike gibanja kot razvoj aplikacij na uporabniškem vmesniku HMI. Platforma iQ omogoča uporabo samo osnovne funkcije enega procesorja

Brezkontaktni merilnik pomika TLM za hitre gibe

Brezkontaktni merilnik pomika serije TLM omogoča natančno in zanesljivo merjenje linearnega pomika pri velikih hitrostih gibanja. Na voljo so merilniki z merilnim območjem do 50 mm ter merilniki za gibe do 4500 mm. Merilnike odlikuje linearna karakteristika v tolerančnem območju $\pm 50 \mu\text{m}$.

Na voljo sta dve različici: s konektorjem, ki zagotavlja stopnjo zaščite IP 67, in s kablom, ki zagotavlja celo višjo stopnjo zaščite IP 68, kar pomeni, da lahko delujejo tudi pod vodo.



Merilniki delujejo v temperaturnem območju med -40 in $+85$ °C. Okrov je iz aluminija s kovinskim zaključkom. Izhodni signal se izbere pri naročilu. Na voljo je standardni napetostni signal 0 do 10 V ali tokovni 0 do 20 mA. Dobavljivi so tudi merilniki z izhodnimi signali: Start/Stop, SSI, DyMoS, CANopen.

Magnetni brezkontaktni TLM-merilnik omogoča natančno meritev pozicije za najzahtevnejše primere

uporabe, za vgradnjo v stroje, naprave in opremo za namene krmilne in merilne tehnike.

Visokodinamični brezkontaktni magnetni merilnik omogoča neposredno merjenje pomika in dolžine s frekvenco 16 kHz. Plastični kazalniki se senzorja ne dotikajo, kar pomeni, da se ne obrablja.

Merilniki so robustni, kakovostne izdelave, visoko odporni na tresenje in nihanja. Vstavljeni so v aluminijast okrov, ki zagotavlja odpornost pred onesnženjem, prahom, vlažnostjo in oljem, s čimer se srečamo v industrijskem okolju. Nosilci so vključeni v do-

bavo. Po dolžini so premakljivi, saj omogočajo natančno prilagajanje med montažo.

V Sloveniji uporabljajo merilnike serije TLM tudi podjetja Etra, d. d., Albatros, d. o. o., Inštitut za rehabilitacijo, d. o. o.

V obširnem prodajnem programu www.novotechnik.de boste brez težav našli ustrezen merilnik za vas. Za dodatne informacije in predsta-



Projektiranje in izdelava strojev, krmilnih elektro omaric in prodaja komponent s področja avtomatizacije.

Celotna strokovna ekipa pod eno streho omogoča kratke odzivne čase!



avtomatizacija
industrijskih procesov

Adept plus d.o.o.
Hrašče 5, SI-6230 Postojna
www.ad-avtomatizacija.si

vitev vzorcev nas lahko pokličete. Ponudili vam bomo prave rešitve na področju merjenja.

Vir: Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136, faks: 05-75-36-138, g. Janez Valančič

Popravek

V reviji Ventil smo v številki 4 iz avgusta letošnjega leta objavili članek z naslovom »Analiza in ocena izvajanja Podjetniškega foruma na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani v šolskem letu 2007/08«. V članku se nam je prikradla neljuba napaka. Pri naštevanju udeležencev, ki so se v zadnjem šolskem letu predstavili našim študentom na naši fakulteti je izpadlo podjetje TPV, d. d. iz Novega mesta.

Za neljubo napako se vsem prizadetim iskreno opravičujem.

Za to res neprijetno napako nam je še posebno žal, ker predstavniki podjetja TPV, d.d. odlično sodelujejo z našo Fakulteto na več področjih in na več nivojih. Celo več dr. Tomaž Savšek, pomočnik generalnega direktorja, in mag. Vili Malnarič, direktor razvoja nam večkrat priskočita na pomoč pri promociji strojništva našim študentom ali pa dijakom v srednjih šolah, ko se odločajo za nadaljnji študij.

Osnovna dejavnost podjetja TPV, d. d. je razvoj in proizvodnja avtomobilskih delov. Delujejo na štirih različnih lokacijah v Sloveniji, imajo zaposlenih več kot tisoč ljudi in ustvarijo preko 200 mio Eur. prihodkov. Veliko večino svojih proizvodov izvozijo na zahtevna evropska tržišča in za prestižne svetovne avtomobilске znamke. Če pogledamo njihovo spletno stran lahko ugotovimo, da je to zelo uspešno podjetje v poslovnem smislu in tudi drugje. Zelo so aktivni na različnih področjih. Lahko vidimo, da so zelo uspešni pri e-poslovanju v lastnem podjetju in navzven, da zelo veliko vlagajo v raziskovalno delo, da v svoji okolici podpirajo športna in druga društva, da pomagajo osnovnim šolam in še drugje.

Za uspešno delo jim čestitamo in želimo še veliko uspehov.

Uredništvo

IndraMotion MLD

Rok PFAJFAR

Podjetje Bosch Rexroth AG ima v svoji široki ponudbi pogonov in sistemov za avtomatizacijo tudi integrirane rešitve pogonov skupaj s PLK in logiko gibanja v enem ohišju. Tak sistem je "IndraMotion MLD". V pogon integrirana logika gibanja zmanjša oziroma odpravi potrebo po uporabi višjenivojskih sistemov vodenja. Z uporabo standardiziranih programskih jezikov zmanjšuje stroške dodatnega izobraževanja na minimum.

Glavne prednosti »IndraMotion MLD«:

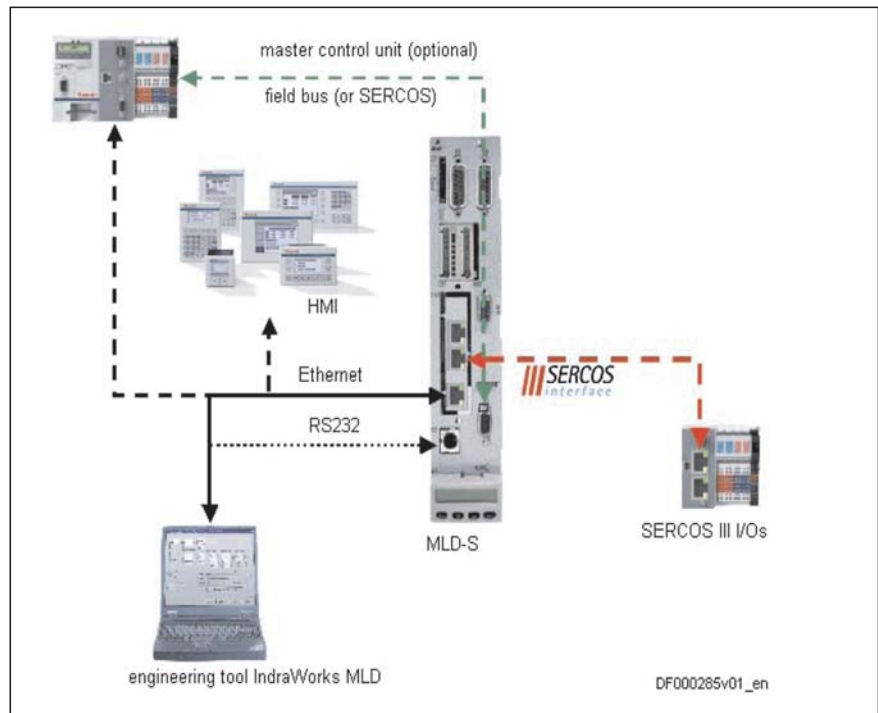
- Cenovno ugodna rešitev logike gibanja in krmilja PLK brez dodatne strojne opreme.
- Neposreden in transparenten dostop »open drive« do vseh funkcij in parametrov.
- Programiranje rešitev logike gibanja na podlagi standardnih in dodatnih knjižnic.
- Fleksibilne možnosti komunikacij preko »on-board« vgrajenih vmesnikov.

"IndraMotion MLD" prinaša inovativne module za vsako aplikacijo:

- Funkcijske knjižnice: Zbirka funkcijskih blokov iz standardov IEC in PLCopen.
- Uporabniške knjižnice: Zbirka funkcijskih blokov, ki so jih razvili uporabniki.
- Tehnološki paketi: Procesno orientirani funkcijski bloki.
- Uporabniški program: Za aplikacijo specifična kombinacija različnih funkcijskih blokov in tehnoloških paketov.

»IndraMotion MLD« je na voljo v dveh izvedbah:

Rok Pfařfar, inž., Domel, d. d., Źelezniki



Struktura sistema IndraMotion MLD-S

»IndraMotion MLD-S« enoosna rešitev:

- o Kot inteligentni servopogon
- o Kot samostojna enoosna pozicionirna naprava.

Glavne lastnosti:

- Inteligentna servoos ali samostojna enoosna logika gibanja.
- Neposreden dostop do vseh parametrov pogona preko sistemskih spremenljivk PLK, funkcij, funkcijskih blokov ali nastavljivih sinhronih kanalov.
- Neposreden dostop do analognih vhodov/izhodov pogona.

»IndraMotion MLD-M« večosna rešitev:

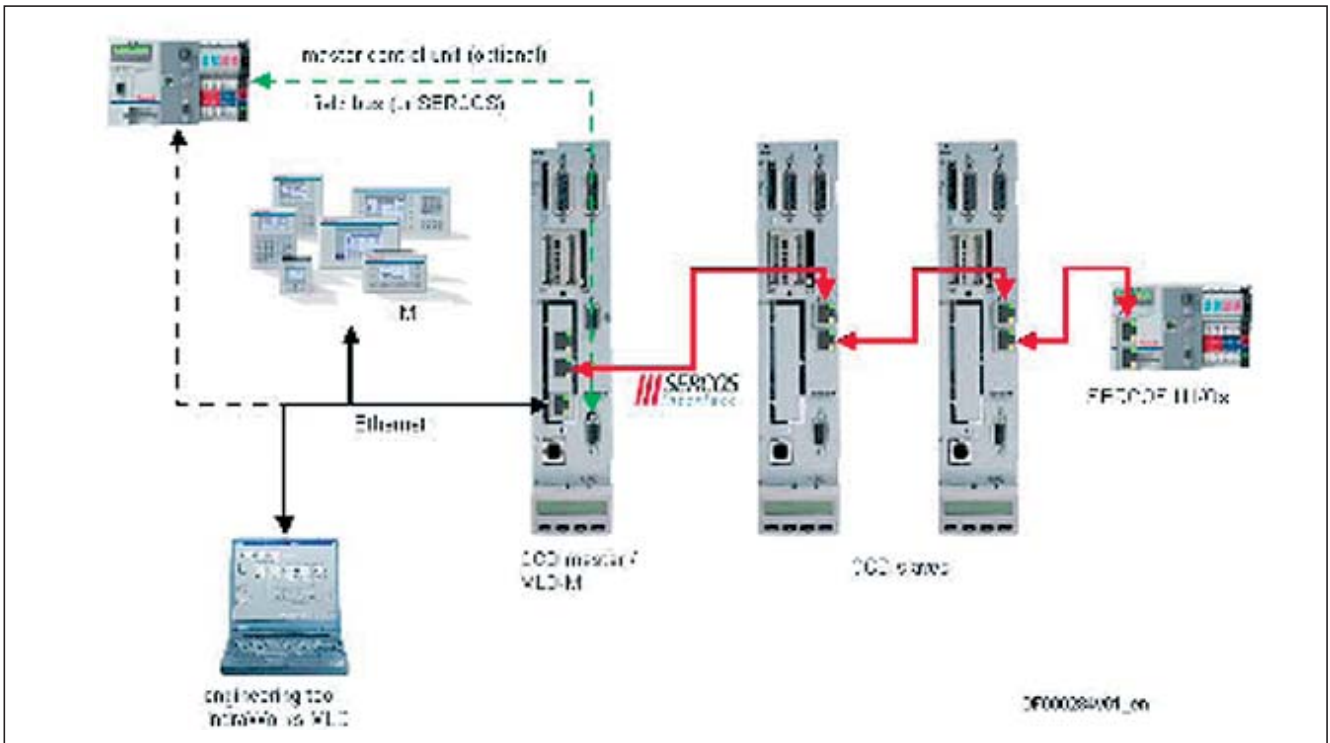
- o Kot samostojna večosna logika gibanja z uporabo CCD (Cross Communication Drives) na bazi SECOS III.

Glavne lastnosti:

- Samostojna večosna logika gibanja. Vodi lahko do 8 osi na

podlagi knjižnic »Motion Control« po specifikaciji PLCopen.

- Komunikacijski vmesnik CCD med osmi na podlagi SERCOS III.
 - o Za pozicioniranje lokalnih in oddaljenih osi.
 - o Za priklop dodatnih vhodnih/izhodnih modulov.
- Neposredni dostop do digitalnih in analognih vhodov/izhodov pogona.
- Možnost dostopa do vseh parametrov vseh v sistem vključenih pogonov.
- SERCOS III vmesnik do »slave« osi.
 - o Število osi »slave« in čas cikla: največ 7 osi ($T = 500 \mu s$ za 1 os »slave«, v primeru 2 ... 7 osi »slave« pa $T = 1000 \dots 4000 \mu s$).
 - o Ciklični podatkovni kanal (MTD, AT) z največ 48 bitov in 16 parametrov vsak.
 - o Parametri servisnega kanala (4 biti infopaket)



Struktura sistema IndraMotion MLD-M

The screenshot displays the IndraLogic software environment. The main window shows the following code and logic:

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003
0004 (*=====Achse 1 (CCD Master)=====*)
0005
0006 MC_Power_Axis1: MC_Power;
0007 JogPlus_Axis1: Jog;
0008 JogMinus_Axis1: Jog;
0009 MC_MoveAbsolute_Axis1: MC_MoveAbsolute;
0010 Reversieren_Axis1: Reversieren;
0011 END_VAR
    
```

The ladder logic diagrams include:

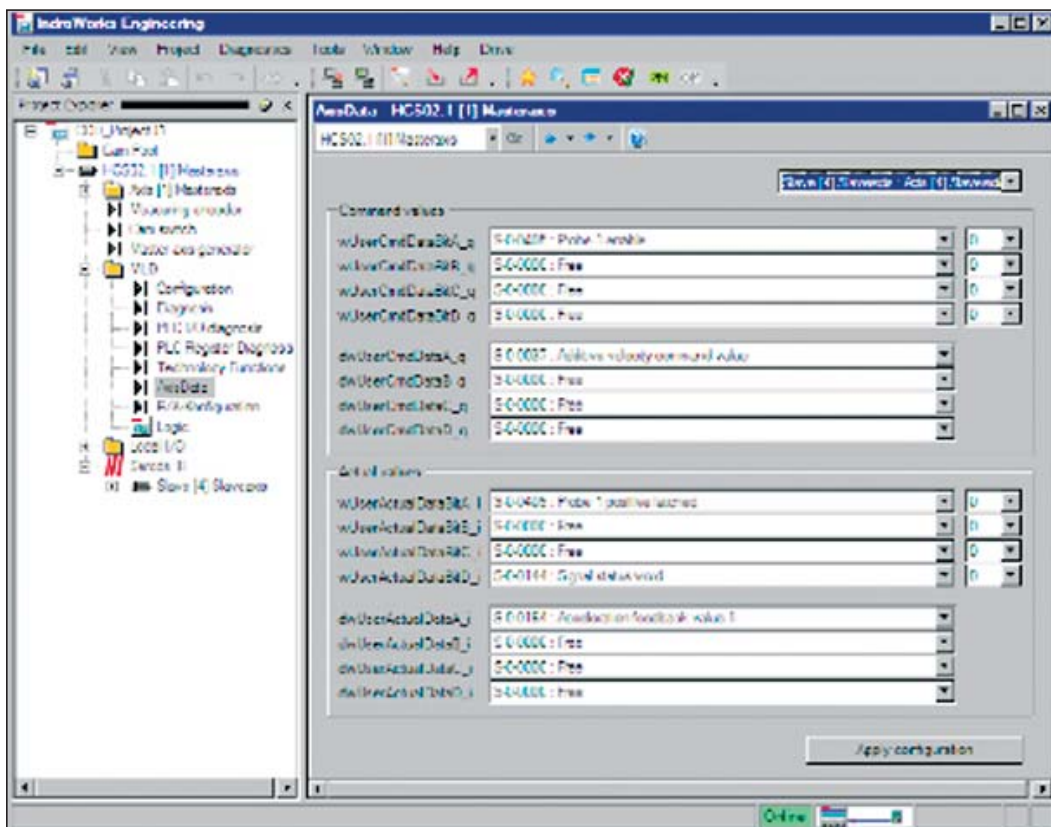
- 0001:** Ladder logic for **MC_POWER** (MC_Power_Axis1) with inputs **bAxisEnableAxis1-Enable** and **Axis1-Axis 1**, and outputs **Status**, **Error**, **ErrorID**, and **ErrorIdent**.
- 0002:** Ladder logic for **JOG** (JogPlus_Axis1) with inputs **bJogPlusEnableAxis1-bEnable**, **1000-rVelocity**, **10000-rAcceleration**, and **10000-rDeceleration**, and outputs **bDone**, **bActive**, **bCommandAborted**, and **bError**.
- 0003:** Ladder logic for **JOG** (JogMinus_Axis1) with inputs **bJogMinusEnableAxis1-bEnable**, **-1000-rVelocity**, **10000-rAcceleration**, and **10000-rDeceleration**, and outputs **bDone**, **bActive**, **bCommandAborted**, and **bError**.
- 0004:** Ladder logic for **MC_MOVEABSOLUTE** (MC_MoveAbsolute_Axis1) with inputs **bMoveAbs_Axis1-Execute**, **rPositionAxis1-Position**, **2000-Velocity**, **10000-Acceleration**, and **10000-Deceleration**, and outputs **Done**, **Active**, **CommandAborted**, **Error**, **ErrorID**, and **ErrorIdent**.

The bottom status bar shows the following error messages:

```

c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd(9): device parameter 100 No
c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd(10): device parameter 1020 0
c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd(11): device instance 192.168.1.20
c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd(12): query off ok
c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd(13): query on
c:\indraworks\projekt\test\sals_indralogic_drives\indralogic_140_dp (2)\_emb_logic\indralogic_140_dp.cmd: 0 Error(s), 0 Warning(s).
    
```

IndraLogic



IndraWorks

Programski paket **IndraWorks** omogoča hitro in učinkovito vodenje projektov avtomatizacije preko preglednega vmesnika. Z njim parametriramo, programiramo in kasneje tudi diagnosticiramo sistem MLD.

IndraLogic je sestavni del tega programskega paketa in omogoča programiranje PLK v skladu s standardi IEC 61131-3 in PLCopen. Programiramo v standardiziranih programskih jeziki: IL, ST, FDB, LD, SCF, CFC. Funkcijski bloki: MoveAbsolut, MoveRelative ... omogočajo programiranje pomikov motorja. Ti bloki so sestavni del

knjižnice programa **IndraLogic**. ■



DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

DOMEL d.d. Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija
T: +386 (0)4 51 17 358; F: +386 (0)4 51 17 357;
E: info@domel.com; I: www.domel.com

Rexroth Bosch Group

Zastopamo in prodajamo proizvode podjetja **Bosch Rexroth** s področja servo pogonov in krmilne tehnike.

Nudimo:

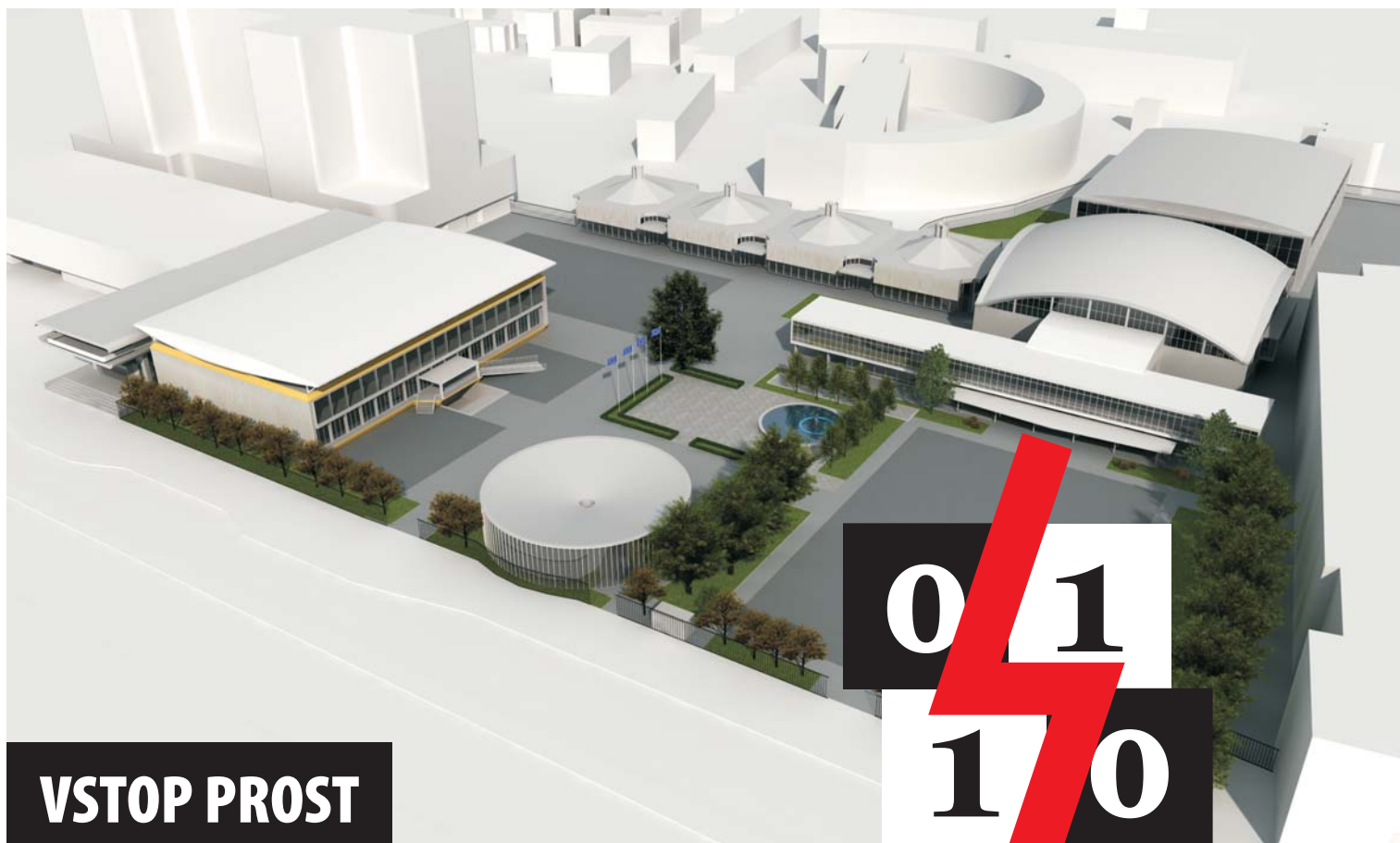
- servo pogone
- krmilnike
- SPS IndraLogic sisteme
- avtomatizirane sisteme
- varnostno tehniko
- servis in pomoč pri zagonu





Gospodarsko razstavišče
Ljubljana Exhibition and Convention Centre

Sejem elektronike



VSTOP PROST

0 1
1 0

24. - 26. marec 2009

Gospodarsko razstavišče

Profesionalna elektronika ■ Komunikacijske tehnologije ■ Avtomatizacija ■ Komponente, funkcijske enote in materiali ■ Mehatronika in robotika ■ Internet in z njim povezane storitve ■ Multimedijske tehnologije ■ Energetika ■ Računalništvo ■ Varnostne in zaščitne naprave ■ Storitve, inženiring in literatura ■ Združenja in ustanove ■ www.sejem-elektronike.si

Nove knjige

- [1] Åström, K. J., Murray, R. M.: **Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers** – Priročnik posreduje potreben matematični aparat za modeliranje, analizo in snovanje sistemov s povratno zvezo. Za razliko od podobnih del obravnava sisteme s povratno zvezo z razvojem transfernih funkcij z eksponencialnim odzivom, značilnim za fizične, biološke, informacijske in ekonomske sisteme. Avtorja izkoriščata tehnike obravnave, poznane pri fizikalnih in računalniških vedah ter operacijskih raziskavah za modeliranje krmilnih sistemov. Kot izhodiščno upoštevata metodo stanja prostorov. Potem pa razvijata orodja za obravnavo frekvenčnega odziva. Vsako poglavje ilustrirata z vajami z ročnim in računalniškim reševanjem nalog. – *Zal.:* Princeton University Press, 41 William St., Princeton, NJ 08540-5237, USA; 2008; *ISBN:* 978-0-691-13576-2; *obseg:* 424 strani; *cena:* 45,00 USD.
- [2] Bently, D. E.: **Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics** – Diagnostika rotacijskih strojev (z uporabo analize »Root Locus«, z modernimi enačbami) – *Zal.:* CRC Taylor & Francis; informacije in naročila na spletnem naslovu: www.bentlypresurizedbearing.com.
- [3] Das, S. K., Choi, S. U. S., Yu, W., Pradeep, T.: **Nanofluids Science and Technology** – Nanotekočine postajajo vse bolj zanimive zaradi njihovih potencialnih lastnosti, posebej pri prenosu toplote. V tej knjigi avtorji obravnavajo tako kemične kot fizikalne postopke sintetiziranja nanotekočin in tehnike oblikovanja stabilnih suspenzij nanodelcev v tekočinah. Podajajo pregled poznanih modelov in postopkov preskušanja, ki se uporabljajo pri študiju nanotekočin in obravnavi uporabe

teh modelov. Obravnavajo tudi prenos toplote z uporabo nanotekočin pri mikroelektroniki, gorivnih celicah in hibridnih pogonih vozil. – *Zal.:* John Wiley & Sons Inc., 111 River St., MS 8-01, Hoboken, NJ 07030-5774, USA; 2008; *ISBN:* 978-0-470-07473-2; *obseg:* 406 strani; *cena:* 125,00 USD.

- [4] Grabel, W. P.: **Advanced Fluid Mechanics** – Mehanika fluidov obravnava, kako se fluidi v tekočem, plinastem ali mešanem stanju obnašajo in kako reagirajo na delovanje sil in vpliv okolja. Knjiga upošteva fluide z različnimi lastnostmi z elastičnim in neelastičnim obnašanjem. Besedilo predstavlja preprosto obravnavo mehanike fluidov pa tudi tisto, ki upošteva bolj kompleksne parametre, kot so viskoznost, večdimenzionalnost tokov in turbulenco. Podane so tudi osnove računalniške obravnave dinamike fluidov. Knjiga je namenjena predvsem strokovnjakom, ki se v praksi srečujejo z različnimi sistemi, fluidi, analizo tokov, generacijo energije ter krmilnimi in pogonskimi fluidnimi sistemi. – *Zal.:* Academic Press, an imprint of Elsevier, 30 Corporate Dr., Suite 400, Burlington, MA 01803, USA; 2007; *ISBN:* 978-0-12-370885-4; *obseg:* 368 strani; *cena:* 89,95 USD.
- [5] Grady, J. O.: **Sistem Verification** – Sistemska tehnika je s svojim interdisciplinarnim pristopom k projektiranju in uporabi večjih oz. kompleksnejših sistemov – produktov in storitev – danes splošno uveljavljena tudi v industriji; čeprav temelji na izkušnjah iz vesoljskih razvojnih raziskav. Gradivo in pristop izhajata iz avtorjeve predhodne knjige *System Requirements Analysis* in utemeljujeta osnovne korake, implementacije in preverjanja kakovosti zasnovanih oz. projektiranih sistemov. Sistemski inženiring se navadno prične z definiranjem produkta,



**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

ki bo izpolnjeval želje in zahteve naročnika. Potem pa se racionalno gradi z opredeljevanjem zahtev za tehnične lastnosti gradnikov, potrebnega osebja in finančnih virov. Preskušanje in ocenjevanje predložene rešitve sistema je znano pod imenom »verifikacija«. Slednja je vodilo projektantom za podrobno razdelavo projekta in nadzor kakovosti pri njegovem izvajanju. – *Zal.*: Academic Press, an imprint of Elsevier, 30 Corporate Dr., Suite 400, Burlington, MA 01803, USA; 2007; *ISBN*: 978-0-12-874014-4; *obseg*: 342 strani; *cena*: 79,95 USD.

- [6] Henzold, G.: **Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection** – (druga izdaja) – Priročnik obravnava geometrično specifikiranje in toleriranje izdelkov glede na standarde ISO in ASME. Namenjen je konstrukterjem, tehnologom in kontrolorjem industrijskih izdelkov, upoštevajoč njihovo obliko, orientacijo v prostoru in tehnične lastnosti, s posebnim poudarkom na uporabi računalniško podprte tehnologije CAD. Priročnik je pripravil avtor z dolgoletnimi izkušnjami v korporaciji Siemens AG. – *Zal.*: Butterworth-Heinemann, an imprint of Elsevier, 30 Corporate Dr., Suite 400, Burlington, MA 01803, USA; 2006; *ISBN*: 0-7506-6738-9; *obseg*: 396 strani; *cena*: 64,95 USD.
- [7] Muszynska, A.: **Rotordynamics** – Dinamika rotacijskih strojev – *Zal.*: CRC Taylor & Francis; informacije in naročila na spletnem naslovu: www.bentlypressurizedbearing.com.
- [8] Rauen, H., in dr.: **Energieeffizienz in der Antriebs und Fluidtechnik** – Nova izdaja brošure VDMA z več kot tridesetimi prispevki obravnava potencialne možnosti pogonske in fluidne tehnike za racionalno rabo energije pri novih investicijskih

projektih. Podana so priporočila uporabnikom, kako varčevati z energijo z uporabo ustreznih rešitev sodobnih električnih, hidravličnih ali pnevmatičnih pogonov, kakor jih priporočajo ponudniki sodobne pogonske in fluidne tehnike. Posebej so obravnavani koncepti pogonske tehnike za inovacijske rešitve učinkovite rabe energije. Novo izdajo brošure sta skupaj pripravili strokovni združenji za pogonsko in fluidno tehniko v okviru VDMA (Nemško združenje strojne industrije). – *Zal.*: VDMA Fachverbände für Antriebs- und Fluidtechnik; 2008.

- [9] Skakoon, J. G.: **The Elements of mechanical Design** – Avtor popularnih knjig *The Unwritten Laws of Engineering* (Nepisani zakoni tehnike) in *The Unwritten Laws of Business* (Nepisani zakoni poslovanja) je pripravil podobno zanimivo knjigo za osvežitev osnov konstruiranja strojev. Avtor sklepa iz lastnih izkušenj z upoštevanjem prakse uveljavljenih konstrukterjev in projektantov na področju strojništva. Knjiga ima tri dele: Osnovna pravila konstruiranja strojev, Metode konstruiranja in Nekaj praktičnih izkušenj. Ilustrirana je s številnimi risbami, shemami in diagrami. – *Zal.*: ASME Press, Three Park Avenue, New York, NY 1006-5990, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-7918-026-0; *obseg*: 104 strani; *cena*: 28,00 USD (člani ASME: 22,00 USD).
- [10] Smaili, A., Mrad, F.: **Applied Mechatronics** – Knjiga o sodobni mehatroniki sintetično obravnava vsa relevantna področja strojništva in elektronike s strnjanim pregledom tehnologij in orodij za razvoj mehatronskih naprav. Pripravila sta jo uveljavljena profesorja strojništva in elektronike, ki poučujeta mehatroniko. Vsebina knjige predstavlja osnovni tečaj mehatronike s številnimi primeri iz prakse in eksperimentalno obravnavo gradiva z uporabo sodobne programske

opreme, npr.: *Simulink*, *Matlab* in *Lab View*. Obravnavane so sodobne rešitve mehatronskih naprav in sočasno simulirane tudi klasične sheme krmilnih sistemov. – *Zal.*: Oxford University Press, 198 Madison Ave., New York, NY 10016-4314, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-19-530702-3; *obseg*: 714 strani; *cena*: 110,00 USD.

- [11] Smith, R., Mobley, R. K.: **Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers** – Knjiga predstavlja konvencionalen priročnik za preventivno vzdrževanje, ki lahko zagotavlja največjo mogočo razpoložljivost strojev in naprav. Avtorja obravnavata najpomembnejše faktorje uspešnih programov in načrtov vzdrževanja. Zavzema ta se zlasti za vrednotenje kulture preventivnega vzdrževanja v primerjavi z reakcijskim vzdrževanjem – popravilo ob motnjah, okvarah. Podrobno so opisani uveljavljeni postopki tehnične diagnostike, vključno z vibracijsko, tribološko, ultrazvočno analizo, termografijo itd. Dani so tudi predlogi formularjev za nazorne preglede, načrte vzdrževanja, preskusne ateste ipd. – *Zal.*: Butterworth – Heinemann, Elsevier imprint, 30 Corporate Dr. Suite 400, Burlington, MA 01803, USA; 2008; *ISBN*: 978-0-7506-7862-9; *obseg*: 322 strani; *cena*: 95,00 USD.



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

Vmesnik AXBR3 za direkten vnos izmerjenih veličin v datoteko na računalniku

Bojan KOVAČ

Izvleček: Meritve moramo redno opravljati, če hočemo poznati kakovost svojih izdelkov in jo tudi zagotavljati. Če pa imamo istočasno brez izgube časa možnost vse te meritve še arhivirati, si postopoma gradimo podatkovno bazo, ki nam pomaga hitro pripraviti informativno primerjalno analizo o kakovosti izdelka, stanju strojev in orodij ter stabilnosti tehnološkega procesa. Nadzor in pravočasno ukrepanje ob odstopanjih nam lahko prihrani visoke nepredvidene stroške zaradi slabe kakovosti izdelkov, zastojev, poškodb orodij in posledično izpada proizvodnje, nedoseganje dogovorjenih rokov in reklamacije. Z novim vmesnikom AXBR3 si torej prihranimo čas in zagotovimo enostaven in zanesljiv vnos podatkov v osebni računalnik.

Ključne besede: merilni vmesnik, neposredni vnos meritev, zagotavljanje kakovosti, brezžični vnos meritev, analiza izmerjenih vrednosti, merilni vmesnik USB,

■ O pomembnosti kontrolnih meritev za kontinuirano kakovost izdelka

Kontrolne meritve izdelkov v neprestani časovni stiski pogosto jemljemo kot nujno zlo in nepotrebno izgubo časa, čeprav ima vsaka izmerjena dimenzija poleg aktualne vrednosti tudi skrito informacijo o stanju orodij, strojev in tehnološkega procesa, vendar le v primeru, da so meritve dosledno in redno arhivirane. Arhiviranje seveda zahteva svoj čas, človeške vire in pripravljenost, da se tako zbrani podatki redno pregledujejo, periodično izdelajo analize in se glede na trend odstopanj ocenjuje stanje orodij, tehnološkega procesa in kronološko tudi nivo kakovosti samega izdelka vse od začetka produkcije. Če znamo tako zbrane podatke uporabiti tudi v te namene, smo za kakovost izdelka naredili največ,

kar je z vidika proizvodnje sploh mogoče. Da bi to postalo vsakdanja praksa, vam v pomoč predlagamo sistem za direktni vnos meritev v računalnik brez dodatne izgube časa, tudi brezžično.

■ Meritve vhodnega materiala

Meritve so v proizvodnji polizdelkov in izdelkov ključnega pomena v vseh fazah izdelave. Dimenzije, kvaliteta, struktura in zunanji videz vhodnega materiala so pomembni parametri in osnova našega izdelka. Če ti nihajo ali niso v dogovorjenih okvirih, bomo imeli v proizvodnji težave, zastoje, lome orodij in še kaj. Če parametri nihajo od dobave do dobave, imamo opravka z dobaviteljem, ki ne obvladuje niti kvalitete niti procesa. Tak dobavitelj je za nas lahko rizičen, saj nam lahko s svojo nestabilno kakovostjo dobavljenega materiala povzroči zastoje, izpad proizvodnje, slabo kvaliteto končnih izdelkov (na katerih bo naše ime!) in posledično verjetno tudi znatno izgubo tržnega

deleža. Če želimo različne dobave primerjati med seboj, opozarjati na odstopanja ali celo reklamirati posamezne dobave, moramo imeti posamezne meritve dokumentirane, na podlagi teh izdelati analizo in do dobavitelja nastopiti z oprijemljivimi argumenti in merljivimi parametri, ki jih lahko preveri tudi sam. Utopija je pričakovati razumevanje dobavitelja za naše težave, če ne moremo predložiti konkretnih podatkov.

■ Meritve na posameznih fazah tehnološkega procesa

Arhiviranje izmerjenih rezultatov in analiza opravljenih meritev na določenem vzorcu po posameznih tehnoloških fazah je kazalec kakovosti vhodnega materiala, izrabljenosti orodij in nepravilnosti ali motenj v tehnološkem postopku. Z rednim beleženjem meritev na naključnih vzorcih lahko ob zaznavi odstopanj pravočasno vplivamo na proces, tako da je odklon kakovosti od zelene čim manjši. Z bogatim arhivom me-

Bojan Kovač, AX elektronika, d. o. o., Ljubljana

ritev na posameznih vzorcih lahko s pomočjo analize z gotovostjo napovemo morebitne okvare orodij, povečanje izmeta in pričakovane težave v zvezi s kritično dimenzijo.

Kot tehnologu v neki proizvodnji nam lahko odkloni določenih dimenzij pomenijo obrabljene dele orodij, poškodbe, preveliko zračnost orodij, preveliko silo, hitrost, neustrezen ali nenatančen pomik materiala, poškodovana vodila, nenatančno nastavitve orodja ... Vse to vodi k še hitrejši obrabi, skrajšanju življenjske dobe ali v skrajnem primeru do uničenja orodij. Cena orodja ni zanemarljiva in proizvajalec običajno zagotavlja izdelavo določenega števila polizdelkov z njim, seveda ob primernem vzdrževanju in normalnih pogojih dela. Cena polizdelka seveda vsebuje tudi delček amortizacije tega orodja, investicijo v orodje pa morajo pokriti vsi izdelki, ki naj bi bili z njim izdelani. Če je orodje uničeno že po četrtini predvidenega števila polizdelkov, ne bomo s polizdelki nikoli pokrili niti investicije v orodje, kaj šele cene materiala ter vloženega dela in energije.

Redna skrb in spremljanje parametrov izdelka, razumevanje vzrokov za odstopanja ter sprotna korekcija ugotovljenih vzrokov so med drugim torej tudi ključ za izboljšavo tehnoloških postopkov, podaljšanje življenjske dobe orodij, kontinuirano kakovost naših izdelkov, zmanjšanje stroškov in končno tudi povečanje dobička, ki nam ga izdelek prinaša.

Z vidika orodjarja in vzdrževalca orodja je veliko enostavneje slediti kakovost izdelka in opaziti odstopanja na stroju in orodju, kjer se neprekinjeno proizvaja isti izdelek. Orodja so trdno vpeta, nastavljena in redne vzorčne meritve zadostujejo za primerno kakovost. Z rednim vzdrževanjem, meritvami in obnavljanjem lahko dosežemo in tudi presežemo planirano število izdelanih kosov z istim orodjem. Kadar se na istem stroju izmenjuje več orodij ali celo vpenjamo isto orodje na različne stroje (stiskalnice – štanice), se lahko pojavi niz težav, ki jim brez primerne dokumentacije nismo kos.

Enak problem imamo, kadar je med posameznimi vpetji nekega orodja dolg časovni interval in si vseh posebnosti in odstopanj zadnje produkcije seveda ne moremo zapomniti. Tu spoznamo pravo vrednost arhiviranja meritev. S primerjavo rezultatov meritev med izdelki v posameznih šaržah lahko hitro ugotovimo, kdaj je orodje optimalno nastavljeno, kdaj delovni režim stroja ustreza orodju, kdaj prehitro prihaja do obrab ali poškodb in kdaj dimenzije neobičajno nihajo znotraj tolerančnega območja.

Nikakor se ne bi smeli zadovoljiti z dimenzijami, ki sicer so v tolerančnem območju, vendar odstopajo od običajnih vrednosti. To je znak, da je prišlo na orodju ali v posamezni tehnološki fazi do bistvenih sprememb, ki bodo posledično povzročile še večje spremembe. Brez primerno arhiviranih meritev trenutno izmerjenih vrednosti nimamo s čim primerjati, torej tudi odstopanj ne bomo opazili, zato ne bomo iskali vzrokov za odstopanja, brez vzroka pa ne bomo ničesar spreminjali, kar je že v osnovi daleč od gospodarnega ravnanja. Cena investicije v sistem, ki nam pomaga ohranjati orodja in naprave do izteka amortizacijske dobe, je opravičena že pri enem samem orodju, če jo primerjamo s prihrankom pri investicijah v orodja. Zato je pomembno, da meritve redno izvajamo, arhiviramo in analiziramo.

■ Meritve končne kontrole

Končna kontrola kakovosti izdelka je pomembna pri izpolnjevanju obveznosti do naročnika, tako količinsko kot tudi kakovostno. Naročeni izdelek mora ustrezati dogovorjenim zahtevam kupca, kar dobavitelj običajno dokazuje z merilnim poročilom končne kontrole, iz katerega je mogoče razbrati, katere (posebno zahtevne) dimenzije smo merili in kakšna so morebitna odstopanja. Prav tako je dogovorjeno število vzorcev, na katerih se pri neki izdelani količini opravijo in arhivirajo te meritve.

V večini primerov naročnik zahteva takšno poročilo pri vsaki dobavi, saj njegova vhodna kontrola primerja

priloženo poročilo z rezultati lastnih meritev, ki na enaki količini vzorcev običajno ne odstopajo od proizvajalčevih rezultatov. S priloženim merilnim poročilom proizvajalec torej zagotavlja in dokazuje kakovost svojih izdelkov.

Redne meritve na predpisanem številu vzorcev zahtevajo določen čas, ki bi ga seveda radi čim bolj skrajšali, meritve pa izvedli hitro, natančno in učinkovito, poleg tega pa jih arhivirali za izdelavo merilnih poročil, kasnejše primerjalne analize in končno tudi kot dokaz, da se meritve redno in kvalitetno izvajajo. Vse reklamacije in težave v proizvodnji, ki bi jih lahko imel naročnik zaradi naših domnevno nekakovostno izdelanih polizdelkov, lahko s predložitvijo takšnih arhiviranih zapisov ovržemo. Poleg tega ni nujno, da smo naročniku edini dobavitelj nekega polizdelka. S primerjavo meritev na zavrjenih polizdelkih in ob primerno urejenem arhivu lahko dokazujemo, katera dimenzija v naši proizvodnji polizdelka ni bila nikoli sporna. Vse to pa naročniku pomeni, da smo sposobni spremljati in obdržati kakovost na zahtevani ravni, ker obvladujemo tehnološki proces. V današnjem času, ko izdelke množično proizvajajo avtomatske montažne linije, kjer so dimenzije izdelkov največkrat kritične že blizu roba tolerančnih območij, lahko postanemo in ostanemo naročnikov strateški partner.

■ Arhiviranje kontrolnih meritev brez izgube časa

Beleženje izmerjenih rezultatov

Od vseh naštetih aktivnosti je najmanj priljubljeno prav beleženje in arhiviranje meritev. Običajno delavec izmeri pomembne parametre izdelka. Če so ti znotraj tolerančnega območja, proizvodnja teče lepo naprej. Če bi si isti delavec vse izmerjene vrednosti zapisal na papir in kasneje vnesel v obrazec na računalniku, bi bile te vrednosti lahko arhivirane. Mirno pa lahko trdimo, da je zapisovanje in kasnejši vnos vrednosti meritev v računalnik zamudno, neproduktivno in razmeroma drago opravilo.

Delodajalec se seveda želi izogniti neproduktivnemu delu in izgubi časa svojih zaposlenih pri ročnem vnašanju izmerjenih parametrov, zato se (dokler ni težav) zadovolji le z občasno kontrolo neposredno na stroju, ki spet ni niti zabeležena niti arhivirana.

Delavci se na drugi strani tudi želijo izogniti zapisovanju in kasnejšemu vnašanju meritev v računalnik, v čemer ne vidijo niti smisla niti kakšne koristi. Poleg tega tudi njim meritve predstavljajo le nujno zlo in izgubo časa, včasih pa zaradi časovne stiske celo opuščajo še tiste najnujnejše meritve na zahtevanem odstotku vzorcev. V takšnih primerih se glede trenutne kakovosti izdelkov obe strani zadovoljita le z opisnimi ocenami, kot so: DOBRO, MALCE SLABŠE, KOT PONAVALDI.

S takšnimi ocenami seveda ne moremo primerjati kakovosti trenutne proizvodnje s proizvodnjo pred na primer pol leta, ko je bila ta rekordna, število zavrženih pošiljk pa zanemarljivo. Zato je meritve nujno potrebno redno beležiti in arhivirati.

■ Merjenje z direktnim vnosom v računalnik

Vnos meritev neposredno v merilno poročilo, tabelo ali datoteko z besedilom je lahko nemoteč, poteka sočasno z meritvami in za redno arhiviranje ne zahteva dodatnega časa in dela. Poleg tega lahko izmerjene vrednosti tiskamo direktno na papir, ki ga (končna kontrola) priložimo naročenim izdelkom.

Večina proizvajalcev merilne opreme ima na svojih izdelkih možnost prenosa izmerjenih rezultatov preko podatkovnih kablov in različnih vmesnikov direktno v datoteke v obliki običajnega besedila ali tabele. Žal so komunikacijski protokoli med vmesniki in merilno opremo nestandardizirani, zato je priporočljiva uporaba merilne opreme istega proizvajalca, saj se s tem izognemo nakupu različnih vmesnikov in različne programske opreme za zajem, arhiviranje, analizo in izde-

lavo poročil, ki bi podpirala njihov izhodni format.

■ Merilni vmesnik AXBR 3



Slika 1. Sprednja stran vmesnika s podatkovnima vhodoma in LED-indikacijo aktivnega vhoda

Ker se merilni opremi različnih proizvajalcev težko izognemo, vam v pomoč ponujamo vmesnik AX BR3, ki je univerzalen, majhen in popolnoma prilagodljiv. Z njim v celoti odpravimo izgubo časa zaradi ročnega vnašanja meritev v poročila, omogočimo redno arhiviranje ter s tem prihranimo čas. Možnost brezžičnega prenosa prinaša še večjo svobodo pri gibanju in manipuliranju z merilno opremo, znižuje pa tudi redne stroške, ki jih imamo s priključnimi kabli zaradi neprestanega gibanja in prepogibanja med izvajanjem meritev. Tudi ta strošek ni zanemarljiv. Z novim vmesnikom smo želeli:

- odpraviti množico različnih vmesnikov, priključnih kablov, vtičnic in vezalnih shem, ki je potrebna za direktni vnos meritev, in namesto različnih kabelskih povezav in ustreznih priključnih vtičnic na vmesniku uporabniku ponuditi en sam vmesnik z zanesljivo VF-komunikacijo, ki bo sposobna brezžično prenesti informacije iz poljubnih perifernih naprav v osebni računalnik za arhiviranje ali obdelavo, ob tem pa na računalniku obdržati obstoječo programsko opremo;
- ponuditi vmesnik, ki različne načine komunikacij in protokolov pretvori v obliko, ki je prilagojena uporabnikovi programski opremi in potrebam ter ponuja možnost, da aktualne vrednosti z vse merilne opreme beležimo avtomatsko in s tem odpravimo zamudno ročno vnašanje meritev,

ki je istočasno še nezanesljivo, napake pri vnosu pa lahko kasneje bistveno vplivajo na rezultate analiz;

- namesto klasičnih serijskih vrat RS232 omogočiti prenos podatkov po vodilu USB in napravo prek tega vodila tudi napajati.

Poleg dveh vhodov za priključitev meril s klasičnim podatkovnim kablom imamo še tretjega, VF-vhod na frekvenci 433 MHz, na katerega lahko preko radiofrekvenčne povezave priključimo tok podatkov s katerekoli merilne naprave. Komunikacijski protokol in izhodno obliko podatkovnega toka vmesnika lahko v celoti prilagodimo vašim potrebam. Prek VF-vhoda imamo torej možnost informacijo iz različnih virov informacij sprejemati, prikazati in arhivirati tudi brezžično, kar je zelo pomembno!

■ Prednosti, ki jih ima brezžični VF-prenos pred kabelskim

- Območje, na katerem lahko opravljamo in zajemamo meritve, preprosto razširimo od (s podatkovnim kablom) omejenega metra in pol na velikost proizvodne hale.
- Popolnoma odpravimo redne izdatke za nakup nadomestnih podatkovnih kablov, ki se pogosto kvarijo. Ti pri VF-prenosu niso več potrebni.
- Za komunikacijo med vmesnikom in oddajno enoto imamo na voljo 14 kanalov, po katerih lahko sočasno teče komunikacija. To pomeni, da lahko istočasno v istem prostoru deluje več sistemov sprejemnik-oddajnik, vendar se med sabo ne motijo.
- Isti vmesnik lahko komunicira z več oddajniki, vendar ob pomoči računalnika, ki s pošiljanjem ukazov preklaplja vmesnik med zelenimi kanali v ustreznem zaporedju. S tem je uporabniku ponujena možnost zajema podatkov iz bolj kompleksnih merilnih sistemov. Tako lahko 3-kanalni vmesnik razširimo na 16 kanalov.
- Isti vmesnik lahko sprejema sporočila iz neomejenega števila oddajnikov, ki komunicirajo na istem kanalu, če sami poskrbimo,

da poteka predajanje sporočil drugo za drugim in ne sočasno.

Doseg brezžičnega VF-prenosa podatkov je v veliki meri odvisen od zasičenosti frekvenčnega pasu v prostoru, kjer se uporablja, in morebitnih drugih motenj ali harmonikov okrog frekvence 433 Mhz. Komunikacija med oddajnikom in sprejemnikom v našem sistemu je prav zaradi tega dvosmerna, zato po oddaji dobimo tudi potrditev uspešnega sprejema prenesene informacije. Tudi če je v njej spremenjen en sam bit, sprejemnik zahteva ponovitev prenosa. Na oddajni strani se povratna informacija o uspešnem ali neuspešnem prenosu odraža v obliki piska. Tudi če smo izven dosega, bo po prvi neuspeli zvezi poskušal oddajnik samodejno še dvakrat odposlati isto sporočilo. S tem zagotavljamo zanesljiv prenos informacije ali vsaj obvestilo o neuspešnem prenosu, ki pa je lahko uspešen že naslednji trenutek.

Opis vmesnika

Vmesnik je mogoče priključiti na namizni računalnik ali prenosnik



Slika 2. Zadnja stran vmesnika s priključki

zapis	meritev	ura
14	+26,20 mm	12:49:30
15	+47,88 mm	12:49:31
16	+64,84 mm	12:49:31
17	+112,00 mm	12:49:32
18	+67,79 mm	12:49:36
19	+51,09 mm	12:49:36
20	+31,77 mm	12:49:37
21	+24,59 mm	12:49:38
22	+17,57 mm	12:49:40

Samoaktivacija **Run!**
 Skrij!

Slika 3. Videz uporabniškega vmesnika za arhiviranje sprejetih rezultatov meritev v okolju Windows na osebem računalniku

preko priloženega podatkovnega kabla USB. Na zadnji strani vmesnika se nahajajo vtičnica USB – B za priključitev na vodilo USB, avdiovtičnica 3,5 mm (MONO) za priključitev stopalke, s katero lahko prožimo meritve, dve LED-diodi za prikaz toka podatkov na vodilu USB; rdeča – proti PC-ju, zelena – proti vmesniku, tipka reset in 2-milimetrska puša antene za sprejem podatkov iz naših oddajnikov na 433 MHz. Če ne uporabljate RF-povezave, antene ni potrebno priključiti.

Na sprednji strani vmesnika sta dve vtičnici za priključitev podatkovnih kablov in prikaz trenutno izbrane vhoda z LED-diodami. Komunikacija z računalnikom poteka po vodilu USB s hitrostjo do 115200 baudov, obliko niza pa prilagodimo glede na potrebe vaše obstoječe programske opreme. Standardno lahko shranjujete podatke tudi z našim priloženim programom v obliki tekstovne in/ali tabele v formatu Excel.



The AXBR3 measuring interface for the quick and easy transfer of measurements directly to your PC

Abstract: Measurements need to be made on a regular basis if we want to ensure the quality of our products. If there is an option to archive these measurements without loss of additional time, we can build a database, which is the basis of a comparison analysis of product quality, the state of the manufacturing machines and tools, and the stability of the manufacturing process. Supervision and appropriate action in the case of deviations can avoid unexpected costs due to low product quality, delays in production, tool damage and, as a result of this lack of production, unachieved plans and reclamations. With a help of the AXBR3 interface we save a lot of time and ensure data input to a PC.

Keywords: measuring interface, immediately measuring data acquisition, quality control, wireless measurements transfer, measuring data analysis,

KARIERNI SEJEM KARIERA 08

Gospodarsko razstavišče Ljubljana (Hala A in A2),
sreda 26. in četrtek 27. november 2008

www.kariernisejem.com

PREDSTAVI
SVOJ
POTENCIAL!



ORGANIZATOR SEJMA

MojeDelo.com
Izberi prihodnost

lenovo

driba.

KAVAL GROUP

ELEKTROSERVISI

MERCK



Programska oprema za snovanje hidravličnih valjev po standardih ISO

Moderni programski paket DVC 08 omogoča učinkovito snovanje hidravličnih valjev po standardih ISO. Omogoča izbiro valjev, 2D-prikaz izmer za vgradnjo, pa tudi 3D-prikaz kot pripomoček za projektiranje in konstruiranje. Trodimenzionalni prikaz je namenjen predvsem funkcionalnim predstavitvam modelov strojev in naprav. Program izhaja iz standardnih valjev po izvedbi firme Atos, upošteva naslednje standarde:

- CK-ISO 6020-2: Pravokotne glave valjev z vlečnimi vilicami, maks. 250 bar,
- CH-ISO 6020-2: Pravokotne glave valjev s protiprirobnicami, maks. 250 bar,
- CN-ISO 6020-1: Okrogle glave valjev s protiprirobnicami, maks.

- 250 bar,
- CH-ISO 6020-3 (veliki premeri): Protiprirobnice – montaža, maks. 250 bar,
- CC-ISO 6022: Okrogle glave valjev s protiprirobnicami, maks. 250 bar,
- ISO 602-2 (Servovalji): Pravokotne glave valjev, maks. 250 bar.

Glavne značilnosti programskega paketa so:

- podpora za izbiro tipov valjev in ustrezne opcije,
- tehnična dokumentacija izbrane valja in dodatne opreme,
- 2D-prikaz glavnih izmer,
- izbira načina pritrditve batnice,
- 3D-vizualizacija s prikazom gibov,
- prenos 2D-podatkov v DXF-format,

- prenos 3D-podatkov v formate IGES, SAT ali STEP,
- na voljo je v štirih jezikih: angleščini, francoščini, italijanščini in nemščini,
- nadomestne preglednice za hitro vzdrževanje strojev,
- nakupovalne funkcije za oblikovanje registrov z možnostjo pomnjenja.

Programski paket je prvi korak v smeri oblikovanja DVK, kompletnega elektronskega kataloga, ki bo obsegal vse elektrohidravlične komponente firme Atos.

Dodatne informacije na www.atos.com

Po O + P 52(2008)9 – str. 434
A. Stušek

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] www.asmenews.org – [Strojništvo – ZDA – Novice] – Spletne strani Ameriškega združenja inženirjev strojništva (ASME) redno predstavljajo novice z vseh področij strojništva s poudarkom na stanju v ZDA. Upoštevana so področja energetike, izdelovalne tehnike, razvoja, preskušanja, standardizacije, šolstva, strokovnega združevanja itn.
- [2] www.asmedl.org – [Digitalna knjižnica ASME] – Digitalna knjižnica Ameriškega združenja inženirjev strojništva (ASME) med drugim obsega znanstvene prispevke vseh zvezkov 21 letnih poročil (ASME Transactions Journals) ter zbornikov več kot 100 letnih strokovnih konferenc. Spletne strani med drugim omogočajo iskanje na vseh ravneh brez naročila revij in/ali zbornikov, navzkrižno iskanje člankov pri drugih založbah, indeksiranje baz podatkov, izpise citatov ipd.

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



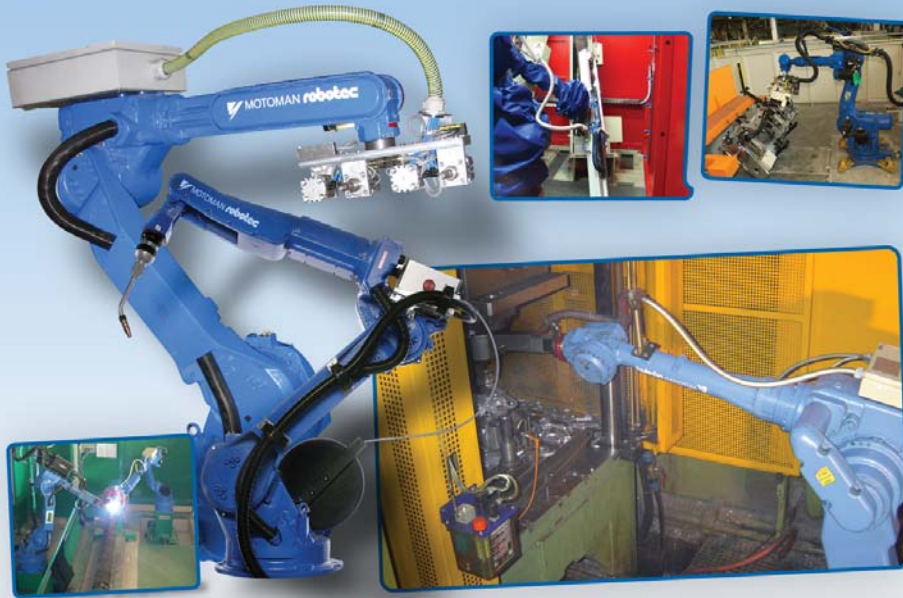
FESTO in **ePLAN**

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



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
- .stregre (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

nadaljevanje s strani 463

■ SENSOR + TEST 2009 (Konferenca in strokovni sejem)

26.–28. 05. 2009
Nürnberg, ZRN

Organizatorji:

- Technische Universität Darmstadt
- Universität Erlangen
- Fraunhofer Institut IPM, freiburg
- Technische Universität Dresden
- Messe Nürnberg

Združuje kongrese:

- Sensor 2009 (Sensorika)
- OPTO 2009 (Optoelektronika)
- IRS2 2009 (Infrardeča merilna tehnika)

Informacije:

- www.sensor-test.com

■ METAV 2010 Internationale Messe für Fertigungstechnik und Automatisierung (Mednarodni sejem izdelovalne tehnike in avtomatizacije)

23.–27. 02. 2010
Düsseldorf, ZRN

Informacije:

- www.metav.messe-duesseldorf.de

■ Automatica 2010 (Sejem avtomatike 2010)

08.–11. 06. 2010
München, ZRN

Organizator:

- Münchener Messe

Informacije:

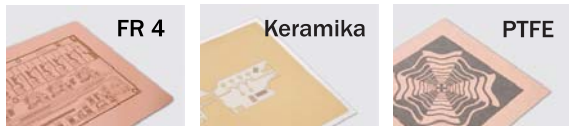
- www.automatica-munich.de

SVETOVNA NOVOST!*

www.lpkf.si

Ekonomična laserska izdelava vezij: LPKF ProtoLaser S

Do tiskanih vezij zdaj le še
s pritiskom na gumb!



Novi laserski sistem ProtoLaser S odlikuje:

- enostavna uporaba brez kemikalij,
- hitra in visoko natančna izdelava vezij,
- ekonomična izdelava vezij, brez stroškov orodij in filmov,
- visoka gostota vezic: najmanjša širina vodnikov 50µm s presledki 25µm,
- uporaba za vse vrste substratov (FR4, alum. PET-folije, keramiko, TMM, Duorid ali PTFE).

*Predstavljeno na sejmih:

- SMT/HYBRID/PACKAGING, Nürnberg, Nemčija, 3.-5.6.2008
- National Electronics Week, London, VB, 17.-19.6.2008
- IEEE-MTT-S International Microwave Symposium, Atlanta, Georgia, ZDA, 15.-20.6.2008

Za več informacij nas pokličite na brezplačno št. **080 81 31**
pišite na e-naslov prodaja@lpkf.si ali obiščite www.lpkf.si.



LPKF
Laser & Elektronika

Made in Slovenia

informativa09
Informativni dan o izobraževanju,
štipendiranju in zaposlovanju

| PETEK IN SOBOTA, 30. IN 31. JANUAR 2009 |

| 9.00 - 18.00 |

| GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, LJUBLJANA |

Mladim se bodo predstavili vsi, ki so pomembno vpeti v verigo izobraževanja: slovenske in tuje izobraževalne institucije, štipenditorji in zaposlovalci, državne institucije, založniki in mediji, študentske, dijaške, nevladne in druge organizacije...

Predstavite se z ostalimi ponudniki tudi vi - na enem mestu, 14 dni pred informativnimi dnevi na srednjih in visokošolskih institucijah!

www.informativa.si

organizatorja: **GR** **PROVENT**



Seznam oglaševalcev

ADEPT PLUS, d. o. o., Postojna
ALBATROS – PRO, d. o. o., Logatec
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje
DOMEL, d. d., Železniki
DVS, Ljubljana
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana
FESTO, d. o. o., Trzin
FUCHS maziva LSL, d. o. o., Brežice
GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, d. d., Ljubljana
GR Inženiring, d. o. o., Ljubljana
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrov e
HIB, d. o. o., Kranj
HYDAC, d. o. o., Maribor
HYPEX, d. o. o., Lesce
HYPOS, d. d., Muta
ICM, d. o. o., Celje
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN,
Lesce

Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana
KLADIVAR, d. d., Žiri
LA & Co, d. o. o., Maribor
LAMA, d. d., Dekani
LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj
LPKF, d. o. o., Naklo
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje
MIKRON, d. o. o., Ig
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica
OLMA, d. d., Ljubljana
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica
PS, d. o. o., Logatec
SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Trebnje

Popravek

V prispevku »Evropska razstava raziskovanja in inovacij v Parizu«, objavljenem v avgustovski številki Ventila, 14/2008/4, se je avtorju prispevka prikradla neljuba napaka v uvodnem odstavku, kjer je napačno naveden laboratorij LASIM. Laboratorija, ki sta dejansko sodelovala pri razvoju LASMIL sistema sta LAKOS in KOLT. Prizadetim se za napako iskreno opravičujemo.

Uredništvo