



# VENTIL

REVija ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1318 - 7279 | AVGUST, 13 / 2007 / 4

**OPL**  
AVTOMATIZACIJA  
LJUBLJANA

**Rexroth**  
Bosch Group

**FESTO**

**NORGREN**

**Parker**  
anything possible

**LAMA**  
Automation

**HYDAC**

**MIEL**

**OMRON**  
www.miel.si

**ENERPAC**

- Ventil na obisku
- Optimizacija rotacijskega separatorja
- Dinamično obnašanje koračnih motorjev
- Zaznavanje ovir
- Spajanje požarnih loput
- Mikrokrmilniki v pedagoškem procesu

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

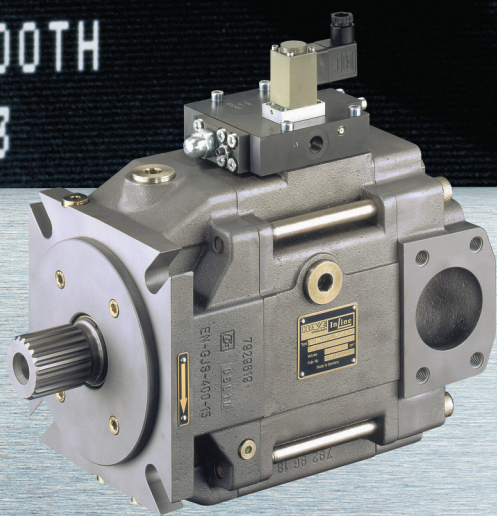
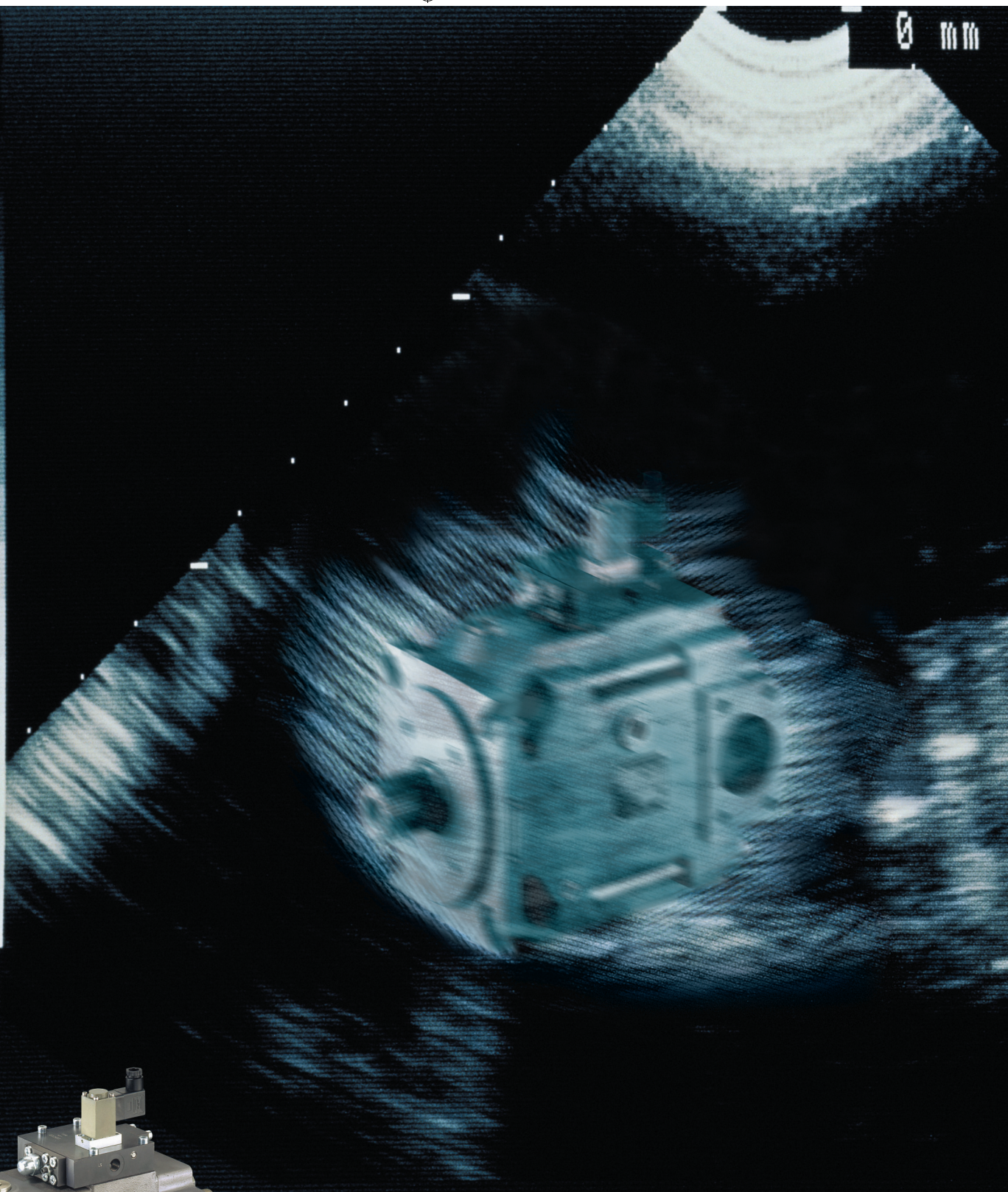


**OLMA**  
LUBRICANTS





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](mailto:info@hawe.si)

Solutions for a World under Pressure

**HAWE**  
HYDRAULIK



© Ventil 13(2007)4. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 13(2007)4. Printed in Slovenia. All rights reserved.

## Impresum

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

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

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

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

Letnik	13	Volume
Letnica	2007	Year
Številka	4	Number

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

Ustanovitelj:  
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavna in odgovorna urednica:  
izr. prof. dr. Dragica NOE

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  
doc. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule  
Aschaffenburg, ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT  
doc. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPAČEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAČ, KLADIVAR Žiri  
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of  
Alicante, Španija  
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen,  
ZR Nemčija  
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska  
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo,  
Škofja Loka  
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana  
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana  
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:  
Barbara KODRŪN

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 4771-761

Naklada:  
1 500 izvodov

Cena:  
3,76 EUR – letna naročnina 16,70 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.



## Rast robotskega trga in avtomatizacija proizvodnje

V juniju je bila v Ljubljani delavnica RAAD – Robotics in Alpe Adria Danube Region, na kateri so se srečali raziskovalci s področja robotike in predstavili svoje dosežke. Žal se je udeležilo le malo domačih strokovnjakov. Mogoče se še vedno premalo zavedamo pomena robotike in robotizacije v proizvodnji prihodnosti.

V povezavi z gospodarsko rastjo v Evropi in drugod po svetu bo imela, po mnenju številnih piscev strokovnih prispevkov, avtomatizacija z roboti zelo pomembno vlogo. Prednosti avtomatizacije proizvodnje z roboti so številne: od večje fleksibilnosti, manjše porabe prostora, povečanja produktivnosti, skrajšanja pretočnih časov, skrajšanja časov uvajanja proizvodnje novih izdelkov do nadzorovanja kvalitete, obvladovanja proizvodnje preko spleto, zasledovanja izdelave izdelkov med proizvodnjo in še bi lahko naštevali. Vsekakor pa mora biti robotizirana proizvodnja konkurenčna proizvodnji v državah z nizko cenovno delovno silo. Pri tem je treba ob primerjavi ekonomskih učinkov upoštevati tako stroške kot rizike in ne samo primerjati stroškov delovnega mesta.

Po podatkih, objavljenih v ameriških virih, bo trg industrijskih robotov v naslednjih letih rasel med 7 % in 8 %. Rast vzpodbujajo predvsem mala in srednje velika podjetja v razvitem trgu in prodaja v razvijajočih se trgih Kitajske, Indije, Koreje in Indije. Po najnovjših študijah bo prodaja strojne robotske opreme obsegala v letu več kot 5 milijard dolarjev. Podobno rast prodaje je mogoče zaznati tudi v Evropi. Samo v Nemčiji je v preteklem letu, mogoče malo več na račun robotskega vida, prodaja robotske strojne opreme porasla za več kot šest odstotkov. Navajajo tudi, da je produktivnost, ki je v zadnjih desetih letih porasla za 20 %, povezana tudi z uvajanjem robotizacije v proizvodnjo.

Uspešnost uvajanje robotov v proizvodnjo je pogojena z inovacijami. Veliko tehnologij je že razvitih in pričakujemo njihovo uporabo. V marsičem bodo prihodnji primeri avtomatizacije različni od zdajšnjih, ko roboti v montaži in stregi opravljajo le ponavljajoče se delovne cikle ob neprilagodljivi strežni periferiji. Sodelovanje dveh ali več robotov, prijemanje sestavnih delov v neurejenem stanju v dvodimenzionalnem in tridimenzionalnem prostoru, uporabniško prijazno programiranje in uporaba robotov tudi za ljudi z manj znanja, prilagodljiva prijemala, preurejanje robotiziranih celic s čim manj sprememb v strojni opremi so že v veliki meri stvar tehnologije in čakajo na industrijsko uporabo.

Razpoložljiva robotska tehnologija pa potrebuje za uvajanje v proizvodnjo ustrezno število kvalitetnih inženirjev. Prav manjše zanimanje za tehniške poklice in inženirske študije bo lahko imelo, kljub razpoložljivim naprednim tehnologijam, usodne posledice za prihodnjo gospodarsko rast. Tega se mnogi zavedajo in mogoče bi bilo smiselno slediti primere dobre prakse in pripraviti vzvode za izboljšanje stanja. Tako je na primer Festo Stuttgart osnoval novi študentski sklad v vrednosti 5 milijonov € za nadarjene študente tehnike.

Ventil bo vedno z veseljem objavjal primere uporabe robotov in povezoval razvoj s prakso. Aktualnost objav pa je odvisna tudi od vas, dragi bralci in kolegi v proizvodnji ter razvojnih inštitucijah.

Dr. Dragica Noe

## Četrti tečaj programiranja mikrokrmilnikov s C-jem



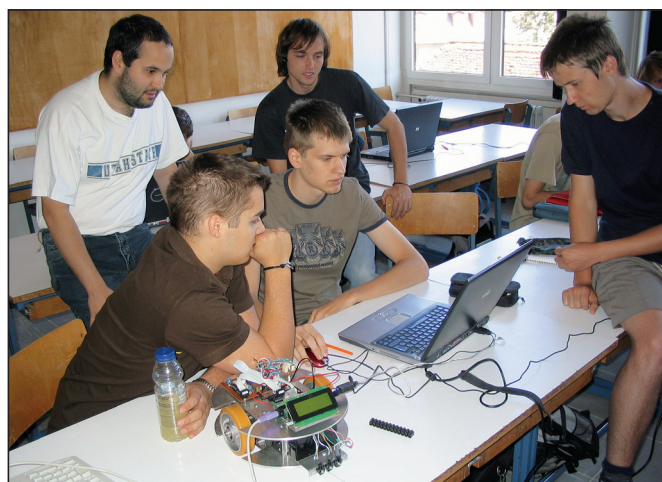
**Slika 1.** Udeleženci tečaja programiranja mikrokrmilnikov z jezikom C na UL FS v juliju 2007

V času od 29. junija do 5. julija smo na Univerzi v Ljubljani, na Fakulteti za strojništvo (UL FS) izvedli že četrti tečaj programiranja mikrokrmilnikov s programskim jezikom C. Organizatorja tečaja sta bila Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo (LAKOS) in Laboratorij za digitalne sisteme in elektrotehniko (LDSE). Namen tečaja je seznaniti študente strojništva z osnovami digitalne elektronike, mikrokrmilnikov in programiranja. Tečaj je namenjen predvsem študentom, ki bodo v zadnjih petih semestrih za študijsko smer izbrali mehatroniko, ter študentom, ki jih to področje kakor koli zanima. Prihodnjim mehatronikom tako omogočimo, da pri študiju hitreje napredujejo. Na letošnji poletni tečaj se je prijavilo 25 udeležencev, večinoma študentov drugega letnika univerzitetnega študija (slika 1). Tečaj je bil brezplačen.

V okviru tečaja se je v petih dneh zvrstilo več kot 30 ur predavanj, demonstracij in praktičnih vaj (slika 2). Študente smo seznanili z osnovami programskega jezika C, ki je izbran kot osnovno programsko orodje. Omogočil nam je prve korake v svet programiranja, ki smo jih naredili z odprtokodnim prevajalnikom DevC++ na osebnih računalnikih, demonstracijo programiranja sodobnih aplikacij z zelo zmogljivimi programskimi orodji RAD, kot sta Borland C++Builder in Microsoft Visual Studio C#, ter programiranje lastno razvitega razvojnega sistema 'urRD2' na podlagi mikrokrmilnika 8051 z

odprtokodnim prevajalnikom 'sdcc', 'DevMic'.

Na predavanjih so bili predstavljeni uvod v digitalno elektroniko, značil-



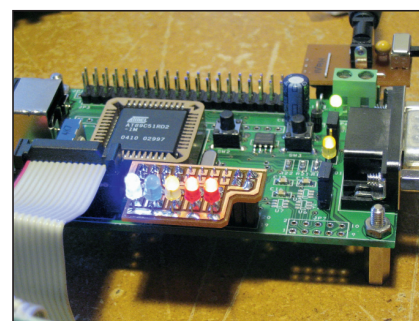
**Slika 2.** Praktične vaje na tečaju; programiranje mobilnega robota

nosti elektronskih preklopnih elementov, bipolarnih, FET in MOSFET tranzistorjev, ter osnove osembitnih mikrokrmilnikov družine 8051. Predstavljena sta bila tudi področje modelarskih aktuatorjev in njihovega krmiljenja ter aplikacija aktuatorjev na dveh mobilnih robotih: na robotu z imenom 'Hitroslav' (LDSE) (slika 4) in robotu 'Mobo' (LAKOS) (slika 2). Oba robota sta bila zasnovana in izdelana v mehatronskih laboratorijih Fakultete za strojništvo in predstavljata zanimivo motivacijsko orodje za seminarske in diplomske naloge študentov.

Pridobljeno znanje smo ves čas preskušali z manjšimi in večjimi projekti za mikroračunalnik 'urRD2' (slika 3). Ta mikroračunalnik smo sprva razvili kot 'pamet' mobilnega robota, a je zaradi fleksibilne zgradbe hitro prerasel v učilo za študente mehatronske smeri na UL FS. Zanimivo je, da so kar nekaj teh mikroračunalnikov za izvedbo tečaja posodili sedanji absolventi mehatronike, kar kaže na njihovo zavzeto skrb za to smer študija. Na tem mestu bi se jim za pomoč iskreno zahvalil. Več informacij o razvojnem sistemu 'urRD2' je na domači strani:

[http://www.fs.uni-lj.si/lakos/education/undergraduate/predstavitveni\\_seminar/urRD2.htm](http://www.fs.uni-lj.si/lakos/education/undergraduate/predstavitveni_seminar/urRD2.htm).

Prve aplikacije za mikrokrmilnik, ki so jih v okviru praktičnih vaj izdelali udeleženci tečaja, so bile enostavne: krmiljenje LED diod, nadzor tipk. Mikroračunalnikom smo v nadaljevanju dodali bolj zahtevne vmesnike in tudi programi so postali zahtevnejši. Razvijali smo upo-



**Slika 3.** Mikroračunalnik 'urRD2'

rabiške vmesnike z LCD prikazovalniki in PC tipkovnicami. V zaključku tečaja smo se že lahko lotili pravih mehatronskih aplikacij. Programirali smo na primer gibalne trajektorije za





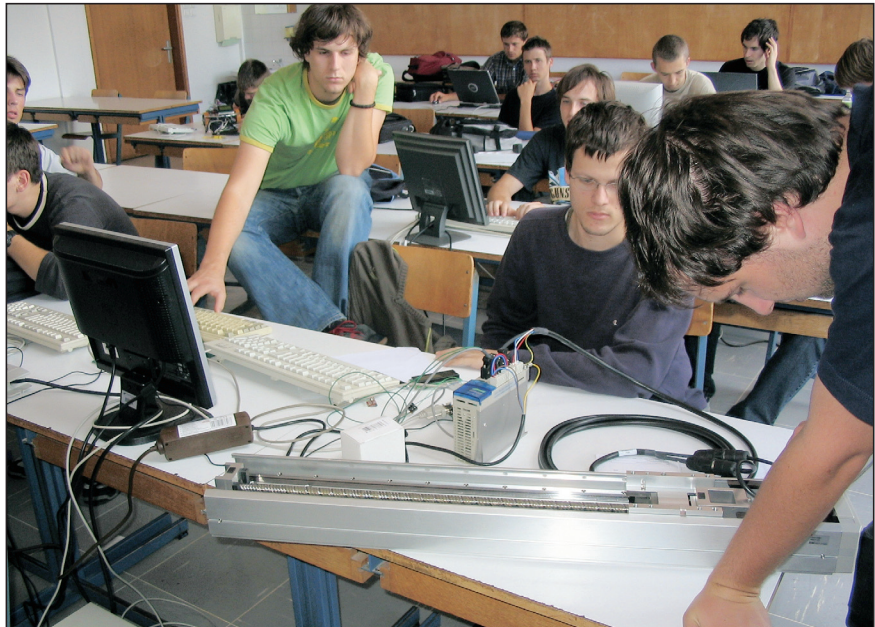
**Slika 4.** Muhasti mobilni robot vozi po svoje

mobilna robota (slika 4). Zastavljeni cilj je bil izdelati program, ki bo robota vodil po liku, npr. trikotniku, osmici, kvadratu. Nekaj voženj je že kar dobro uspelo. Za linearni pozicionirni servosistem smo napisali program, ki je omogočil določanje izhodiščne točke pogona ter ročno in avtomatsko upravljanje naprave (slika 5). Posebno atraktivna je bila aplikacija za FMS celico SMC, kjer je mikroročunalnik prevzel nadzor nad enim od pnevmatskih manipulatorjev (slika 6).

Udeleženci tečaja so bili večinoma začetniki v programiranju in digitalni elektroniki, vendar so pri razmeroma

hitrem ritmu dela na tečaju zelo zavzeto sodelovali. Pri praktičnih vajah se je med skupinami študentov razvilo koristno tekmovanje v smislu 'če zmore sosed, zmorem tudi sam', kot je zapisal eden od udeležencev. Pri izdelavi programov sta med tečajem študentom pomagala dva demonstratorja, absolventa mehatronike. Po vsakem dnevu tečaja so dobi-

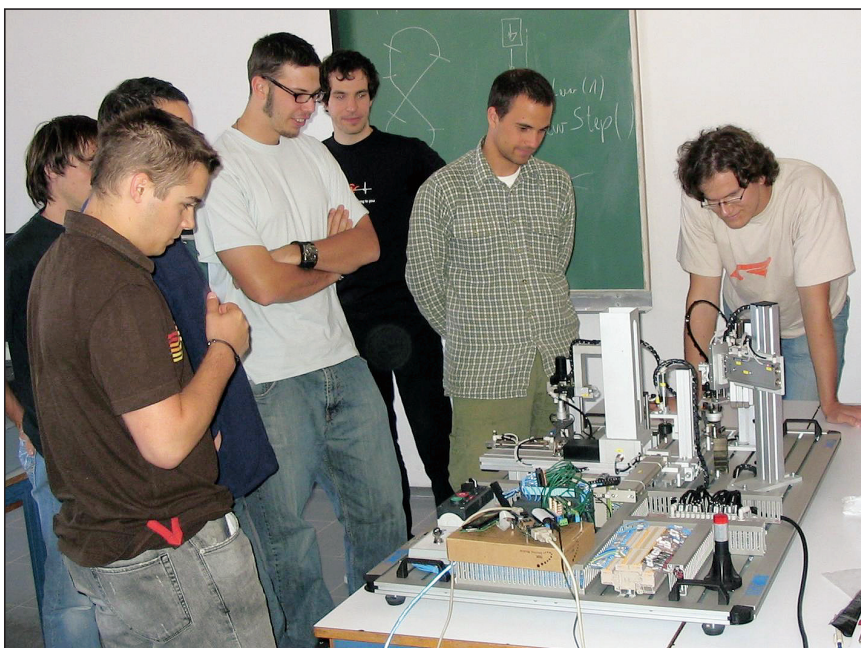
Na tečaju je bila uporabljena oprema, ki sta jo zagotovila laboratorija Lakos in Kolt, pa tudi dve slovenski podjetji, SMC Slovenija ([www.smc.si](http://www.smc.si)) in PS Logatec ([www.ps-log.si](http://www.ps-log.si)). Poleg osebnih računalnikov in mikroročunalnikov 'urRD2' smo kot kompleksnejše mehatronske objekte uporabljali ko-račne motorje, dva mobilna robota, linearni pozicionirni sistem SMC z



**Slika 5.** Izdelava aplikacije z linearnim pozicionirnim servo sistemom

li udeleženci še nalogo, ki so jo do naslednjega dne izdelali doma in jo poslali vodji tečaja. Na začetku novega dne smo naloge pogledali in jih komentirali.

AC servomotorjem Omron (slika 5), pnevmatsko FMS celico SMC MAP 200 (slika 6) ter različne razširitvene vmesnike za mikroročunalnike.



**Slika 6.** Programiranje fleksibilne pnevmatske celice

Tečaj programiranja mikrokrmilnikov s programskim jezikom C na UL FS postaja tradicionalen. Za naslednje leto smo poleg osnovnega tečaja napovedali še nadaljevalni tečaj, kjer bodo udeleženci svoje izkušnje nadgradili z dodatnimi znanji o senzorjih in aktuatorjih in se na koncu pomerili v tekmovanju programiranja mobilnih robotov.

Več informacij o tečaju lahko najdete na povezavi:

[http://www.fs.uni-lj.si/lakos/education/undergraduate/predstavitveni\\_seminar/tečaj\\_programiranja.htm](http://www.fs.uni-lj.si/lakos/education/undergraduate/predstavitveni_seminar/tečaj_programiranja.htm)

Fotografije in besedilo:  
Ivan Vengust



## Evropska konferenca o tribologiji – ECOTRIB 2007



Slovensko društvo za tribologijo je v sodelovanju s tribološkima društvoma Avstrije in Italije od 12. do 15. junija



*Predsedstvo konference ECOTRIB*

2007 v Grand hotelu Union v Ljubljani priredilo Evropsko konferenco o tribologiji – ECOTRIB 2007. Konferenca ECOTRIB je prva v seriji konferenc, ki so geografsko, ekonomsko in znanstveno usmerjene predvsem na področje srednje in južne Evrope in se bodo vsaki dve leti odvijale v eni od treh dežel organizatorok. Letos je konferenca ECOTRIB potekala skupaj s končno konferenco evropskega projekta COST 532: Triboscience and Tribotechnology, delovnim sestankom mreže Marie Curie WEMESURF (6. okvirni program EU), delovnim sestankom EUREKA skupine ENIWEP ter Tehničnim simpozijem Mednarodne agencije za energijo z naslovom Implementacija dogovora o naprednih materialih.

Konferenca ECOTRIB 2007 je usmerjena k perečim znanstvenim in industrijskim problemom s področja tribologije, inženiringa površine, vzdrževanja in tehnične diagnostike ter k

možnostim njihovega reševanja. Konferenca je v obliki vabljenih predavanj mednarodno priznanih strokovnjakov, rednih predavanj ter posterjev zagotovila mednarodni forum, na katerem so lahko udeleženci iz industrije in raziskovalnih inštitutov ter univerz predstavili zadnje izsledke raziskav in izmenjali izkušnje z različnih področij dela.

Konferenco sta odprla predsednik Slovenskega društva za tribologijo prof. Jože Vižintin in vodja projekta COST 532 prof. Kenneth Holmberg s Finske. Po pozdravnem nagovoru podpredsednice Inženirske Akademije Slovenije prof. Marije Kosec ter predstavitvi dejavnosti društev držav soorganizatorok (F. Franek – Avstrija, R. Basani – Italija, M. Kalin – Slovenija) sta sledili dve plenarni predavanji. V plenarnih predavanjih z naslovom »Tribological Properties and Mechanisms of Ceramics and Hard Coating« (prof. Koji Kato, Japonska) in »The

role of surface textures on adhesion and friction from mm scale to nanoscale«



*Sprejem udeležencev konference ECOTRIB na Univerzi v Ljubljani*

(prof. Stephen Hsu, ZDA) so bili prikazani trenutni dosežki ter razvojne tendence na področju tribologije, inženiringa površine in materialov. Konferenca se je

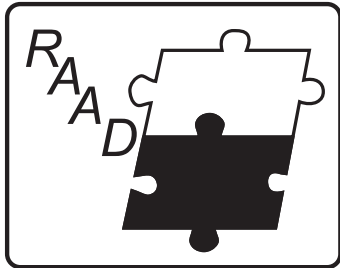
nadaljevala v obliki treh paralelnih sekcij s področij tribologije v preoblikovanju, nanotehnologij in nanotribologije, modeliranja v tribologiji, inženiringa površine, maziv in mazanja, funkcionalnih in biomaterialov, aplikacij ter tehnične diagnostike in vzdrževanja. Konferenco so spremljali še razstava proizvajalcev merilne opreme (Anton Paar Germany GmbH, Nemčija; L.O.T.-Oriol GmbH & Co. KG, Nemčija; Schaefer Italia SRL, Italija; CSM Instruments, Švica, John Willey & Sons Ltd., Anglija; TRC Ličen Ljudmila, Slove-nija), sprejem na Univerzi v Ljubljani (13.6.) ter gala večerja (14.6.).

Na prvo konferenco ECOTRIB, ki so jo finančno podprli Javna Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, organizacija COST ter podjetji PETROL in OLMA iz Ljubljane, se je prijavilo 225 udeležencev iz 45 držav sveta. Predstavljenih je bilo 138 prispevkov, vključno z dvema plenarnima predavanjima, 5 predstavitev društev, 13 vabljenimi predavanji, 100 govornimi prispevki in 18 posterji. V zbornik predavanj je bilo vključenih 109 prispevkov, od katerih je bilo 50 najboljših izbranih za objavo v posebnih številkah mednarodnih recenziranih revij Wear, Tribology International in Tribotest.

*Predsednik organizacijskega odbora doc. dr. Bojan Podgornik  
Predsednik konference prof. dr. Jože Vižintin*



## 16. mednarodna delavnica Robotika v regiji Alpe-Adria-Donava – RAAD 2007



Pod okriljem Laboratorija za robotiko in biomedicinsko tehniko s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani, Društva avtomatikov Slovenije ter mednarodnega združenja IFToMM – International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science je bila organizirana 16. mednarodna delavnica Robotika v regiji Alpe-Adria-Donava



Plenarno predavanje, prof. dr. Marko Munih

- RAAD 2007. Konferenca je potekala med 7. in 9. junijem na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani.

Konferenca RAAD je dogodek, ki vsako leto privabi vrsto robotikov iz industrijskega in znanstvenega okolja ter tako omogoči predstavitev rezultatov raziskav, izmenjavo idej in obravnavo novih robotskih aplikacij. Hiter razvoj na področju robotike zagotavlja, da se uporaba robotov iz izključno industrijskega okolja seli proti robotskim sistemom, ki so vse bolj prisotni na vseh področjih človekovega življenja in delovanja. Tokratne konference se je udeležilo 86 udeležencev iz štirinajstih evropskih držav. Program je vseboval štiri vabljen predavanja ter 70 predstavitev referatov. Vabljen predavanja so predstavili prof. dr. Rüdiger Dillmann, vodja

inštituta IAIM (Institute of Computer Science and Engineering) Univerze v Karlsruheju v Nemčiji, prof. dr. Marko Munih, vodja Laboratorija za robotiko in biomedicinsko tehniko s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani, Brith Claesson, vodja oddelka Manipulator and Welding Applications podjetja ABB Automation Technologies AB, Švedska, in Hubert Kosler, direktor podjetja Motoman Robotec iz Ribnice. Vabljeni predavatelji so udeležencem predstavili pregled nad problematiko učenja humanoidnih robotov s posnemanjem človeka, uporabe robotov za rehabilitacijo in uporabe robotov v novih industrijskih aplikacijah. V sekcijah, ki so potekale v dveh vzporednih skupinah, so bila obravnavana

področja humanoidnih robotov, robotskih prijemal in prijemanja, mehatronskih sistemov, mobilnih robotov, robotskih sistemov za izobraževanje, vodenja, simulacij in modeliranja, robotskega vida, haptičnih vmesnikov, mehanizmov in industrijskih aplikacij. Ob tej priložnosti sta bila izdana knjiga

povzetkov prispevkov in zbornik prispevkov na CD-ROM-u.

Na neuradnem druženju so udeleženci obiskali Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani in Inštitut za klimatizacijo, gretje in hlajenje v Godoviču ter si ogledali še tehniško dediščino pridobivanja živega srebra v Idriji in demonstracijsko tekmo robotskega nogometa lige FIRA, ki so jo pripravili člani Laboratorija za modeliranje, simulacije in vodenje s Fakultete za elektrotehniko. Za udeležence konference sta bili organizirani pogostitvi v Mestnem muzeju v Ljubljani ter Dvorcu Kenda v Spodnji Idriji.

Da je konferenca potekala z bogatim programom in tako vsestransko uspela, so pripomogla sponzorska podjetja Motoman Robotec, DAX, Trimo, ABB, INEA, Hidria IMP Klima, Hidria Rotomatika, PAKMAN in Lajovic Tuba. S svojim prizadevnim delom so pripomogli k uspehu člani Laboratorija za robotiko in biomedicinsko tehniko na Fakulteti za elektrotehniko. Dogodek so medijsko pokrile revije Ventil, Avtomatika in Svet elektronike. Več informacij na spletnem naslovu <http://robo.fe.uni-lj.si/raad2007>.

Dr. Roman Kamnik

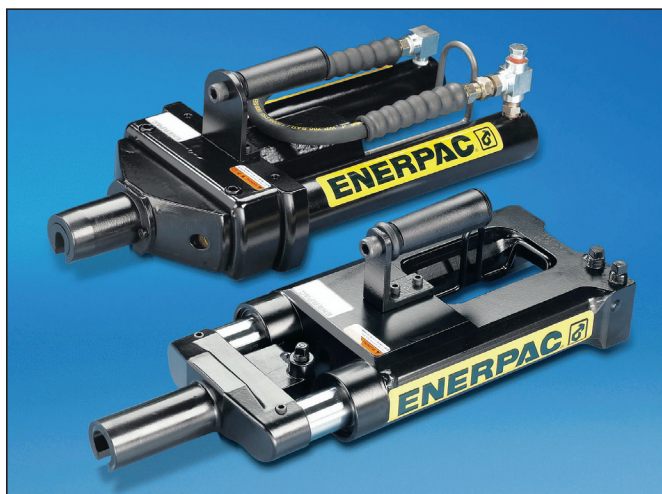


Ogled Laboratorija za robotiko in biomedicinsko tehniko na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani



## ENERPAC-ova oprema za napenjanje

Enerpac je zaupanja vredno ime za inovativna in zanesljiva visokosposobna hidravlična orodja, med drugim tudi za izdelavo prednapetih betonskih elementov in konstrukcij. Za te namene so razvili kompletno družino potrebnih črpalnih agregatov in orodij za napenjanje. Serije



ENERPAC-ova orodja za napenjanje

črpalnih agregatov ZU4 in napenjalnih orodij PT in DPT so razvili predvsem za potrebe zahtevnih postopkov in operacij napenjanja.



Enerpacovi črpalni agregati serije ZU4 z jeklenimi rezervoarji so primerni za delo v grobih razmerah sodobnih gradbišč.

Visokosposobne črpalke razreda Z iz serije ZU4 imajo večji tok in hladnejši tek z možnostjo razbremenjevanja tlaka ter potrebujejo 18 % manjšo pogonsko moč kot primerljive enote. Njihov učinkoviti motor z močjo 1,25 kW zagotavlja ugodno razmerje moč/teža in ima odlično napestnostno karakteristiko. Takšni lahki in zelo učinkoviti črpalni agregati predstavljajo idealno izbiro za različne aplikacije napenjanja.

Enerpacova orodja za napenjanje so trajna, preverjena v praksi in ergonomsko oblikovana za priročno in varno ravnanje z njimi. Na voljo so posamezna orodja z enosmernim ali dvosmernim delovanjem in opremljena s stožčastimi prijemali z vzmetenim ali tlačnim aktiviranjem. Orodja omogočajo ustrezne sile 200–300 kN in so primerna za palice s premerom 10–16 mm. Na voljo je ustrezna družina prijemal.

Enerpacova orodja in črpalni agregati so grajeni za grobe razmere neprekinjenega delovanja »dan na dan« ter omogočajo povečanje produktivnosti in profitabilnosti dela.

Vir: ENERPAC BV (Irene Kremer), P. O. Box 8097, 6710 AB Ede, The Netherlands; tel.: +31 318 535 911, e-mail: irene.kremer@enerpac.com

## Vse o hidravličnih fluidih, njihovi negi, filtrih in merilni tehniki štetja delcev

Posebna izdaja revije *Fluid Spezial 2007 – Druckflüssigkeiten* je v celoti namenjena obravnavi vseh pomembnih vprašanj izbire, uporabe, nege, vzdrževanja in preskušanja hidravličnih fluidov. V skupnem obsegu 44 strani je obdelana naslednja tematika:

### Olja:

- izbira hidravličnih fluidov,
- mehansko preskušanje biološko razgradljivih olj,
- standardi.

### Nega olj:

- monitoring stanja,
- filtrirni elementi iz steklenih vial,
- polistekleni elementi,
- poliamidni filtri,
- merjenje vlage.

### Senzorji:

- senzorji stanja olja,
- senzorji toka,
- multifunkcionalni senzorji,
- senzorji nivoja,
- potopne sonde.

### Merilna tehnika:

- števci delcev,
- nadzor stanja fluidov,
- »on-line« nadzor,
- »Bruggerjev« test,
- postopki preskušanja.

### Naslovi prispevkov (prevodi):

- Konkurenčni faktor – monitoring stanja
- Izbira olja po katalogu nima smisla
- Za daljšo življenjsko dobo – hidravlični fluidi na podlagi estrov
- Biološko razgradljivi hidravlični fluidi
- Omogočiti preračune olja – viskoznost meriti dinamično/kinematično
- Številka 1 na področju – intervju z iznajditeljem »Bruggerjevega« testa

## A. Stušek – uredništvo revije Ventil

- Olja razločno razlikovati – mehansko preskušanje hidravličnih fluidov
- Najslabši primeri se lahko preprečijo – preskušanje čistote hidravličnih fluidov
- Stalno dobro obveščeni – »Online« nadzor olja pri vetrnih elektrarnah na morju
- Namesto dragih laboratorijskih preskusov – avtomatično diagnosticiranje delcev
- Mednarodni standardi namesto DIN-Standardov – aktualno stanje standardizacije

Posebna izdaja revije je dodatno opremljena s številnimi reklamnimi prispevki o izdelkih in storitvah, zanimivih za obravnavano področje fluidne tehnike.

**Vir:** Fluid Spezial 2007 – Druckflüssigkeiten – Zal.: Verlag Moderne Industrie GmbH, Justus-von-Liebig – Str. 1, 86899 Landsberg, BRD

## Slovo kablov – brezkontaktni prenos energije in podatkov

Razvoj avtomatiziranja industrijskih procesov deluje v smeri vse pogostejše uporabe elektromehanskih sistemov pri napravah in strojih. Medtem ko so bile še nedavno glavne enote takšnih sistemov mehanske sestavine, postajajo ob neverjetno hitrem razvoju elektrotehnike in informatike vse pomembnejše električne in elektromehanske komponente. Pri tem slednje ne izpolnjujejo le osnovne naloge pogona in krmiljenja, ampak tudi številne dodatne funkcije in opravila.

Za dovajanje potrebne energije električnim komponentam se uporabljajo kabli, prav tako tudi za prenos in izmenjavo potrebnih informacijskih signalov. Pri tem so pogosto zelo pomembne sestavine za napajanje in prenos signalov med mirujočimi

in vrtečimi se deli naprave, stroja. Posebno pri prototipnih in posebnih izvedbah naprav so pogoste motnje in poškodbe kablov. Po drugi strani pa so tudi nekateri mehanski koncepti prenosa pogosto neizvedljivi zaradi zamotane izvedbe kableskega prevoda. Zato predstavlja idealno rešitev prenos energije in/ali podatkov brez kablov.

Z brezkontaktnim prenosom energije se je že leta 1890 ukvarjal znani pionir tega področja tehnike Nikola Tesla. Njegova dela obravnavajo brezkontaktni prenos signalov z elektromagnetnim valovanjem. Razvoj v zadnjih letih, posebno na področju polprevodniške tehnologije, pa je odprl poti za brezkontaktni prenos velike količine podatkov.

Zaradi pomembnega povečanja izkoristkov se je uveljavil brezkontaktni prenos električne energije na temelju magnetnih polj. Ta tehnika prenosa energije temelji na načelu delovanja transformatorjev in – fizikalno gledano – se upošteva s poljem v neposredni bližini. Povezovalni kabel se pri tem zamenjuje z mirujočim primarnim navitjem in sprejemnim sekundarnim navitjem na gibljivem (vrtečem) se delu naprave, stroja. K obema navitjema je treba dodati še ustrezna pretvorniška in stikalna vezja za kompenzijo jalove moči.

Ponudniki takšnih sistemov za brezkontaktni prenos energije so do sedaj realizirali enoosne premočrtne in vrtilne pogonske enote, največkrat pri različnih transportnih, dvigalnih in sortirnih napravah. Poleg tega je ta način prenosa energije uporabljen tudi pri nekaterih izvedbah robotov, obdelovalnih strojev in magnetne železnice. Pri večini primerov uporabe je sočasno uporabljen tudi brezkontaktni prenos signalov z induktivnim oz. elektromagnetnim spreganjem.

Treba je omeniti tudi sisteme, pri katerih je mehansko brezkontaktno gibanje (vodenje) zamenjano s kombiniranim brezkontaktnim prenosom energije in signalov. Med temi je najbolj znana magnetna železnica

(Transrapid), pri kateri je uporabljena sprega dveh funkcij »nošenja« (ležajenje, vodenje na magnetni blazini) in »pogona« (z linearnim elektromotorjem).

Tudi pri vozilih zagotavljajo napajanje električnih naprav akumulatorji, ki se pri vožnji polnijo z induktivno sprego.

S prenosom električne energije brez kablov je mogoče snovati sodobne naprave in stroje z večjo zanesljivostjo in trajnostjo. Posebno pri napajanju gibljivih enot pomeni pomembno prednost, saj izključuje potrebo po dolgih vlečnih oz. navitih kablích ali tokovnih tračnicah, s tem pa povečuje tudi varnost, dinamičnost in prostorsko prostost.

Na temelju opisanih lastnosti in prednosti lahko upravičeno pričakujemo, da se bo tehnologija in uporaba brezkontaktnega prenosa energije in signalov pri elektromehanskih sistemih za pogon in krmiljenje v prihodnosti še hitreje razvijala.

### Viri:

- [1] Parspour, N.: Abschied vom Kabel? – Systeme der berührungslosen Energie- und Datenübertragung weiter auf dem Vormarsch; f + h 57(2007)5 – str. 230.
- [2] Weselovski, R. in dr.: Komponente mit Potenzial – Energie- und Datenübertragung zeigt sich facettenreich – f + h 57(2007)5 – str. 231.
- [3] Kuhn, H., Wechlin, M.: Induktiv gelöst – Energie und Daten berührungslos übertragen – f + h 57(2007)5 – str. 237.



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



# INEA – podjetje za industrijsko avtomatizacijo, računalniško vodenje procesov in proizvodno informatiko



Ventil je bil na obisku v podjetju INEA; mimogrede, ime izvira iz pojmov INformatizacija, Energetika in Avtomatizacija, in se pogovarjal z direktorjem mag. Marijanom Vidmarjem o dosežkih preteklih let in pogledu v prihodnost.



Mag. Marijan Vidmar, direktor podjetja

**Ventil:** Ali lahko bralcem revije Ventil predstavite osebno izkaznico vašega podjetja?

**Mag. Vidmar:** Hvala za obisk v našem podjetju. Kot je bilo že omenjeno, praznujemo letos 20-letnico. Podjetje INEA je ustanovil februarja leta 1987 Institut Jožef Stefan (IJS). Podjetje je bilo ustanovljeno kot eden od Inštitutskih projektov spodbujanja prenosa in uporabe raziskovalnih dosežkov na področjih vodenja internih energetskih sistemov in industrijskih procesov. INEA je začela delovati kot delovna organizacija leta 1987. Leta 1990 je sprožila proces privatizacije in junija 1991 postala podjetje v zasebni lasti.

Glavne dejavnosti podjetja INEA so zbrane v dveh poslovnih enotah:

- V okviru **SPE1** opravljamo inženiring, razvoj in izvedbo sistemov računalniškega vodenja znotraj sistemov industrijske energetike, inteligentnih zgradb in ekoloških procesov (čistilne naprave, sežigalnice); izvajamo avtomatizacijo strojev, linij in naprav; izvajamo sisteme procesnega vodenja zveznih in šaržnih tehnoloških procesov ter razvijamo orodja za procesno vodenje. Poleg tega izdelujemo celovite informacijske rešitve za obvladovanje proizvodnih procesov.
- V **SPE2** zastopamo, distribuira-  
mo in prodajamo strojno in

programsko opremo: mobilne računalniške sisteme Toshiba, opremo za industrijsko avtomatizacijo Mitsubishi Electric, opremo za avtomatizacijo zgradb in mersko-regulacijske opreme Johnson Controls, industrijske terminale Techmark, SCADA in MES programsko opremo UGS-Tecnomatix, OPC programsko opremo Kepware, programsko opremo za razvrščanje Preactor, programsko opremo OSIsoft.

**Ventil:** Katero področje dela bi izpostavili kot najpomembnejše za vaše delovanje? Pomembni projekti v preteklosti.



Predobdelava bojlerjev, galvana



**Mag. Vidmar:** Prav gotovo so glavni dejavnik našega uspeha bivši in sedanji sodelavci INEE. Za zdaj v treh državah zaposluje 58 visoko strokovnih in usposobljenih sodelavcev. Glede posameznih področij dela pa lahko rečem, da se uspešnost posameznega področja v daljšem časovnem obdobju običajno spreminja. Enkrat je na vrhu energetika, drugič spet avtomatizacija ali kaj tretjega. Pomemben je podatek, da je INEA izvedla v času svojega 20-letnega delovanja več kot 750 inženirskih aplikacij v Sloveniji in na tujem. Po drugi strani je bilo v času delovanja podjetja poslano na trg več kot 10 000 notesnikov in več tisoč kosov različne opreme za avtomatizacijo (krmilniki, frekvenčni pretvorniki, servopogoni, programska oprema, roboti ...)

**Ventil:** INEA je bila dejavno vključena v tehnološko mrežo. Kakšne cilje si je podjetje zadalo in kakšni so bili rezultati?

**Mag. Vidmar:** Cilji INEE znotraj tehnološke mreže so usklajeni s cilji, definiranimi za mrežo:

Tehnološka mreža TVP združuje v svojih vrstah večino najpomembnejših igralcev na slovenskem trgu storitev s področja avtomatizacije in informatizacije industrijskih procesov ter institucije, ki predstavljajo veliko večino nosilcev znanja na področju tehnologije vodenja v Sloveniji. Področje delovanja tehnološke mreže TVP obsega procese, ki nastopajo v »poslovnih entitetah« in s sedmimi prednostnimi smermi razvoja: proizvodna informatika, vodenje kompleksnih sistemov in procesov, odkrivanje napak in kontrola kvalitete, podpora logističnim procesom v proizvodnih podjetjih, tehnologije vodenja, ki dvigujejo kakovost bivanja in zmanjšujejo onesnaževanje okolja, avtomatizacija strojev in naprav ter tehnologije, ki omogočajo razvoj novih orodij in gradnikov za sisteme vodenja.

Rezultat delovanja mreže je bila med drugim tudi prijava na razpis strukturnih skladov EU v letu 2004, ki se uspešno zaključuje v letu 2007.



*Kogeneracija na bioplin, Količevo Karton*

INEA je imela v teh projektih vodilno vlogo, ki je pogosto pomenila trdo spopadanje z državno birokracijo.

**Ventil:** *Pomen INEE v projektih za okolje. S kom sodelujete in kakšne so rešitve?*

**Mag. Vidmar:** INEA je dejavna v različnih projektih, ki pomembno vplivajo na okolje. Dejavna je v industrijskih rešitvah s področja racionalne rabe energije (toplotne in električne), pri proizvodnji toplotne in električne energije (t. i. kogeneracijah) in pri čistilnih napravah. V vseh primerih je poudarek na sistemih vodenja. Pri čistilnih napravah je fokus na centrih vodenja, to je zbiranju in obdelavi podatkov iz procesa ter neposrednem računalniškem vodenju.

**Ventil:** *Razvoj na področju računalniškega vodenja procesov. Projekti, ki ste jih izvajali in prihodnji razvoj.*

**Mag. Vidmar:** Računalniško vodenje procesov je infrastrukturna oziroma prečna dejavnost podjetja na vseh področjih delovanja od same ustanovitve podjetja. INEA je implementirala vrsto naprednih rešitev in algoritmov: v različnih industrijskih procesih (npr. kemija, energetika), na strojih za brizganje in pihanje plastike, razvila je namenski modul

za programljive logične krmilnike Mitsubishi in realizirala napredne algoritme za novejšerije krmilnikov korporacije Mitsubishi. Večji projekti so bili izvedeni v Cinkarni Celje, LIV-u Postojna, Elanu, Centralni čistilni napravi Domžale, Gorenju, Gorenje Tiki, Revozu, Pivovarni Union, podjetju Goodyear EPE in še bi lahko naštevali. V prihodnje se nameravamo ukvarjati s celostnimi rešitvami za naše stranke po načelu »ključ v roke«.

**Ventil:** *Kdo so vaši partnerji doma in v tujini? Na kakšen način sodelujete?*

**Mag. Vidmar:** Nekatere partnerje med kupci sva že omenila. Med dobavitelji so naši partnerji v tujini: Toshiba, Mitsubishi, UGS-Tecnomatix, Preactor, OSIssoft, Techmark, Kepware in drugi. V Sloveniji sodelujemo tudi z več drugimi dobavitelji, med večjimi bi na področju večjih robotov omenili ABB. Z večino tujih dobaviteljev imamo podpisan dogovor o distribuciji njihove opreme na slovenskem trgu in trgih bivše Jugoslavije. Tudi z domačimi dobavitelji sodelujemo na podlagi pogodbenih odnosov.

S kupci sodelujemo na več načinov. Večje projekte izvajamo za naročnika po sistemu na ključ, opremo do-

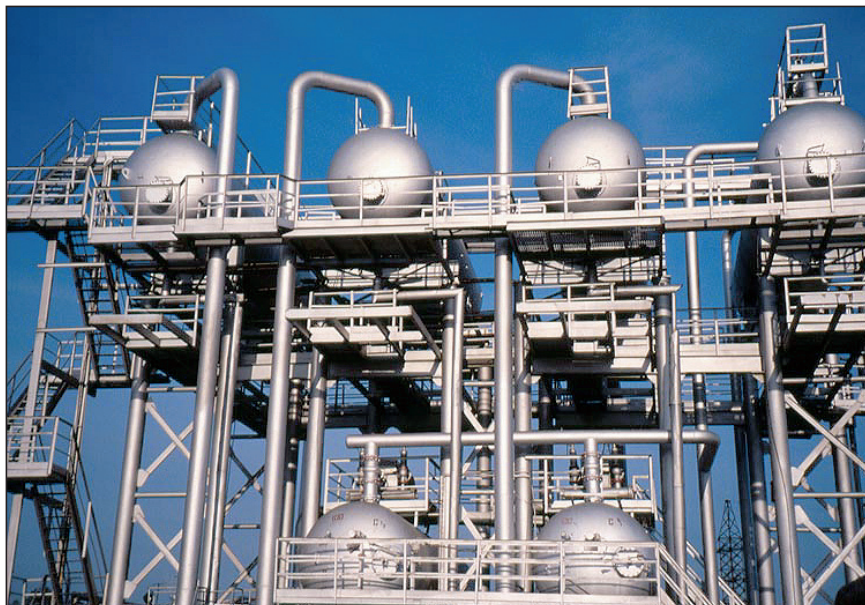
bavljamo večinoma prodajalcem in sistemskim integratorjem. Z vsemi poskuša INEA vzpostaviti čim boljše odnose, zato prireja tudi različne dogodke, kot so srečanja, šolanja in dnevi odprtih vrat.

**Ventil:** *Prodor podjetja v tujino.*

**Mag. Vidmar:** Podjetje je že vrsto let prisotno v tujini. Od leta 1997 ima svoje hčerinsko podjetje na Hrvaškem, od leta 2005 pa v Srbiji. Preko korporacije Mitsubishi so naši proizvodi (programska oprema IDR BLOK in moduli SPAC) aplicirani po vsem svetu. Cilj podjetja je povečati odstotek prodaje v tujini, saj je slovenski trg relativno majhen, podjetje pa se želi širiti. Za jesen načrtujemo začetek (globalne) prodaje nove rogramske rešitve PLCbatch. Vsekakor bo nadaljnji prodor na tuje trge eden bistvenih dejavnikov, ki bo določal našo uspešnost v prihodnjem obdobju.

**Ventil:** *Kaj pomenijo za INEO proizvodi z veliko dodano vrednostjo?*

**Mag. Vidmar:** Pri dobavi opreme, še posebej informacijske, je v zadnjih letih opazno zmanjšujejo možnosti doseči



*Separacija surove nafte, Sibirija, Vatinsko*

večje razlike med nabavno in prodajno ceno. Zato se podjetje preusmerja na lastne proizvode, kjer je dodana vrednost lahko precej večja, ter bolj poudarja trženje inženirskih rešitev.

**Ventil:** *Kadri, ki so potrebni za izvajanje vaših projektov. Kako do znanja, ki ga potrebujete v vašem podjetju?*

**Mag. Vidmar:** Podjetje potrebuje predvsem kadre z najmanj višješolsko

izobrazbo. Osnovno znanje si lahko pridobijo na fakultetah, dodatna znanja pa pridobivajo na seminarjih, podiplomskem šolanju in s prenosom znanj znotraj podjetja. Starejše sodelavce poskušamo čim bolj stimulirati za mentorstvo mlajšim.

*Hvala za odgovore in uspešno delo tudi v prihodnje.*

*Dr. Dragica Noe*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo  
Laboratorij LASIM  
najavlja

posvet

## AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2007 – ASM '07 v četrtek, 15. 11. 2007, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Posvet **Avtomatizacija strege in montaže 2007** bo srečanje, na katerem bodo obravnavane številne aktualne teme s področja avtomatizacije proizvodnje, s posebnim poudarkom na avtomatizaciji strege in montaže. Predstavljeni bodo tudi primeri avtomatizacije strege in montaže iz realnega okolja.

Tematski sklopi na posvetu **Avtomatizacija strege in montaže 2007** bodo:

- Načrtovanje strežnih in montažnih sistemov
- Inteligentni proizvodni sistemi
- Podjetja predstavljajo – primeri iz prakse
- Zagotavljanje kakovosti v montažnih sistemih

V tej najavi posveta vabimo vse zainteresirane strokovnjake, ki se želijo s prispevki oz. predstavivami aktivno vključiti v izvedbo posveta ASM '07, naj se z idejami in predlogi javijo na elektronski naslov: [asm07@fs.uni-lj.si](mailto:asm07@fs.uni-lj.si).



Uvodna beseda
Program
Povzetki prispevkov
Pokrovitelji
Za avtorje
Za razstavljalce
Programski odbor
Organizacijski odbor
Predhodna srečanja
Uporabne povezave
Prijava, informacije



**Fakulteta za strojništvo**  
Laboratorij za oljno hidravliko  
Inštitut za proizvodno strojništvo

<http://ft.fs.uni-mb.si/>

## FLUIDNA TEHNIKA 2007 program srečanja

Strokovno srečanje Fluidna tehnika 2007 nadaljuje tradicijo posvetov in strokovnih srečanj namenjenih predstavitvi novosti, izmenjavi mnenj, izkušenj, spoznanj in dosežkov vseh, ki so povezani s hidravlično in pnevmatično pogonsko tehniko.

Prispevki strokovnega dela srečanja bodo predstavljeni v tematskih skupinah, pri čemer bodo uvodna predavanja v imeli svetovno priznani strokovnjaki.

### Četrtek 20. september 2007

- > skupina 1: **Uvodne teme in strokovni prispevki**
- > skupina 2: **Hidravlične tekočine (novosti trendi, izkušnje)**
- > skupina 3: **Pnevmatična pogonska tehnika**

### Petek 21. september 2007

- > skupina 4: **Komponente fluidne tehnike – od zasnove do uporabe**
- > skupina 5: **Izobraževanje na področju fluidne tehnike**

### Uvodna vabljenja predavanja:

- > **Zadnji dosežki razvoja na področju mobilne hidravlike**  
H. Murrenhoff, IFAS, RWTH Aachen
- > **Nemške izkušnje in tehnični vidiki pri uvajanju bio olj**  
H. Theissen, IFAS, RWTH Aachen
- > **Novosti razvoja in nadzora stanj na področju pnevmatike**  
A. Sator, J. Denk, FESTO AG&Co.KG.
- > **Uporaba virtualnega inženirstva na področju fluidne tehnike**  
F. Rüdiger, S. Helduser, IFD-Dresden, TU Dresden

V nadaljevanju uvodnih prispevkov bodo v posameznih sekcijah predstavljene številne novosti, npr.: primerjava sistemov vodne in oljne hidravlike, izkušnje uporabe nove težko gorljive hidravlične tekočine, sistemi nadzora stanj pnevmatičnih pogonov, uvajanje postopkov hitre izdelave proizvodov na področje hidravlike, ..., ter dosežki na področju komponent in primerov uporabe. Prisotna bodo vsa pomembnejša slovenska podjetja in strokovnjaki, ki se ukvarjajo s to tehniko.

V okviru strokovnega srečanja se bomo dotaknili tudi **novosti pri izobraževanju na področju fluidne tehnike**, ter predstavili **vklučenost vsebin fluidne tehnike v prenovalne izobraževalne procese**. Pokrili bodo vsi segmenti izobraževalnega procesa, od bolonjskih procesov in vsebin fluidne tehnike na področju univerzitetnega oz. visokošolskega študija, preko prenove vsebin na srednjih in višjih strokovnih šolah, pa do CETOP evropskega predloga izobraževanja, ter problematike dopolnilnega izobraževanja vzdrževalcev po programu Leonardo. Ta zelo pomembna sekcija se bo končala z okroglo mizo.

Vse, ki ste na kakršenkoli način povezani s fluidno tehniko vljudno vabimo, da se udeležite strokovnega srečanja.

**Generalni pokrovitelj: FESTO, d.o.o.**

**Pokrovitelji: HAWE d.o.o., LA&Co d.o.o., OLMA d.d., HYDAC d.o.o., KLADIVAR Žiri d.d., RAF hidravlika in mehanika d.o.o. HYPOS d.d., EXOR ETI d.o.o., M-CON panolin s.p.**

**Dogodek medijsko pokriva reviji VENTIL in IRT3000.**

**VENTIL**  
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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



### novice

**20. in 21. september**

**Kongresni center Habakuk  
Maribor**

Več informacij, podroben program in prijavnico najdete na spletni strani srečanja:

<http://ft.fs.uni-mb.si/>

ali preko brskalnika:

**Fluidna tehnika 2007**

### spremljevalni dogodki

Srečanje bo imelo celo vrsto spremljevalnih dogodkov:

- > **razstava,**
- > **predstavitve,**
- > **družabni večer,**
- > **okrogla miza,**
- > **podelitev nagrad,**
- > **predstavitev nove literature**
- > ...



# Optimizacija rotacijskega izločevalnika za vodne sesalnike

Gašper BENEDIK, Igor MARKIČ, Aljoša MOČNIK, Brane ŠIROK, Marko HOČEVAR, Janez RIHTARŠIČ

**Povzetek:** Naloga rotacijskega izločevalnika v vodnih sesalnikih je ločevanje zraka od vodnih kapljic in prašnih delcev. V prispevku je predstavljena optimizacija obstoječega izločevalnika za doseganje boljšega aerodinamičnega izkoristka ter stopnje ločevanja zraka od vodnih kapljic in omočenih prašnih delcev. Optimizacija je temeljila na numeričnih simulacijah CFD, na aerodinamičnih meritvah integralnih in lokalnih lastnosti sesalne enote z izločevalnikom ter na meritvah stopnje izločanja izločevalnika v različnih delovnih točkah. Meritve novega izločevalnika so pokazale najboljše aerodinamične karakteristike ter primerljivo stopnjo izločanja z najboljšimi izločevalniki na trgu.

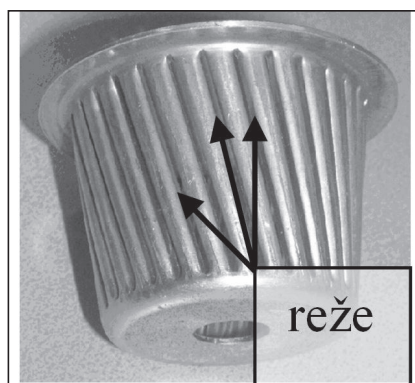
**Ključne besede:** rotacijski izločevalnik, vodni sesalnik, stopnja izločanja, aerodinamski izkoristek, optimizacija,

## 1 Uvod

V zadnjih letih narašča uporaba vodnih sesalnikov v gospodinjstvu in industriji. Voda predstavlja filter za prašne delce, saj se večina delcev omoči oziroma sprime z vodo. Vodni sesalniki z izločevalnikom so sesalniki višjega cenovnega razreda s ceno med 300 € in 2000 €. Glavni prednosti vodnih sesalnikov sta: dobro izločanje finih prašnih delcev in konstantna moč sesanja, saj ni vpliva polnosti vrečke s prahom. Izločanje vode in preostalih prašnih delcev nastopi pred vstopom v sesalno enoto, ki je sestavljena iz elektromotorja in centrifugalnega puhalca.

Zahtevano stopnjo izločanja je možno doseči na različne načine z mehanskimi

Gašper Benedik, univ. dipl. inž.,  
Igor Markič, univ. dipl. inž.,  
Aljoša Močnik, univ. dipl. inž.,  
vsi Domel, d. d., Železniki;  
Prof. dr. Brane Širok, univ. dipl. inž.,  
doc. dr. Marko Hočevar, univ. dipl. inž.,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo;  
Janez Rihtaršič, univ. dipl. inž.,  
Domel, d. d., Železniki



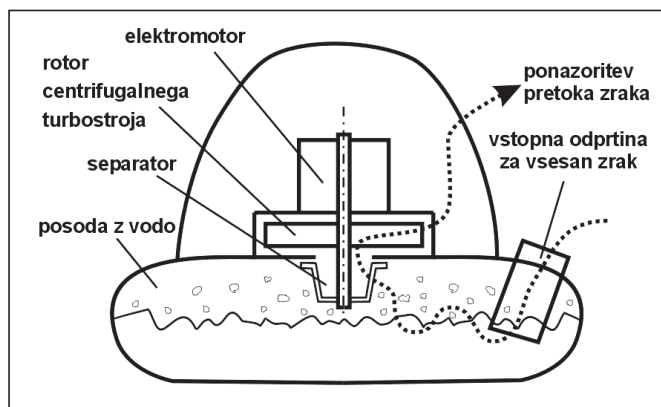
**Slika 1.** Primer rotacijskega izločevalnika, vstopanje toka zraka poteka skozi podolžne reže

izločevalniki, rotacijskimi izločevalniki, vodnimi zavesami itd. V prispevku predstavljamo proces optimizacije rotacijskega izločevalnika, ki bo vgrajen na mokri sesalni enoti Domel 467.

Sesalna enota z elektromotorjem

in centrifugalnim puhalom je nameščena na zgornji del rotacijskega izločevalnika.

Primer rotacijskega izločevalnika je prikazan na *sliki 1*. Rotacijski izločevalnik zaradi vrtenja s 15 000 do 35 000 vrtljajev/min deluje na delce vode in prahu v toku vstopajočega zraka v sesalno enoto s centrifugalno silo in jim preprečuje vstop v izločevalnik. Lastnosti dobrega izločevalnika so: dober aerodinamični izkoristek, dobro izločanje vode in prašnih delcev, zadostna mehanska trdnost ter minimalno nabiranje prahu na stenah izločevalnika.



**Slika 2.** Shematski prikaz vodnega sesalnika z vgrajenim rotacijskim izločevalnikom

Na *sliki 2* je predstavljen tok zraka skozi vodni sesalnik. Umazan vse-sani zrak vstopi v posodo vodnega sesalnika, kjer se delno očisti z vodo oziroma se prašni delci vežejo na vodo v posodi. Zrak nadaljuje pot skozi rotacijski izločevalnik, kjer se izločijo vodni in prašni delci, v centrifugalno puhalo sesalne enote, nato pa skozi difuzorsko kaskado in izstopni koaksialni kanal izstopi v okolico. Pri nekaterih izvedbah imajo vodni sesalniki pred izstopom zraka v okolico vgrajen še suhi filter, s katerim je mogoče še dodatno očistiti zrak pred izstopom v okolico. Izločevalnik je nameščen na spodnjem delu sesalne enote in se vrti z vrtilno frekvenco elektromotorja.

Pred optimizacijo smo opravili obsežen pregled patentov. Oblika izločevalnika je pri vseh boljših izločevalnikih zaščitena z mednarodnim patentom, kar pomeni dodatno omejitev pri njegovem razvoju. Večina mednarodnih prijav patentov je bila objavljena v zadnjih desetih letih, kar potrjuje intenziven razvoj na tem področju [14, 15, 16].

Cilj optimizacije je izboljšati izkoristek sesalne enote z izločevalnikom ter izboljšati stopnjo ločevanja zraka od vodnih kapljic in prašnih delcev. Optimizacija je bila izvedena s simulacijami CFD in integralnimi ter lokalnimi meritvami zračnega toka sesalne enote z izločevalnikom.

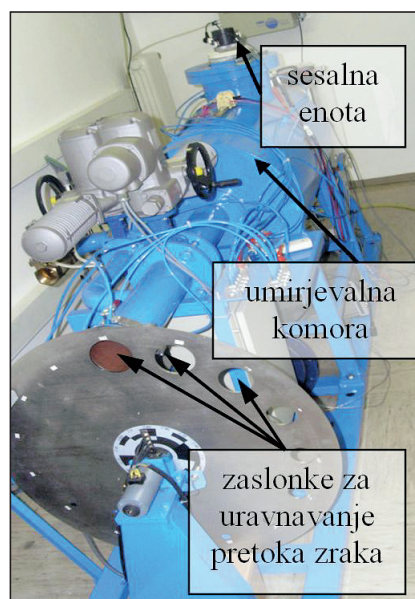
## ■ 2 Opis eksperimenta

Poglavje zajema opis integralnih meritev zračnega toka sesalne enote z izločevalnikom, opis lokalnih meritev zračnega toka v okolici izločevalnika v različnih delovnih točkah obratovanja sesalnika ter opis meritev stopnje izločanja. Delovne točke sesalnika so določene ob znani izmerjeni integralni karakteristiki z volumenskim pretokom zraka skozi sesalnik.

### 2.1 Lokalne meritve zračnega toka

Integralne meritve zračnega toka obsegajo meritve skupnega izkoristka v

odvisnosti od volumenskega pretoka sesalne enote z izločevalnikom [2]. Meritve so narejene na merilni postaji (*slika 3*), ki omogoča merjenje integralnih meritev zračnega toka sesalnih enot po standardu IEC 60312 [6]. Za zajem merjenih veličin (tlak, temperatura, izmenične električne veličine ...) so uporabljeni merilni pretvorniki, ki so povezani z osebnim računalnikom z analogno digitalnim pretvornikom. Pri meritvah je mogoče nastavljeni volumenski pretok zraka skozi merilno postajo z merilnimi zaslonkami (*slika 3*). Posamezna meritev poteka pri omrežni napetosti 230 V in traja 10 s.



**Slika 3.** Merilna naprava za merjenje integralnih karakteristik sesalnih enot

### Izračun volumenskega pretoka zraka

Volumenski pretok zraka  $Q$  izračunamo na podlagi merjenja tlaka pred in za zaslonko ter premera zaslonke. Zaradi spreminjajočih parametrov zraka v laboratoriju (vlažnost, temperatura, barometrični tlak) standard predpisuje uvedbo korekcijskega faktorja, ki omogoča preračun karakteristik sesalnih enot na standardne pogoje zraka v atmosferi.

### Izračun skupnega izkoristka sesalne enote

Skupni izkoristek sesalne enote je podan z razmerjem izhodne aerodi-

namične moči  $P_{aire}$  in vhodne električne moči sesalne enote  $P_1$ :

$$\eta = \frac{P_{aire}}{P_1} = \frac{Q \cdot \Delta p}{P_1}, \quad (1)$$

kjer je  $Q$  izmerjeni volumenski pretok zraka skozi sesalno enoto z izločevalnikom in  $\Delta p$  tlačna razlika.

### Merilna negotovost

Relativna merilna negotovost pri meritvi volumenskega pretoka  $Q$  znaša do 3 % glede na vsakokratno izmerjeno vrednost. Absolutna merilna negotovost pri meritvi izkoristka  $\eta$  sesalne enote z izločevalnikom znaša do 1 %.

### 2.2 Lokalne meritve zračnega toka

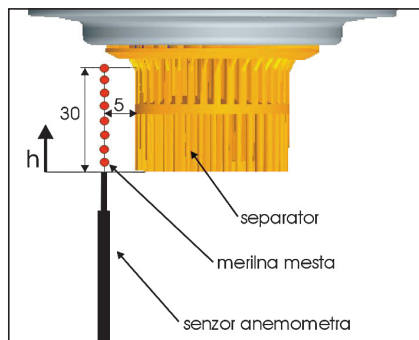
V laboratoriju LVTS (Laboratorij za vodne in turbinske stroje) na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani smo opravili lokalne meritve vstopne hitrosti zračnega toka po višini izločevalnika [1]. Hitrost zračnega toka smo merili z anemometrom na vročo žičko Dantec Mini CTA s tipalom Dantec 55P11. Tipalo in anemometer omogočata enodimenzionalno merjenje pravokotne projekcije hitrosti toka zraka glede na žičko tipala anemometra. Tipalo anemometra je bilo med meritvami orientirano tako, da je merilo vstopno hitrost zračnega toka ali meridiansko hitrost, to je vektorsko vsoto radialne in aksialne hitrosti. Na *sliki 4* so označena merilna mesta, kjer je bilo tipalo anemometra med meritvijo. Izbrali smo deset merilnih mest po višini  $h$ . Merilna mesta so bila nameščena na premici, vzporedni osi sesalnika in oddaljeni 5 mm od roba izločevalnika v radialni smeri. Tipalo anemometra je bilo okrog osi zavrnjeno tako, da je bila žička tipala anemometra postavljena tangencialno glede na obod izločevalnika. Med meritvami sta bila sesalna enota in izločevalnik vgrajena v testni sesalnik, delovne točke pa smo zagotavljali z ustreznimi zaslonkami, ki smo jih namestili na vstopu v sesalnik.

Meritve lokalnih hitrosti zračnega toka smo vedno opravili pri suhem delovanju sesalnika.



Anemometer je bil pred meritvijo umerjen na postaji za umerjanje anemometrov [1]. Temperaturo toka za korekcijo izmerjenih vrednosti napetosti iz anemometra na vročo žičko smo med meritvijo in med umerjanjem merili na vstopu zraka v sesalnik z uporovnim tipalom Pt-100 razreda natančnosti A s štirižilno priključitvijo. Merilna negotovost meritve temperature je znašala največ 0,4 °C.

Sesalnik s sesalno enoto je bil priključen na napetostni vir, s katerim smo zagotavljali na priključnih sponkah sesalne enote izmenično omrežno napetost 230 V.



**Slika 4.** Vstopno hitrost zračnega toka smo merili na desetih merilnih mestih v oddaljenosti 5 mm od izločevalnika

### 2.3 Meritev stopnje izločanja

Stopnjo izločanja smo vrednotili kot razmerje mase vode in mase zraka, ki ju prepusti izločevalnik. Meritev je potekala po naslednjem postopku. V sesalnik smo vgradili izbrano sesalno enoto. V posodo smo natočili vodo in jo stehali ( $m_1$ ). Vkllopili smo sesalnik in ga pri izbrani zaslonki pustili vklopljenega izbrani čas  $t$ . Na koncu smo stehali posodo s preostalo vodo  $m_2$ . Stopnja izločanja je definirana z enačbo:

$$s = \frac{m_{zraka}}{m_{vode}} = \frac{Q \cdot t \cdot \rho_{zraka}}{m_1 - m_2}, \quad (2)$$

kjer  $Q$  predstavlja izmerjeni volumenski pretok in  $\rho_{zraka}$  gostoto zraka. Morebitno negotovost meritve stopnje izločanja lahko pripišemo segrevanju sesalne enote, ki se odraža v spremembi volumenskega pretoka sesalnika  $Q$ . Prav tako je del meril-

ne negotovosti prispevalo tehtanje, nihanje temperature ter meritev časa delovanja sesalnika. Med meritvami je bil raztros manjši od 5 %.

### 3 Opis numerične simulacije

Za izračun toka fluida skozi izločevalnik smo uporabili programski paket Fluent ver. 6.2. Programski paket sloni na metodi končnih volumnov [11]. Mrežo modela smo generirali s programskim paketom Gambit ver. 2.3., ki nam omogoča generiranje strukturirane, nestrukturirane in hibridne mreže različnih oblik in velikosti [12].

#### Geometrija izločevalnika

Na podlagi nekoliko poenostavljenega 3D modela izločevalnika smo izdelali negativ obravnavanega področja, ki predstavlja volumen fluida. Numerični model geometrije predstavlja volumen fluida na vstopu, volumen toka zraka pri lopaticah ter volumen fluida znotraj in na izstopu iz izločevalnika. Glede na periodično zasnovo modela smo modelirali le 1/2 oz 1/6 volumna izločevalnika.

#### Mreženje modela

Volumen fluida na vstopu ter med lopaticami izločevalnika smo mrežili s strukturirano mrežo, notranost izločevalnika pa zaradi kompleksnejše geometrije z nestrukturirano mrežo in z jedrom »hex« [12]. Mreža prvega prototipa, ki predstavlja 1/6 celotnega modela, je vsebovala 466 000 elementov in 364 000 vozlišč, mreža končnega prototipa, ki predstavlja 1/2 celotnega modela, pa je bila sestavljena iz 806 000 elementov in 569 000 vozlišč.

#### Numerični model simulacije

Pri analizi toka smo uporabili množico povprečenih Reynolds-Navier-Stoksovih enačb (RANS), ki popisujejo ohranjanje mase in gibalne količine v toku. Sistem enačb RANS smo reševali z modelom turbulence SST  $k-\omega$  [7]. Ta združuje model  $k-\omega$  ter  $k-\varepsilon$ . V območju mejnih plasti velja robustni standardni model  $k-\omega$ , medtem ko

se v območju prostega toka uporabi računsko manj zahtevni model  $k-\varepsilon$ .

Zaradi vrtenja izločevalnika smo uporabili t. i. »Multi-Reference-Framework« model (MRF), ki rešuje sistem enačb v relativnem, vrtečem se koordinatnem sistemu. To omogoča boljšo konvergenco enačb pri močnejšem vrtenju. Uporabili smo stisljiv model idealnega plina v povezavi s Southerlandovim modelom viskoznosti. Zaradi kompleksnosti oblike sistema smo uspeli doseči konvergentnost analize pri standardni diskretizaciji tlaka in metodi »upwind« prvega reda natančnosti diskreditizacij za gostoto, gibalno količino, energijo in turbulentne parametre.

Konvergenčni pogoj je bil izpolnjen, ko je bila razlika masnega toka med vstopom in izstopom manjša od 0,2 % ter so se iteracije vrednosti masnega toka na izstopu in tlaka na vstopu med iteracijami spreminjale manj od izbrane vrednosti.

#### Robni pogoji

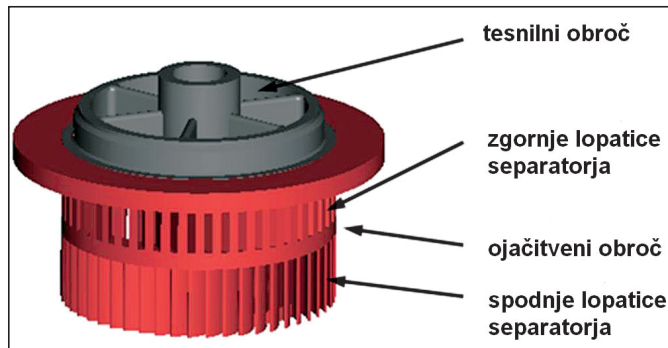
Vrednost robnih pogojev smo določili na podlagi opravljenih meritev. Na zunanjem vstopnem robu smo predpisali vrednost vstopnega masnega pretoka, na izstopu iz izločevalnika pa smo predpisali vrednost tlaka sesalne enote. Na vstopu in izstopu smo predpisali tudi intenzivnost turbulentnosti toka ter vrednosti hidravličnega premera. Za volumen med lopaticami ter znotraj izločevalnika smo določili še smer in velikost vrtilne frekvence. Prezrezne površine smo definirali kot vrteče se in periodične.

### 4 Rezultati numeričnega modela in meritev ter optimizacija

Vsebina poglavja obsega prikaz optimizacije rotacijskega izločevalnika. Opisana sta obstoječi izločevalnik pred optimizacijo ter novi izločevalnik po optimizaciji, ugotovitve pa so podkrepljene z meritvami in numeričnimi simulacijami. Novi izločevalnik mora imeti čim boljšo stopnjo ločevanja vode in prašnih delcev od zraka

(enačba 2) ter čim večji aerodinamični izkoristek sesalne enote (enačba 1).

### 4.1 Obstoječi izločevalnik



Slika 5. 3D model obstoječega izločevalnika

V tem delu je predstavljen obstoječi izločevalnik. Konstruktivna rešitev je bila izbrana kot najustreznejša na podlagi vrednotenja štirih variant izločevalnikov [5, 10]. Mere izločevalnika (višina, premer) so bile določene z enačbo separacije [3, 4, 10].

Na sliki 5 je prikazan model obstoječega izločevalnika. Ojačitveni obroč je nameščen med zgornjim in spodnjim profilom lopatic. Z obročem smo želeli zagotoviti zadostno mehansko trdnost izločevalnika. Z različno nagnjenostjo lopatic izločevalnika nad in pod obročem naj bi zagotovili enakomerno vstopno hitrost zračnega toka po višini izločevalnika, kar naj bi dalo dobre aerodinamične karakteristike in visoko stopnjo izločanja. Naloga tesnilnega obroča je tesnenje med izločevalnikom in centrifugalnim puhalom sesalne enote.

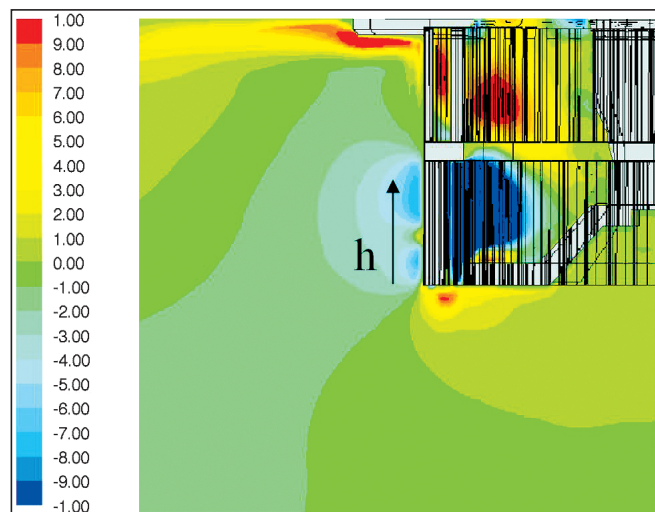
Prikazani izločevalnik s tesnilnim obročem prikazuje prvo izhodiščno delujočo rešitev v fazi načrtovanja in optimizacije, ki pa ni dosegla želenih aerodinamičnih izkoristkov in stopnje izločanja, kar je opisano v nadaljevanju. Namen raziskave funkcionalnih lastnosti tega izločevalnika je bil predvsem dobiti izhodišča za oblikovanje in uvajanje izboljšav pri optimizaciji.

### Rezultat numerične simulacije novega izločevalnika

Sledi opis rezultatov simulacije CFD novega izločevalnika. Natančnejši

opis, kako je bila simulacija izvedena, je v poglavju 3. Simulacija CFD je narejena za masni pretok, ki znaša 70 % maksimalnega pretoka, ki ga doseže nedušena sesalna enota z izločevalnikom.

Rezultat simulacije CFD je predstavljen na sliki 6. Rezultati so podani kot vstopna hitrost zračnega toka v izločevalnik z normirano relativno skalo z vrednostmi hitrosti toka med 0 in 1. Iz simulacije smo ugotovili, da je vstopna hitrost zračnega toka v izločevalnik, odvisna od višine  $h$  (slika 6), neenakomerna. Višja je v zgornjem delu izločevalnika ob steni sesalnika, kar ima za posledico slabši aerodinamični izkoristek ter slabšo stopnjo izločanja. Tok zraka z lokalno visoko hitrostjo vstopanja premaga centrifugalno silo na delec v separatorju in prenese nečistoče skozi izločevalnik in sesalno enoto nazaj v okolico. Stopnja izločanja je največja, če dosežemo ob konstantni vrtilni frekvenci izločevalnika nizko vstopno hitrost toka v izločevalnik oziroma če je ta po vsej vstopni površini enakomerna. Visoka hitrost toka ob steni sesalnika tudi poveča tlačne izgube. Opazno je tudi vrtinčenje zraka v notranjosti izločevalnika, kar še zmanjša



Slika 6. Vstopna hitrost zračnega toka v novi izločevalnik se spreminja po višini izločevalnika

dico slabši aerodinamični izkoristek ter slabšo stopnjo izločanja. Tok zraka z lokalno visoko hitrostjo vstopanja premaga centrifugalno silo na delec v separatorju in prenese nečistoče skozi izločevalnik in sesalno enoto nazaj v okolico. Stopnja izločanja je največja, če dosežemo ob konstantni vrtilni frekvenci izločevalnika nizko vstopno hitrost toka v izločevalnik oziroma če je ta po vsej vstopni površini enakomerna. Visoka hitrost toka ob steni sesalnika tudi poveča tlačne izgube. Opazno je tudi vrtinčenje zraka v notranjosti izločevalnika, kar še zmanjša

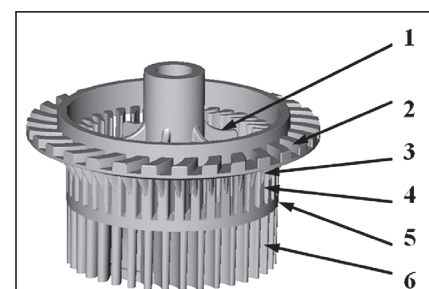
izkoristek sesalne enote z izločevalnikom ter poveča nalaganje nečistoč na steno izločevalnika.

Na podlagi rezultatov numerične simulacije smo iskali konstruktivno rešitev, kjer bo vstopna hitrost zračnega toka po celotni višini  $h$  čim bolj enakomerna. S tem bo zagotovljena enakomerna in visoka stopnja izločanja po celotni vstopni površini izločevalnika.

### 4.2 Novi izločevalnik

Optimizacija je temeljila na rezultatih numeričnih simulacij CFD, meritev integralnih in lokalnih lastnosti zračnega toka sesalne enote z izločevalnikom v različnih delovnih točkah ter meritev stopnje izločanja izločevalnika. Izboljšanje izkoristka sesalne enote z izločevalnikom je predstavljeno v poglavju 4.3. Stanje, prikazano v tem poglavju, je bilo doseženo z več iteracijami. Prikazana je le končna rešitev.

Na podlagi rezultatov simulacije CFD obstoječega izločevalnika smo izvedli naslednje konstruktivne spremembe, s katerimi smo dosegli izboljšanje aerodinamičnega izkoristka izločevalnika in dosegli višjo stopnjo izločanja vode in prašnih delcev (slika 7). Vse opisane spremembe so prvič uporabljene in opisane s patentnimi zahtevami [13]:



Slika 7. 3D model novega izločevalnika



1. Notranje lopatice, ki preprečujejo vrtnčenje toka in zmanjšujejo prisotnost koherentnih osno simetričnih vrtnčnih struktur znotraj izločevalnika ter predvrtijo zrak pred vstopom v sesalno enoto [8, 9].
2. Tesnenje z ustvarjanjem protitoka in vrtenja zraka s posebnim tesnilnim elementom v obliki centrifugalne kaskade.
3. Dodatna rebra za izboljšano izločanje.
4. Optimirana oblika lopatic v zgornjem delu izločevalnika tako, da predstavlja zadosten upor toku zraka [9].
5. Poševen tesnilni obroč, katerega naklon se ujema z naklonom obtekajočega zraka.
6. Oblika lopatic z minimalnim aerodinamičnim uporom v spodnjem delu izločevalnika [9].

Prednost novega izločevalnika je tudi enostavna izdelava iz enega kosa z orodjem s klasičnimi kokilami ter izboljšana mehanska trdnost ulitka.

### Numerične simulacije novega izločevalnika

V tem delu so predstavljeni rezultati simulacij CFD vstopnih hitrosti zračnega toka v novi izločevalnik. Simulacija CFD je narejena za masni pretok, ki znaša 70 % maksimalnega pretoka, ki ga doseže nedušena sesalna enota z izločevalnikom.

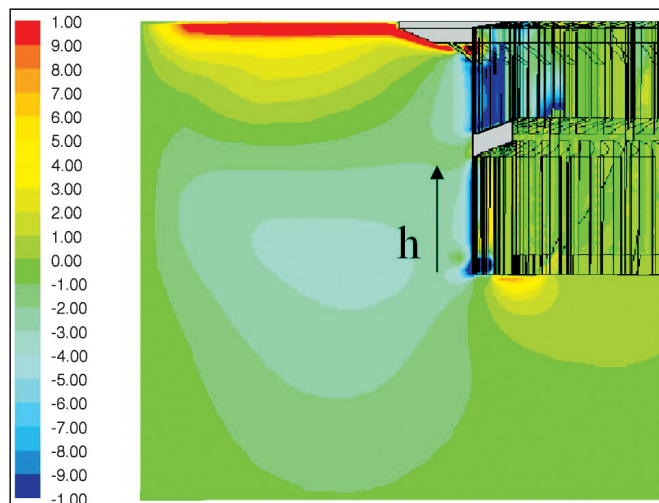
Iz *slike 8* je razvidno, da je vstopna hitrost zračnega toka v odvisnosti od višine izločevalnika  $h$  skoraj konstantna. Na podlagi rezultatov simulacij pričakujemo izboljšanje aerodinamičnega izkoristka ter stopnje izločanja v primerjavi z obstoječim izločevalnikom. Velika hitrost na vrhu izločevalnika ob steni sesalnika je posledica povratnega toka, ki služi tesnjenju, in je dosežena s centrifugalno kaskado (*slika 7*, poz. 2).

### 4.3 Rezultati integralnih meritev izkoristka in stopnje izločanja

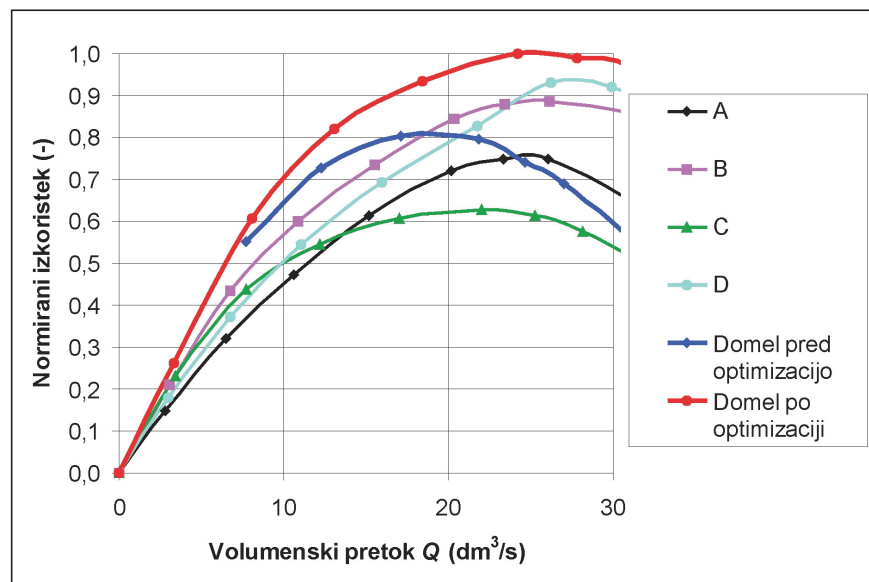
V tem poglavju bomo predstavili meritve izkoristka in stopnje izločanja izločevalnikov v primerjavi s konkurenčnimi rešitvami. Konkurenčne rešitve predstavljajo štirje najbolj priznani sesalniki z izločevalniki na trgu, v nadaljevanju jih bomo označevali z A, B, C in D. Rezultate izkoristka bomo predstavili v normirani obliki z izkoristkom v intervalu med 0 in 1, pri čemer predstavlja vrednost 1 največji doseženi izkoristek najboljše sesalne enote z izločevalnikom v eni delovni točki.

V območju volumenskega pretoka do 30 dm<sup>3</sup>/s ima sesalna enota 467 z novim izločevalnikom najboljši izkoristek (*slika 9*). V primerjavi z pretokom, kjer sesalniki največkrat obratujejo.

*Slika 10* prikazuje stopnjo izločanja (enačba 2), ki je sorazmerna razmerju mase prepuščene vode in mase prepuščenega zraka skozi sesalnik v delovni točki sesalnika. Rezultati so



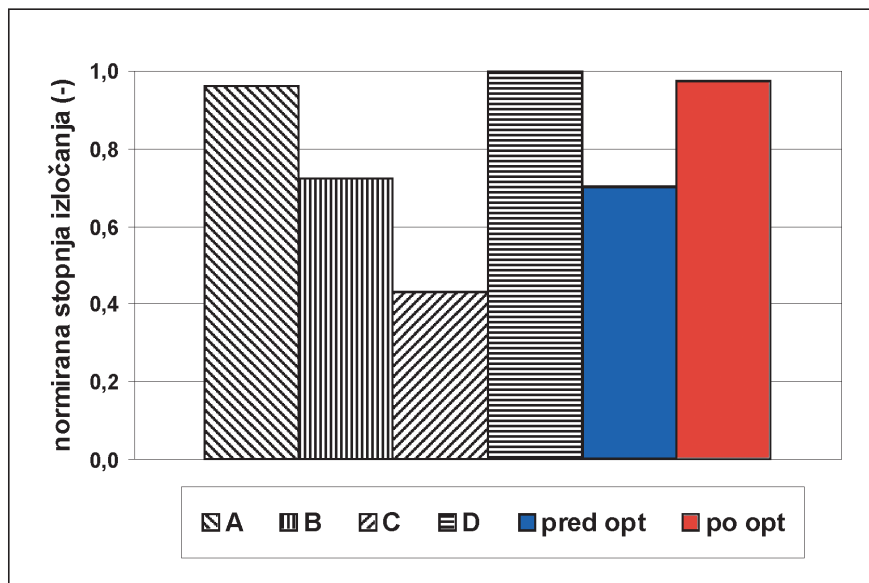
**Slika 8.** Vstopna hitrost zračnega toka v novi izločevalnik po višini  $h$  je skoraj konstantna



**Slika 9.** Izkoristki novega izločevalnika v odvisnosti od volumenskega pretoka v primerjavi s konkurenčnimi izdelki A, B, C in D

obstoječim izločevalnikom smo dosegli do 12-odstotni dvig izkoristka v delovnem področju sesalnika. Poudariti je treba, da sesalnik običajno deluje v območju volumenskih pretokov med 15 dm<sup>3</sup>/s in 30 dm<sup>3</sup>/s, odvisno od uporabljenega sesalnega nastavka, oblike tal in strukture površine tal. To pomeni, da se je vrh izkoristka pri novem izločevalniku Domel premaknil k volumenskim

normirani, najboljši rezultat je normiran na vrednost 1. Z optimizacijo smo zmanjšali količino prepuščene vode skozi izločevalnik in dosegli podobne rezultate kot najboljša konkurenčna izdelka A in D. Vzrok za izboljšanje je enakomerna vstopna hitrost zračnega toka po višini izločevalnika, kar je razvidno iz rezultatov analize CFD (*slika 8*) ter v nadaljevanju iz rezultatov meri-



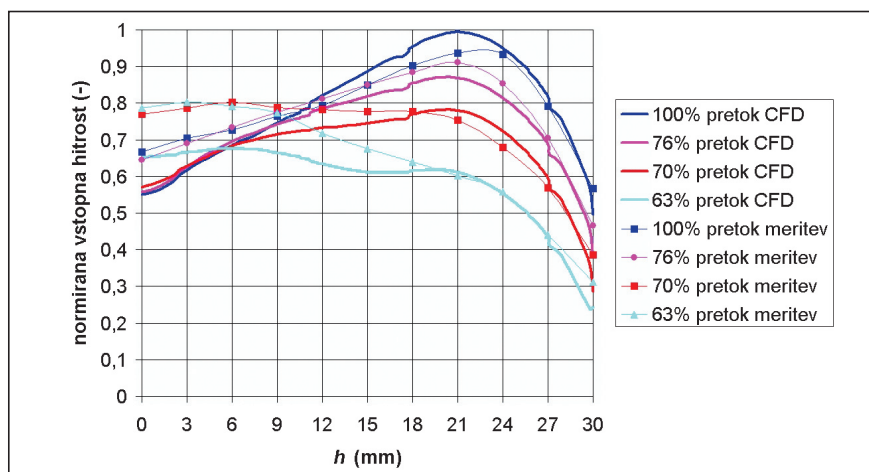
Slika 10. Rezultati meritev stopnje izločanja izmerjenih izločevalnikov

tev vstopne hitrosti zračnega toka v izločevalnik.

#### 4.4 Primerjava rezultatov numerične simulacije in meritev vstopne hitrosti zračnega toka

Meritve hitrosti vstopanja zračnega toka po višini izločevalnika so bile opravljene v skladu z opisom v poglavju 2. Izmerjena je bila hitrost vstopanja zračnega toka  $v_v$  po višini izločevalnika  $h$  v meridianski smeri (slika 11). V nadaljevanju so prikazani rezultati meritev in primerjava z vrednostmi, izračunanimi z modelom CFD (slika 8). Vrednosti hitrosti so normirane na interval med 0 in 1,

Najprej si oglejmo rezultate, pridobljene z meritvijo. Velikost in odvisnost hitrosti vstopanja zračnega toka od višine sta odvisni od delovne točke sesalnika, ki je definirana z vrednostjo volumenskega pretoka zraka skozi sesalno enoto. Pri maksimalnih volumenskih pretokih večji del zraka vstopa v izločevalnik v zgornjem delu izločevalnika (100 % največjega volumenskega pretoka;  $15 \text{ mm} < h < 24 \text{ mm}$ ). Pri manjših volumenskih pretokih je večja hitrost vstopanja zračnega toka v spodnjem delu izločevalnika (63 % največjega volumenskega pretoka). Vzrok temu je povečevanje vrtilne frekvence sesalne enote z manjšanjem volumen-



Slika 11. Vstopna hitrost zračnega toka v izločevalnik v različnih delovnih točkah

pri čemer ima največja dosežena hitrost v kateri koli delovni ali merilni točki vrednost 1.

skega pretoka, kar razbremeni sesalno enoto z izločevalnikom. Zrak pri visoki vrtilni frekvenci zaradi oblike

lopatic še težje prehaja skozi zgornji del izločevalnika. Posledično vstopa več zraka pri visoki vrtilni frekvenci skozi spodnji del izločevalnika (63 % največjega volumenskega pretoka). Hitrost vstopanja zračnega toka v delu tik ob sesalni enoti je 0 m/s ( $h = 32 \text{ mm}$ ), k tej vrednosti po pričakovanih sodijo tudi zgornje izmerjene vrednosti na sliki ( $h > 27 \text{ mm}$ ).

Rezultati numeričnih simulacij prikazujejo podobne trende, kot smo jih razbrali iz rezultatov meritev. Ujemanje med simulacijo in eksperimentom je precejšnje v zgornjem delu izločevalnika ( $h > 15 \text{ mm}$ ). V spodnjem delu izločevalnika kažejo rezultati, dobljeni s simulacijo, večje hitrosti. Razhajanje je večje pri majhnih volumenskih pretokih in znaša do 20 %.

Neujemanje med rezultati numeričnega modela in meritev lahko pripišemo negotovostima meritve in simulacije. Možni vzroki za negotovost meritve so nenatančno pozicioniranje merilne sonde, negotovost pri umerjanju anemometra, segrevanje sesalnika med meritvijo in neenakomerna moč delovanja, negotovost meritve temperature okolja in merilna negotovost merilne verige pri merjenju hitrosti. Vzroki za neujemanje pri simulaciji so omejitve z računsko močjo, težave pri postavitvi robnih pogojev (uporabili smo izmerjene podatke) in poenostavitve detajlov geometrije izločevalnika in posode sesalnika. Zaradi omejitev z računsko močjo smo uporabili navedeno gostoto mreže in metodo »upwind« prvega reda natančnosti namesto metode »upwind« drugega reda natančnosti.

## 5 Zaključek

V nalogi smo optimirali rotacijski izločevalnik vodnega sesalnika z numeričnimi simulacijami in meritvami. Novi izločevalnik se odlikuje z najboljšim izkoristkom med vsemi konkurenti na trgu ter stopnjo izločanja, primerljivo z najboljšimi izdelki na trgu. Vstopna hitrost zračnega toka v izločevalnik po višini izločevalnika je v delovni točki skoraj konstantna, kar potrjuje, da je dizajn lopatic po višini izločevalnika dobro optimiran. Kljub kompleksnosti toko-



vnih struktur je ujemanje rezultatov meritve in analize CFD zadovoljivo in omogoča zanesljivo analizo rezultatov. Prednost izločevalnika je tudi enostavna izdelava iz enega kosa z orodjem s klasičnimi kokilami ter izboljšana mehanska trdnost ulitka. Vse bistvene izboljšave izločevalnika v primerjavi s konkurenčnimi rešitvami so patentirane [13].

Projekt izdelave rotacijskega izločevalnika je za zdaj v fazi, ko je izdelano prototipno orodje za izločevalnik, sesalne enote z izločevalnikom pa so v fazi testiranja življenjske dobe. Nadaljnje delo bodo narekovali kupci, proizvajalci sesalnikov. V prihodnosti bo zato potrebno opraviti natančne meritve izločanja prašnih delcev ter na podlagi teh meritev in pripomb kupcev po potrebi dodatno izboljšati izločevalnik.

**Viri**

[1] Hočevar M., Širok B., Eberlinc M.: Meritve aerodinamskih

lastnosti izločevalnika kapljic, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2006.  
 [2] Pfajfar J.: Merilna postaja sesalnih enot, Diplomsko naloga, Ljubljana 2002.  
 [3] Rihtaršič J.: Princip delovanja separatorja; Domel, Železniki, 2006.  
 [4] Blagojevič B., B. Širok, M. Hočevar: Cooling of the fibres in mineral wool produced by a double disc spinning machine, 2006.  
 [5] Hlebanja J.: Metodika konstruiranja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2003.  
 [6] Standard IEC 60312:1998+A1:2000+A2:2004, Vacuum cleaners for household use – Methods of measuring performance, 2005.  
 [7] McComb W. D.: The Physics of Fluid Turbulence, Oxford University Press, Oxford, 1996.  
 [8] Hinze J. O.: Turbulence: an introduction to its mechanism

and theory, Mc Graw-Hill, New York, 1959.  
 [9] Bohl W.: Strömungsmaschinen 2, Berechnung und Konstruktion, Vogel Buchverlag, 1995.  
 [10] Benedik G.: Kinematika kapljicastega toka v separatorju vodnih sesalnikov, Diplomsko naloga, Ljubljana, 2007.  
 [11] Fluent Inc., Fluent 6.1, User's Guide, Lebanon 2003.  
 [12] Fluent Inc., Gambit 2.3 Documentation, Lebanon 2006.  
 [13] P 2007 0 0143: Patent - Separator sesalnika za prah, DOMEL d.d., Ljubljana 2007.  
 [14] EP 1261269B1: Patent - Separator for vacuum cleaner, HYLA d.o.o., Ljubljana 2001.  
 [15] US 6391101B2: Patent: - Separator with multiple function venes for a vacuum cleaner apparatus, Rexair US, 2001.  
 [16] EP 0890335A1: Patent: - Separator unit for liquid bath vacuum cleaners, Vtrella S.p.a., IT, 1997.

**Optimization of rotating separator for wet vacuum cleaners**

**Abstract:** Rotating separators in wet vacuum cleaners separate air from water droplets and dust particles. In the paper we present optimization of the separator for achievement of better efficiency and better separation of air from water droplets and dust particles. The optimization was based on CFD numeric simulations, aerodynamic measurements of integral and local characteristics of the suction unit with the separator, and on measurements of degree of separation. Measurements of the new separator have shown the best aerodynamic characteristics and comparable degree of separation among the best separators on the market.

**Keywords:** rotating separator, wet vacuum cleaner, degree of separation, aerodynamic efficiency, optimization,

 <p>www.controltechniques.com</p>  <p>Frekvenčni regulator <b>Commander SK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Za moči od 0,25 kW do 132 kW</li> <li>- Vgrajen filter</li> <li>- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)</li> <li>- Smart Stick za kloniranje parametrov</li> <li>- Vgrajen PID regulator</li> <li>- Na zalogi</li> <li>- Ugodna cena</li> </ul>	 <p>Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.</p> <p>Kalce 38b, 1370 Logatec          Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si          Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si</p> <p><b>Izvajamo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev</li> <li>- predelava strojev</li> <li>- regulacija vrtenja motorjev</li> <li>- krmiljenje strojev</li> </ul> <p><b>Dobavljamo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- servo pogone</li> <li>- frekvenčne in vektorske regulatorje</li> <li>- merilne sisteme s prikazovalniki</li> <li>- pozicijske krmilnike</li> <li>- planetne reduktorje</li> </ul>	  <p>Prikazovalnik pozicije <b>Z-58</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme</li> <li>- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm</li> <li>- Vmesnik RS232 in RS422</li> <li>- Dva relejna izhoda</li> <li>- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA</li> </ul>
--	---	--



# Povabilo k sodelovanju in udeležbi na 17. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

## POVABILO UDELEŽENCEM

Društvo vzdrževalcev Slovenije bo **18. in 19. oktobra letos** na Rogli organiziralo tradicionalno, že 17. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS). Namenjeno je vsem, ki se v svojem življenju in delu srečujejo s tehnično stroko in predvsem vzdrževalno dejavnostjo. Na željo razstavljalcev, predavateljev, udeležencev ter sodelujočih s preteklih srečanj, bo tehniško posvetovanje tudi letos združeno z razstavo opreme in sredstev za potrebe vzdrževanja.

V društvu želijo sodelujočim omogočiti kakovostno predstavitev izdelkov in udeležbo na zanimivih predavanjih, ter na dvodnevno druženje privabiti čim več udeležencev. Organizatorji pričakujejo sodelovanje priznanih proizvajalcev in zastopnikov opreme iz Slovenije, sosednjih držav, držav EU, članic EFNMS in zastopnikov sorodnih evropskih društev.

K sodelovanju vabijo **predavatelje** z aktualnimi temami s področja vzdrževanja, proizvodnje izdelkov ali storitev, ki želijo svoja znanja, napredek, izkušnje in dejavnost predstaviti vsem udeležencem posvetovanja. V sklopu 17. TPVS pa potekata tudi Natečaj za izbor najboljših **diplomskih del** s področja vzdrževanja ter Razpis za »**Naj vzdrževalski pripomoček**«.

Podjetja lahko na TPVS sodelujejo kot diamantni, zlati ali generalni sponzor, sponzor, donator, razstavljačev in oglaševalec.

Člani organizacijskega odbora se za izvedbo trudijo že več mesecev, z željo, da bi bilo posvetovanje še za korak boljše in zanimivejše od predhodnih. Dvodnevno posvetovanje bo potekalo po ustaljenem scenariju - ob 10. uri bo slavnostna otvoritev s pozdravnimi govori visokih gostov in glasbenimi vložki. Sledila bo kratka predstavitev dejavnosti diamantnega, zlatega in generalnega sponzorja ter podelitev plaket za zmagovalce v natečaju za »naj vzdrževalski pripomoček« in razglasitev nagrad za najboljša diplomska dela. Po skupnem ogledu razstavnih mest se bodo začela zanimiva strokovna in aktualna predavanja s področja vzdrževalne dejavnosti priznanih slovenskih predavateljev. Prvi dan posvetovanja bodo strnili s skupno večerjo, živo glasbo in prijetnim druženjem. Drugi dan posvetovanja se bodo nadaljevala predavanja in razstava.

**Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu direktno ali vsaj posredno srečujete s področjem vzdrževanja, je del vašega poklica, načina dela, razmišljanja in preživljanja. Udeležence povezujejo skupni cilji, podobno delo ter želja po napredku, znanju in uspehu. V društvu vas vabijo, da svojo udeležbo na 17. TPVS čimprej potrdite preko spleta na [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si). Preko spletne strani prav tako lahko opravite rezervacijo prenočišča v hotelu Planja na Rogli.**

## POVABILO K PRIJAVI REFERATOV

Prost pretok blaga, storitev, kapitala in ljudi so temelji Evropske unije (EU). S širitvijo EU v letih 2004 in zadnje v letu 2007 se ponuja priložnost za nastope na razširjenem skupnem trgu, hkrati pa se povečuje konkurenca na domačih trgih. Zato bo letošnja okvirna tema strokovnih predavanj »**Evropska unija kot povezovalni faktor tudi v vzdrževanju**«.

Okvirne teme referatov:

- Možnosti sodelovanja med vzdrževalnimi službami in vzdrževalci znotraj EU
  - Trendi vzdrževalnih služb in izkušnje z njihovo organiziranostjo znotraj EU
  - Primerljivost vzdrževalnih dejavnosti - postopkov znotraj tehnološko podobnih in primerljivih sistemov - Benchmarking
  - Kazalci in merila uspešnosti vzdrževalnih posegov in služb v EU, primerjave z državami znotraj in zunaj EU
  - Primeri dobre prakse
  - Prost pretok delovne sile in znanja
  - Outsourcing – enostavnejše in cenejše vzdrževanje?
  - Vzdrževalne pogodbe – nujna ali le dobri zaslužki?
  - Fleksibilnost trga dela
  - Management vzdrževanja, zagotavljanje zanesljivosti vzdrževanja
  - Zakonodaja in standardi: varstvo pri delu, ekologija ... in njihov vpliv na konkurenčnost
  - Primerljivost (usklajenost) slovenske zakonodaje z zakonodajo EU
  - Certificiranje vzdrževalcev na evropski ravni – ali smo v Sloveniji na to pripravljeni - prednosti in koristi
  - Dostop do znanj višjih ravni vzdrževanja - izobraževalni sistemi
  - Korporacijski klicni centri, svetovanja, operativna pomoč vzdrževalcem osebju
  - Oskrba z rezervnimi deli in opremo, strateške zaloge
  - Uvajanje geoinformacijskih sistemov (GIS) in upravljalnih SCADA sistemov
  - Varovanje strateško pomembnih podatkov in njihovo shranjevanje
- Prijava naj vsebuje ime, priimek in strokovni naziv avtorja, naslov referata in kratek povzetek (največ pol strani) s ključnimi besedami. Avtorje vabijo, da referate prijavijo čimprej na elektronski naslov [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si). Upoštevali bodo izključno referate s strokovno vsebino. Referati naj bodo v slovenskem jeziku in izdelani v urejevalniku besedil Word. Vsak predavatelj lahko prijavi samo en referat, posamezen referat lahko izdela tudi skupina avtorjev. Prijavo referata predavatelji lahko opravijo tudi na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).**

## NATEČAJ ZA IZBOR NAJBOLJŠIH DIPLOMSKIH DEL S PODROČJA VZDRŽEVANJA

Društvo vzdrževalcev Slovenije bo tudi letos izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Vsi, ki ste diplomirali v študijskem letu 2005/2006 in 2006/2007, ste tako vabljeni, da sodelujete na natečaju in svoja dela predstavite širši javnosti. Prijavo diplomskih del lahko izvedete lahko tudi preko spletne strani društva [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

## RAZPIS ZA »NAJ VZDRŽEVALSKI PRIPOMOČEK«

Strokovna komisija bo za izdelke, razstavljene na sejmu 17. TPVS, podelila tri sejemska priznanja: zlato, srebrno in bronasto plaketo. Prijavnico za sodelovanje v razpisu za »Naj vzdrževalski pripomoček« ter Pravilnik o podeljevanju priznanj najdete na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).



**DRUŠTVO  
VZDRŽEVALCEV  
SLOVENIJE**

Stegne 21c, 1000 Ljubljana, Tel.: 01 5113 006, Faks: 01 5113 007, GSM: 041 387 432  
e-mail: [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si) [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si)



# Analizator dinamičnega obnašanja koračnih motorjev

Milan ČURKOVIČ, Aleš HACE

**Izvleček:** Prikazani analizator dinamike koračnih motorjev omogoča meritev nekaj tipičnih karakteristik koračnih motorjev, kot so odziv na stopnico, statična točnost položaja, točnost mikrokoraka in dinamična točnost položaja. Analizator lahko uporabljamo tako v razvoju izdelkov s koračnimi motorji kot tudi v sami proizvodnji koračnih motorjev.

**Gljučne besede:** meritev hitrosti in položaja, koračni motor, inkrementalni dajalnik,

## ■ 1 Uvod

Trend vse kompleksnejših izdelkov ob hkrati vedno nižjih cenah postavlja vedno višje zahteve pri izbiri in načrtovanju električnih pogonskih elementov. Bistveno vlogo igra tudi cena proizvodnje, umerjanja in tudi vzdrževanja električnega pogona. Sodobne metode načrtovanja sistemov zahtevajo natančno poznavanje karakteristik električnih pogonov, saj se testiranja in usklajevanja začnejo že s pomočjo simulacije, torej še preden je izdelek sestavljen. Cenenost izdelkov izključuje predimenzioniranje, kar pomeni manjšo rezervo tako v fazi razvoja mehatronskih sklopov kot tudi proizvodnje in servisiranja. Posebno težo imajo karakteristike tudi pri marketingu – objava karakteristik motorja in s tem pridobivanje novih kupcev. Dinamične meritve električnih pogonov s koračnimi motorji lahko delimo na meritve samega motorja in meritve njegovega krmilnika. Dinamično opisujejo pogon naslednji parametri: odziv na korak, natančnost mikrokoraka, resonanca, dinamična točnost koraka in

preskakovanje. Pri našem delu smo sodelovali z Iskra Mehanizmi, d. d., Lipnica, ki proizvaja predvsem motorje za avtomobilsko industrijo. Ker gre za motorje majhnih moči, so ti večinoma dvofazni. Testiranje je potekalo predvsem na njihovih majhnih koračnih motorjih s trajnimi magneti – KPM25T48 (22 mNm, 0,85 gcm<sup>2</sup>, 48 korakov). Zaradi majhnih mehanskih časovnih konstant motorja (frekvenca dušenega nihanja ob izvedbi koraka je bila 2 kHz pri 800 mA na obeh fazah z inkrementalnim dajalnikom Scancon 2MCH) so postavljene visoke zahteve pri izvedbi merilne opreme – predvsem pri meritvi hitrosti motorja. V prispevku sta predstavljena način in oprema za zajemanje podatkov, analiza podatkov ter nekaj karakterističnih meritev za koračne motorje.

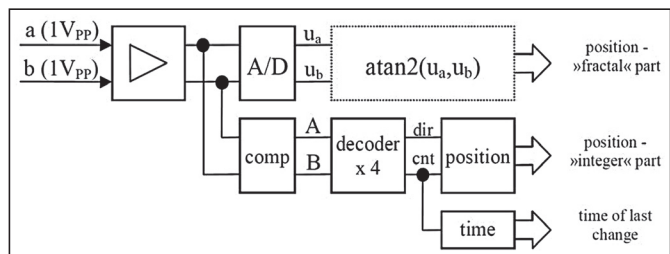
## ■ 2 Zajemanje podatkov

Za zajemanje podatkov in vodenje krmilnika koračnega motorja smo uporabili razvojni sistem DSP2 [7] in dodatno merilno kartico. Sistem je preko USB-vmesnika povezan z osebnim računalnikom, preko LIN-vodila pa s krmilnikom koračnih motorjev TMC211 [8, 9]. LIN-vodilo je standardizirano in se uporablja predvsem v avtomobilski industriji za priklop več pogonov na eno krmilno napravo.

## ■ 2.1 Meritev položaja in hitrosti

Inkrementalni dajalnik omogoča natančno meritev položaja gredi motorja. V osnovi proizvaja dvofazni sinusni signal, ki ga z linijskimi gonilniki pretvorimo v po dva profazna pravokotna signala. Pretvorba omogoča zanesljivejši prenos signalov v okolju z veliko motnjami in na večje razdalje ter lažjo obdelavo sprejetih signalov. Pri tem pa se izgubi možnost uporabe analognih signalov za interpolacijo položaja med dvema pulzoma – povečanje resolucije merilnika. Ključna za dobro delovanje analizatorja je meritev položaja in hitrosti s pomočjo inkrementalnega dajalnika. Uporabljena je tako imenovana MT-metoda, ki v trenutku tipanja upošteva tudi dejanski čas prihoda pulza iz inkrementalnega dajalnika. Ta metoda omogoča natančno merjenje tudi majhnih hitrosti v razredu okrog enega pulza na merilni interval. Uporabili smo jo pri preizkusu s koračnim motorjem KPM25T48 in SCANCON 2MCH. Če uporabljeni inkrementalni dajalnik omogoča dostop do sinusnih signalov, lahko uporabimo tako imenovano AB-metodo (slika 1). Tukaj z obdelavo amplitude izhodnih signalov inkrementalnega dajalnika izmerimo tudi položaj med dvema pulzoma inkrementalnega dajalnika.

Milan Čurkovič, univ. dipl. inž., doc. dr. Aleš Hace, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko



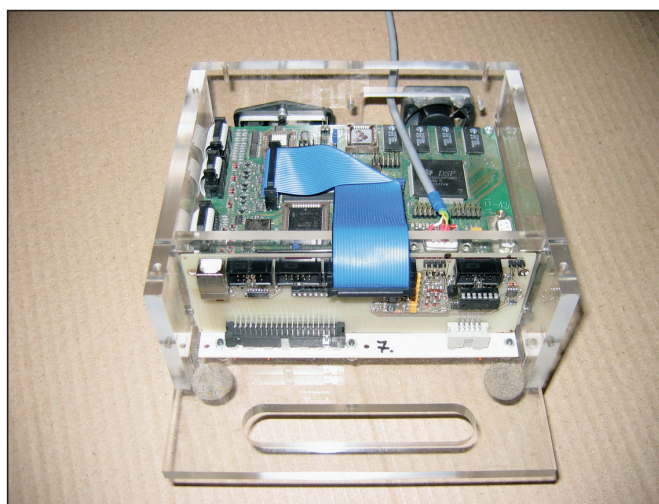
Slika 1. Shema merilnika položaja in hitrosti

## 2.2 Strojna oprema za zajem podatkov

Prototip merilnika je zgrajen na razvojnem sistemu DSP2 z dodatno merilno kartico.

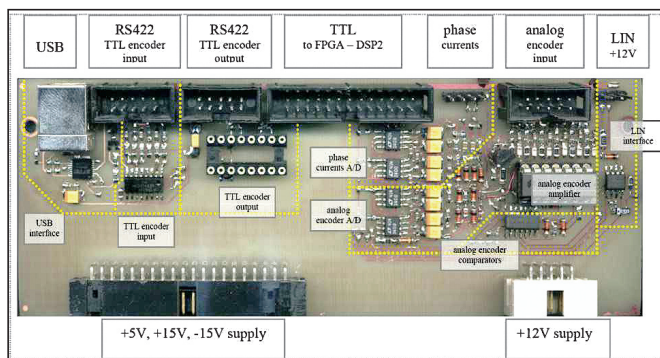
Osnovne karakteristike naprave so:

- signalni procesor TMS320C32,
- vmesnik za 105 tisoč 32-bitnih spremenljivk,
- merilni interval 10  $\mu$ s do 250  $\mu$ s,
- prenos zajetih podatkov v tekstovno datoteko na osebnem računalniku preko USB-vmesnika s hitrostjo 921 kBd,
- LIN-vmesnik za povezavo s krmilnikom koračnega motorja,
- vhod za inkrementalni dajalnik s pravokotnimi signali (RS422),
- vhod za inkrementalni dajalnik z analognimi sinusnimi signali (dva 12-bitna AD pretvornika),
- sočasna meritev obeh faznih tokov motorja z dvema 12-bitnima AD pretvornikoma.



Slika 2. Sistem DSP2 z dodatno merilno kartico

Na *sliki 2* je sistem DSP2 z dodatno merilno kartico. *Slika 3* pa predstavlja dodatno merilno-komunikacijsko kartico, razdeljeno na posamezne bloke.



Slika 3. Merilna kartica

## 2.3 Krmilnik koračnih motorjev TMC 211

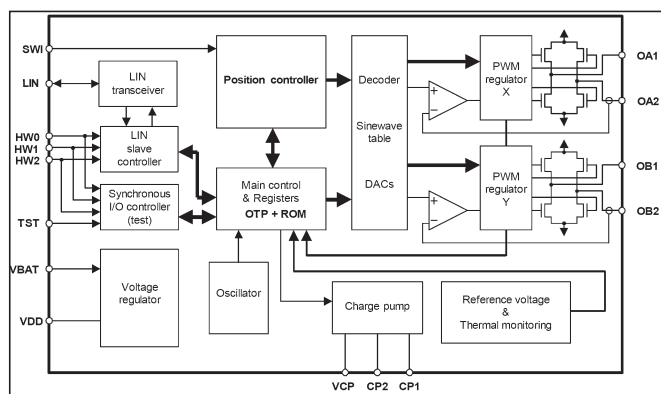
Koračni motorji zaradi enostavnosti vodenja vse bolj prodirajo tudi na področje avtomobilskih aplikacij. Uporaba sodobnih reduktorjev in vgrajeni krmilnik omogočata enostavno uporabo in predvidljivost elektromagnet-

skih aplikacij. Slabosti koračnih motorjev – glasnost in valovitost navora – pa odpravljamo z uporabo mikrokorakov.

“TMC 211 – Micro Stepping Stepper Motor Controller/Driver with LIN in-

terface” firme TRINAMIC [8] je namensko integrirano vezje za priklop koračnega motorja na LIN-ovodilo. Vezje vsebuje vse potrebne enote za krmiljenje koračnega motorja. *Slika 4* prikazuje poenostavljeno blokovno shemo integriranega vezja, *slika 5* pa tipično aplikativno vezje. Osnovne značilnosti vezja so naslednje:

- nadzoruje en koračni motor, vključno z mikrokoraki do 1/16,
- nastavljiv tok navitja do 800 mA,
- napajalna napetost 8 do 29 V,
- stalna frekvenca tokovnega regulatorja PŠM,



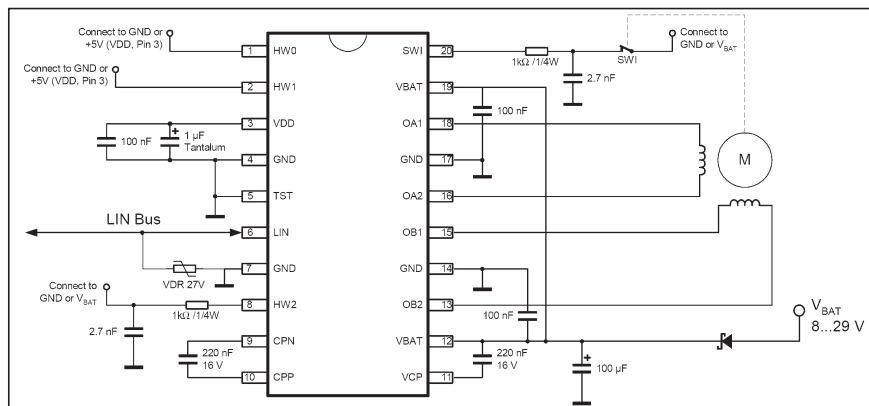
Slika 4. Blokovna shema TMC 211 – TRINAMIC [9]

- hitrosti do 1000 polnih korakov na sekundo,
- različne zaščite in diagnostika,
- vgrajeni generator rampe za nadzorovane hitrostne profile,
- LIN-vmesnik.

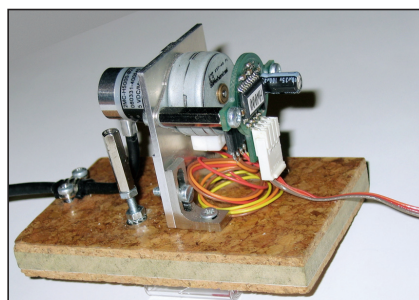
## 2.4 Merilni sistem

Za preizkus merilne naprave smo zgradili dva sistema. Oba vsebujeta enaka motorja KPM25T48, razlikujeta pa se pri uporabljenem inkrementalnem dajalniku. V nadaljevanju bodo prikazani rezultati za oba sistema. *Sliki 6* in *7* predstavljata kombinacijo motorja in inkrementalnega dajalnika s pravokotnimi signali (SCANCON - 2MCH). Odlika tega inkrementalnega dajalnika sta majhen skupni vztrajnostni moment (sklopka je sestavni del dajalnika) in dokaj visoka ločljivost – 5000 črtic na obrat. *Slika 10* kaže primerjavo vztrajnostnih momentov motorja, dajalnika, sklopke in kompletnih sistemov.



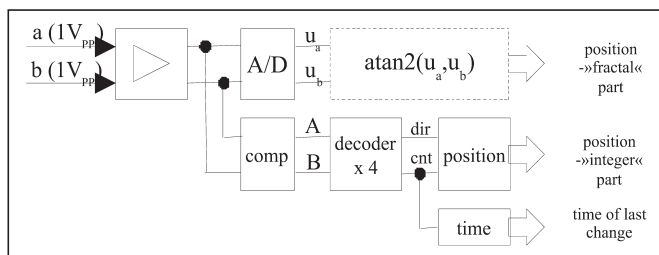


Slika 5. Aplikacija TMC 211 – TRINAMIC [9]

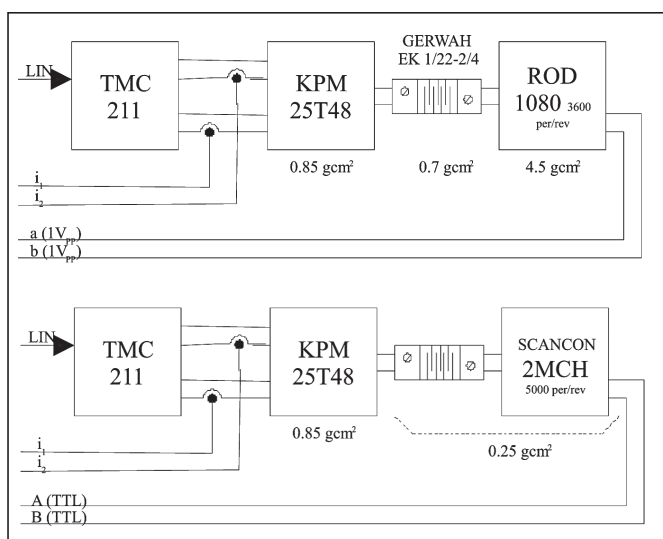


Slika 6. KPM25T48 + SCANCON 2MCH

Slika 8 in 9 prikazuje inkrementalni dajalnik s sinusnimi signali. Osnovna ločljivost – 3600 črtic – je nekoliko nižja, vendar sinusni signali omogočajo interpolacijo in s tem povečanje ločljivosti.



Slika 9. Shema KPM25T48 + ROD1080



Slika 7. Shema KPM25T48 + SCANCON



Slika 8. KPM25T48 + ROD1080

### 2.5 Opis zajetih podatkov

Uporabniški vmesnik na merilniku omogoča izbiro dolžine zapisa in spremenljivk, ki se zapisujejo. Ob tem lahko izberemo tudi parametre za TMC 211 – krmilnik koračnega motorja. Po zaključenem zajemu z izbranim intervalom zapisovanja se podatki skupaj z

### 3 Analiza podatkov

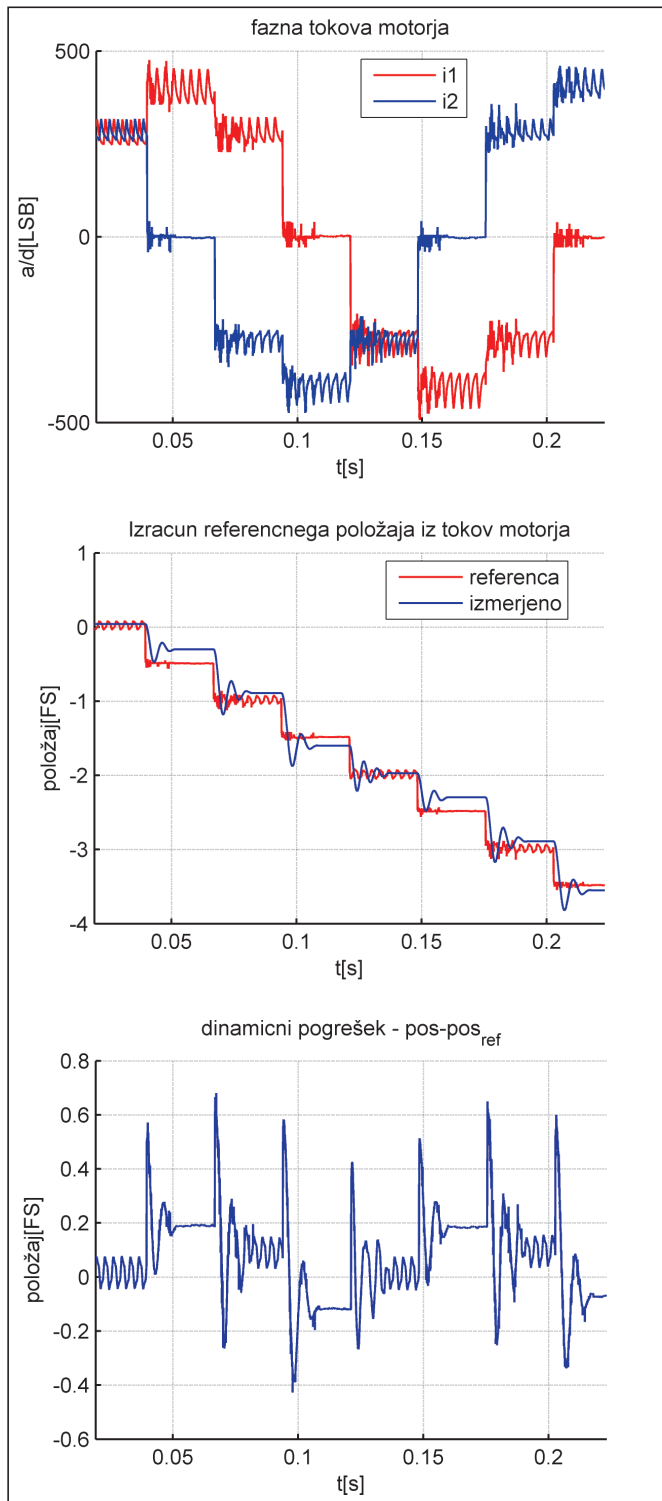
Analiza podatkov in izdelava poročil poteka na osebem računalniku s pomočjo programskega paketa Matlab in ustreznih komandnih datotek (m datoteke). Program obdela zapisane podatke in tvori poročila, opisana v naslednjem poglavju.

### 4 Meritve koračnih motorjev

S pomočjo merilnika lahko sprožimo ustrezen gib in ob tem v izbranih intervalih zapisujemo izbrane veličine. Slika 11 kaže primer zajetih tokov, položaja in dinamičnega pogreška motorja.

J motor (gcm <sup>2</sup> )	J sklopka (gcm <sup>2</sup> )	J dajalnik (gcm <sup>2</sup> )	J skupaj (gcm <sup>2</sup> )	J skupaj/J mot.
KPM25T48 <b>0,85</b>	EK 1/22-2/4 <b>0,7</b>	ROD1080 <b>4,5</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>
KPM25T48 <b>0,85</b>	SCANCON-2MCH <b>0,25</b>		<b>1,1</b>	<b>1,3</b>
23LM-C373 <b>120</b>	18EBN3 <b>3</b>	ROD450 <b>26</b>	<b>149</b>	<b>1,2</b>
KPM-3A <b>24</b>	EK 4/20-4/5 <b>2</b>	MAXON-EC32 20	<b>56</b>	<b>1,9</b>

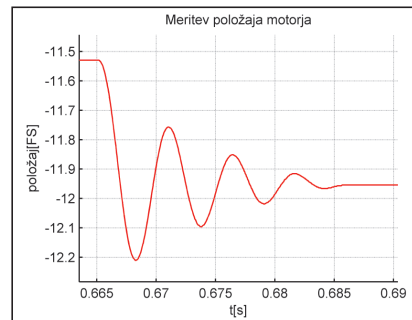
Slika 10. Vztrajnostni momenti motorjev in sistemov



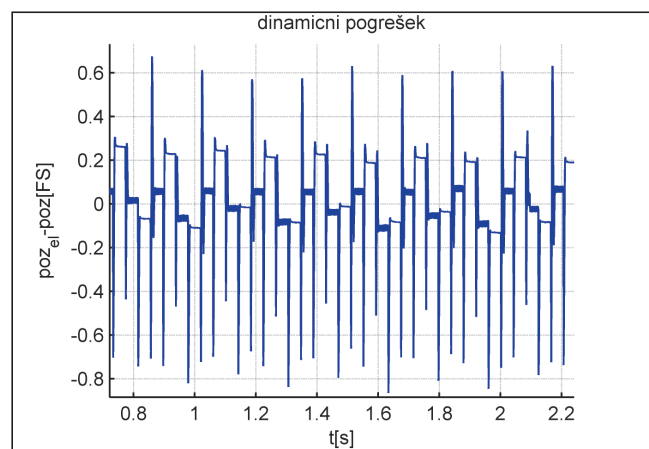
Slika 11. Prikaz tokov, položaja in dinamičnega pogreška za KPM25T48 + SCANCON 2MCH pri 1/2 korakih

#### 4.1 Odziv na korak

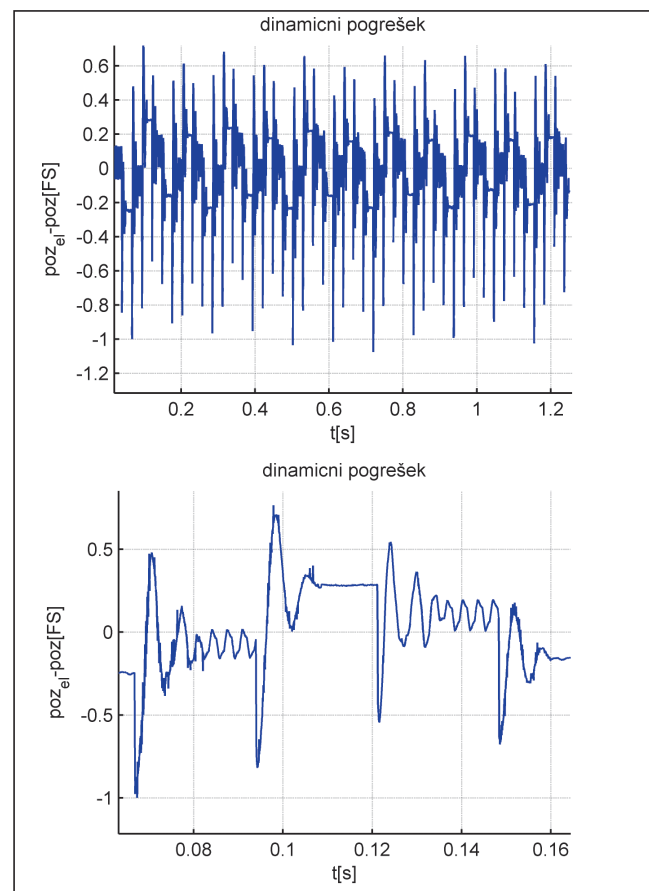
Dinamični odzivi na korak predstavljajo časovni potek položaja ob izvedbi koraka – slika 12. Pogrešek dobimo s primerjavo dejanskega in referenčnega položaja motorja – slika 13.



Slika 12. Dinamični odziv, KPM25T48-SCANCON 2MCH (400 mA, 1/2 korak)



Slika 13. Dinamični pogrešek pri delovanju s polovičnimi koraki TMC211-KPM25T48-ROD1080, 800 mA

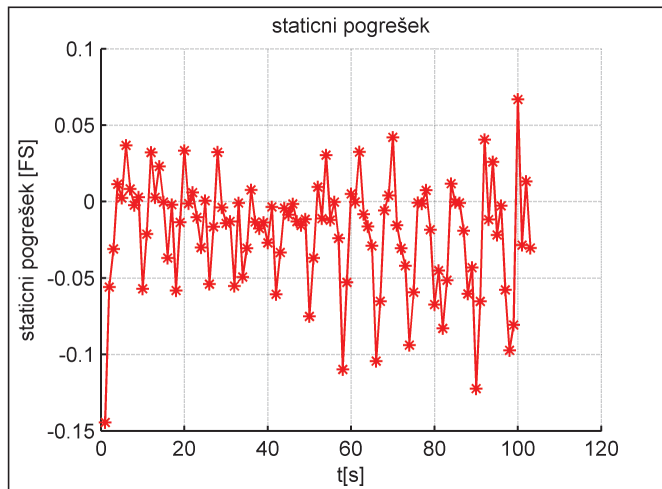


Slika 14. Dinamični pogrešek KPM25T48-SCANCON 2MCH (400 mA, FS, 18 FS/s)



### 4.2 Statična točnost položaja

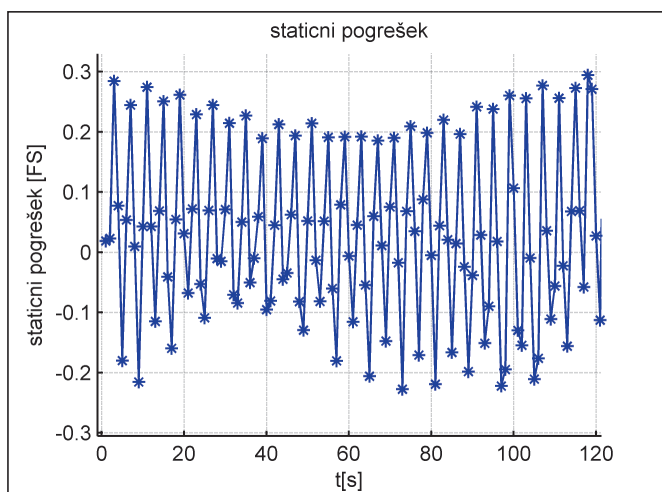
Motor se po izvedbi koraka ne ustavi vedno v ustreznem položaju. Sliki 15 in 16 kažeta statični pogrešek – odstopanje statičnega položaja posameznega koraka za dva različna merilna sistema.



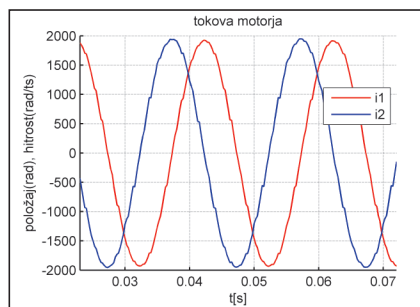
Slika 15. Statični pogrešek pri delovanju s polovičnimi koraki TMC211-23LM-C373-ROD450 (800 mA, 1/2, 1 FS/s)

### 4.3 Točnost mikrokorakov

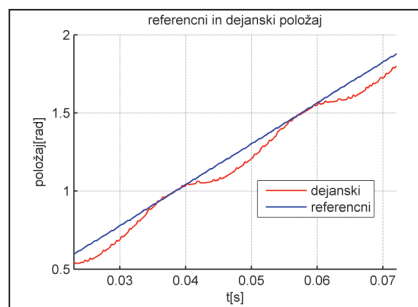
Pri sinusnem spreminjanju tokov pričakujemo enakomerno gibanje in s tem posledično gladek moment motorja. Vendar zaradi konstrukcije motorja temu običajno ni tako. Sliki 17 in 18 kažeta odvisnost dejanskega položaja od tokov motorja.



Slika 16. Statični pogrešek pri delovanju s polovičnimi koraki TMC211-KPM25T48-ROD1080, 800 mA



Slika 17. Tokova motorja v načinu mikrokorakov



Slika 18. Odstopanje dejanskega položaja od referenčnega v načinu mikrokorakov (KPM-3A- Maxon EC32)

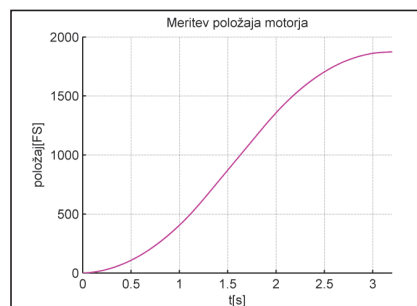
### 4.4 Resonance

Motor in celotni pogon imata lastne resonančne frekvence. Če se frekvenca izvajanja korakov približa kateri izmed njih, sistem poudarjeno zaniha. Te frekvence so odvisne od električnega navora oziroma od to-

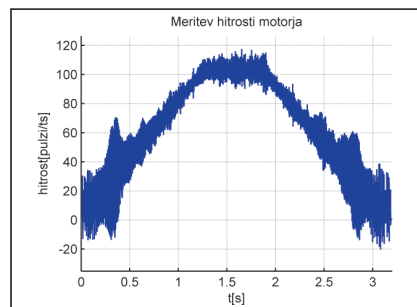
kov motorja. Sliki 20 in 21 to kažeta za gib, ki ga prikazuje slika 19.

### 4.5 Dinamična točnost položaja

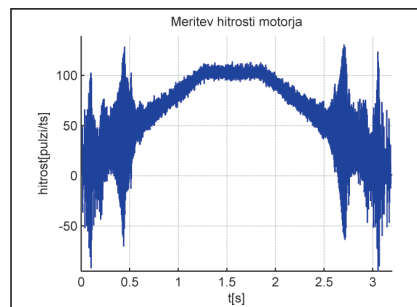
Gibanje pri različnih hitrostih povzroča različno zaostajanje dejan-



Slika 19. Položaj za KPM25T48-SCANCON 2MCH (1/2 korak, 973 FS/s, 735 FS/s<sup>2</sup>)

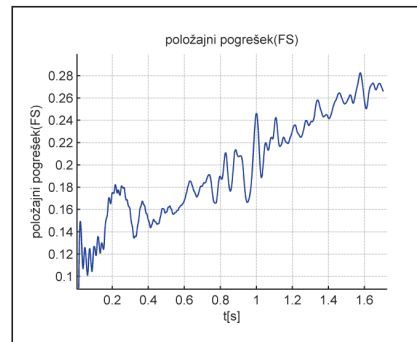


Slika 20. Resonančni odziv za KPM25T48-SCANCON 2MCH (400 mA, 1/2 korak, 973 FS/s, 735 FS/s<sup>2</sup>)



Slika 21. Resonančni odziv za KPM25T48-SCANCON 2MCH (800 mA, 1/2 korak, 973 FS/s, 735 FS/s<sup>2</sup>)

skega položaja za referenčnim. Slika 22 kaže odvisnost zaostajanja položaja od hitrosti motorja. Edina obremenitev motorja je inkremen-

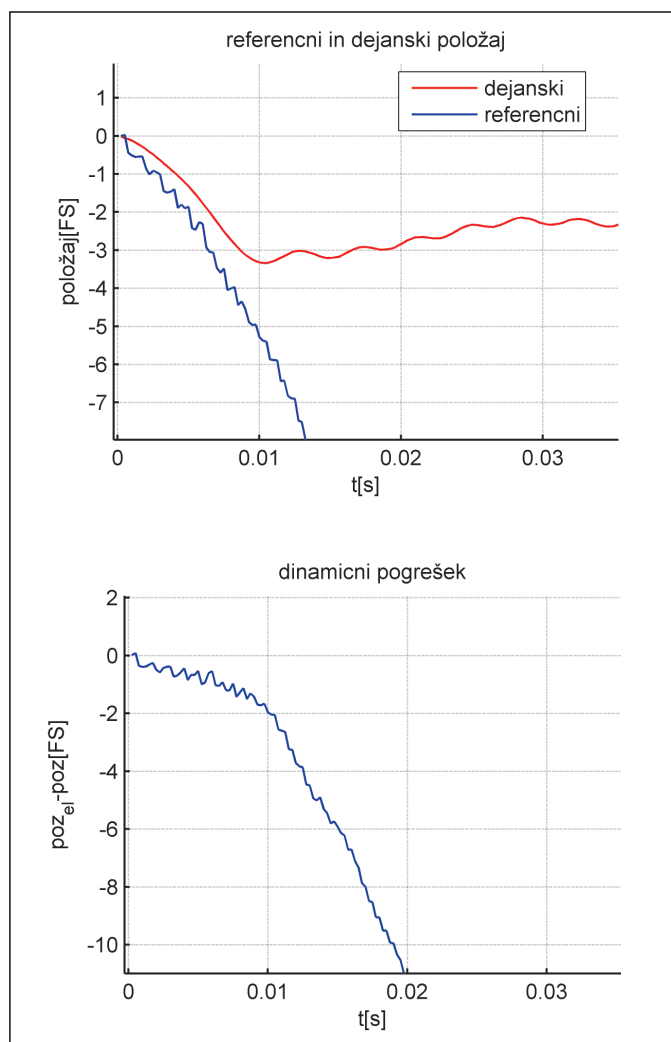


Slika 22. Dinamična točnost položaja za KPM25T48-SCANCON 2MCH (1/2 korak, 473 FS/s, 336 mA)

talni dajalnik. Na sliki so prikazani tudi resonančni pojavi.

## 4.6 Preskakovanje

Ko pogrešek naraste preko dveh polnih korakov, motor preide v novo mirovno lego in pri tem izgubi 4 polne korake.



**Slika 23.** Izguba koraka KPM25T48-SCANCON 2MCH (200 mA,  $\frac{1}{2}$  FS,  $v_{min} = 182$ ,  $v_{max} = 973$  FS/s,  $34925$  FS/s<sup>2</sup>)

## 5 Zaključek

Opisana merilna naprava skupaj s priloženo programsko opremo za off-line analizo omogoča enostavno in hitro merjenje motorjev. Ob merilniku je potrebno na motor prigraditi samo inkrementalni dajalnik. Naprava je preizkušena na majhnih motorjih KPM25T48 firme Iskra

Mehanizmi. Ti zaradi majhnosti postavljajo visoke zahteve do merilnika.

## Viri

- [1] Takashi Kenjo and Akira Sugawara, Stepping Motors and Their Microprocessor Controls, Second Edition. New York: Clarendon 2003.
- [2] Douglas W. Jones, Control of Stepping Motors, spletna stran (datum dostopa 15. 2. 2007): <http://www.cs.uiowa.edu/~jones/step/>.
- [3] Euclid Research, Stepper Motor Dynamics Analyzer, spletna stran (datum dostopa 15. 2. 2007): [http://www.euclidres.com/apps/stepper\\_motor/stepper.htm](http://www.euclidres.com/apps/stepper_motor/stepper.htm).
- [4] Ekar Danilo, Rekelj Andraž, Sistem za merjenje momenta malih koračnih motorjev, Innovative Automotive Technology – IAT '05, Bled.
- [5] Aljaž Kapun, Aleš Hace and Karel Jezernik, Identification of Stepping Motor Parameters, University of Maribor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Institute of Robotics, Maribor, Slovenia 2007. Sprejeto za objavo, EUROCON 2007 International Conference on COMPUTER AS A TOOL, Warsaw University of Technology, Poland, September 9–12, 2007.
- [6] Milan Čurkovič, Aleš Hace, Analizator dinamičnega obnašanja koračnih motorjev, Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu – AIG '07, 11. in 12. april 2007, Maribor, Slovenija.
- [7] Spletna stran DSP2-kartice, <http://www.ro.feri.uni-mb.si/projekti/dsp2> (datum dostopa 20. 5. 2007).
- [8] Spletna stran firme TRINAMIC, <http://www.trinamic.com/tmc> (datum dostopa 20. 5. 2007).
- [9] TRINAMIC, TMC211 DATASHEET (V. 1.04 / January 7, 2005), [www.trinamic.com](http://www.trinamic.com), (datum dostopa 20. 5. 2007).

## Stepper-Motor-Dynamics Analyzer

**Abstract:** This paper describes the Stepper Motor Dynamics Analyzer. The analyzer is capable of producing several typical characteristics of stepper motors, such as the step response, the static step accuracy, the micro-step accuracy and the dynamics position accuracy. The analyzer can be used in the development and production phases of stepper motors.

**Keywords:** position and velocity measurement, stepper motor, incremental encoder,



# Algoritem za izločanje laserske črte pri zaznavanju ovir s strukturirano svetlobo \*

Simon KLANČNIK, Aleš MEDVEŠEK, Peter LEPEJ, Karl BENKIČ

**Izveček:** V članku bomo predstavili sistem za zaznavanje ovir s strukturirano svetlobo. Sistem smo razvili za povečanje varnosti uporabnika govorno vodenega invalidskega vozička. Ob poznanih parametrih namestitve kamere in izvora laserske svetlobe ter o položaju projicirane laserske črte na sliki, do katere pridemo s primerno digitalno obdelavo slik, lahko ugotovljamo prisotnost ovire in določamo njen položaj. Testiranja so pokazala, da je delovanje sistema zelo učinkovito.

**Ključne besede:** računalniški vid, zaznavanje ovir, laserska triangulacija, kamera, laser,

## ■ 1 Uvod

Na študijski smeri mehatronika že nekaj let razvijamo avtonomni, glasovno vodeni invalidski voziček VOIC [1]. Voziček je namenjen predvsem ljudem, ki so močno gibalno ovirani in zato ne morejo uporabljati klasičnega invalidskega vozička. Razpoznavanje govora poteka preko usmerjene nevronske mreže, ki pa v nekaterih okoliščinah ni popolnoma zanesljiva. Zato je bil na voziček za prepoznavanje ovir in izogibanje oviram dodan varnostni sistem (VS), zgrajen na podlagi ultrazvočnih senzorjev. Rezultati testiranja tega VS so pokazali, da tudi VS samo z

ultrazvočnimi senzorji v določenih položajih ni zanesljiv. Tako smo se odločili za dopolnitev ultrazvočnih senzorjev s sistemom, ki zaznava ovire s strukturirano lasersko svetlobo.

Zaznavanje ovir na podlagi strojnega vida je najpogosteje izvedeno z detekcijo robov. Sami robovi na zajeti sliki pa ne povedo ničesar o globini, razen če uporabimo najmanj dve kameri oz. stereovid, kar deluje zelo podobno človeškemu dojemanju tretje dimenzije.

V tem članku bomo predstavili delo, ki je nadaljevanje članka: »Zaznavanje ovir s pomočjo strukturirane svetlobe« [2]. V omenjenem članku so opisani strojna in programska oprema, princip zaznavanja ovir s strukturirano svetlobo z znanimi geometrijskimi lastnostmi, obdelava slike s pragovno metodo in zgoščevanjem, detekcija robov ovire z mehko logiko, razdelan je bil primer zaznavanja laserske pike. Tukaj predstavljeno delo temelji predvsem na razširitvi sistema na zaznavanje ovir s projicirano lasersko črto. V ta namen smo za našo uporabo razvili

dva algoritma obdelave slike, ki sta sposobna zanesljivo določiti položaj laserske črte na sliki in ju bomo v tem delu tudi podrobneje predstavili. Do učinkovitega in zanesljivega algoritma smo prišli z opazovanjem obnašanja laserske svetlobe v različnih okoljih in razmerah. Z eksperimenti smo ugotovili, da za naš problem barvni prostor HSL [4] ni bistveno učinkovitejši in smo ostali pri barvnem modelu RGB [3, 5].

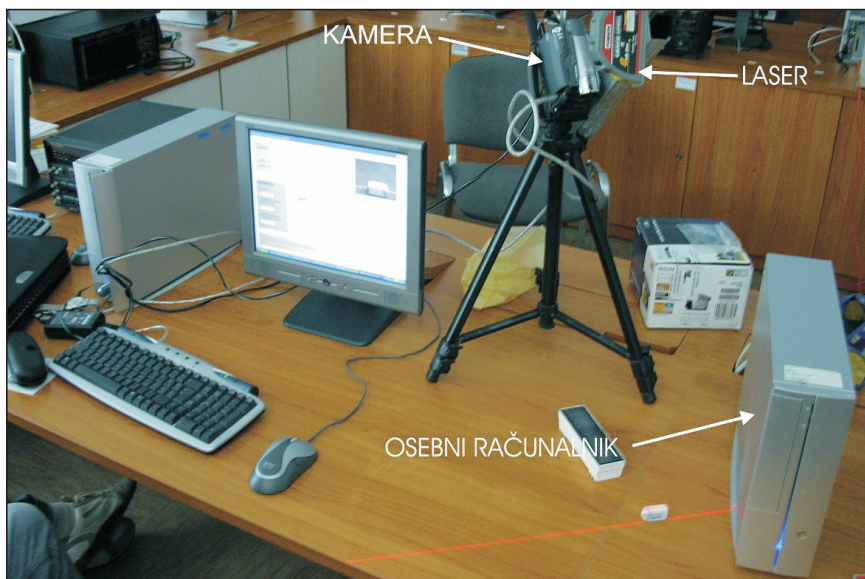
Članek je organiziran v naslednjem vrstnem redu. V drugem poglavju bomo predstavili princip zaznavanja ovir z aktivno lasersko triangulacijo. Algoritem obdelave zajete slike bomo podrobneje predstavili v tretjem poglavju in sicer bomo predstavili dva različna načina obdelave slike (metodo glajenja in algoritem sledenja laserski črti), ki smo ju razvili in sta se oba izkazala kot učinkovita. Od metode glajenja pričakujemo nekoliko večjo učinkovitost prepoznavne laserske svetlobe, od algoritma sledenja pa pričakujemo hitrejšo obdelavo. Rezultate in ugotovitve bomo predstavili v četrtem poglavju, končali pa bomo s kratkim zaključkom.

Simon Klančnik, univ. dipl. inž., Aleš Medvešek, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo; Peter Lepej, Karl Benkič, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

\* Za vzpodbude, mentorstvo in koristne nasvete se zahvaljujemo doc. dr. Petru Planinšiču.

## ■ 2 Princip zaznavanja ovir z aktivno lasersko triangulacijo

Ovire zaznavamo s kamero in izvorom laserske svetlobe, ki v našem primeru projicira lasersko črto. Laserski izvor je nameščen nad kamero in projicira prečno črto na tla pred voziček. Ko se pred vozičkom pojavi ovira, se na sliki, ki jo zajamemo s kamero, spremeni pozicija laserske črte. Na *sliki 1* je predstavljen laboratorijski prototip sistema, ki ga sestavlja stojalo z nameščeno kamero in izvorom laserske črte ter osebni računalnik, na katerega je priključena kamera.



Slika 1. Laboratorijski prototip sistema

Sistem je najprej potrebno kalibrirati. Začetni (referenčni) položaj črte na sliki, ki jo zajame kamera, dobimo tako, da lasersko črto projiciramo na razdaljo  $L_k$  pred voziček, ko pred njim ni ovir (*slika 2*). V trenutku, ko se pred vozičkom pojavi ovira, se pozicija laserske črte na zajeti sliki spremeni za vrednost  $u$  glede na referenčni položaj. Celotno lasersko črto na sliki smo razdelili na pet enako velikih območij, v vsakem od teh območij pa iščemo točko, katere pozicija  $u$  se najbolj spremeni glede na referenčno lego črte. Tako pridobimo informacijo o najbližji potencialni oviri v posameznem območju in v kateri smeri je glede na smer vožnje vozička. Oviro zaznamo, ko je sprememba  $u$  enaka vsaj enemu slikovnemu elementu slike (pikslu), njeno oddaljenost  $L_o$  pa izračunamo po enačbi:

$$L_o = L_k - Z, \quad (1)$$

kjer je  $Z$  razdalja od mesta odboja od ovire do mesta, kjer je bila pri kalibraciji projicirana laserska črta.

Za pravokotni trikotnik  $\triangle ABC$  na *sliki 1* lahko zapišemo:

$$\begin{aligned} \sin(\alpha - \beta) &= \frac{u'}{d} \Rightarrow d = \\ &= \frac{u'}{\sin(\alpha - \beta)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Za drugi pravokotni trikotnik  $\triangle ABD$  pa zapišemo:

$$\begin{aligned} \cos(90 - \beta) &= \frac{Z}{d} \Rightarrow Z = d \cdot \\ &\cdot \cos(90 - \beta). \end{aligned} \quad (3)$$

Če združimo enačbi (2) in (3), dobimo izraz za izračun razdalje  $Z$ :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{u' \cdot \cos(90 - \beta)}{\sin(\alpha - \beta)} = \\ &= \frac{u' \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)}. \end{aligned} \quad (4)$$

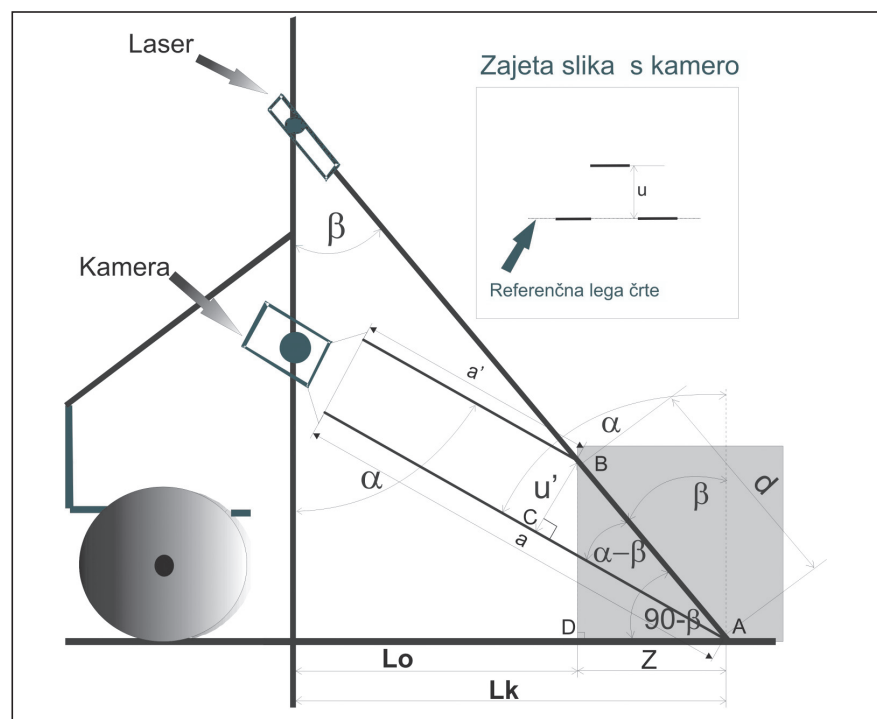
Objektiv kamere modeliramo kot tanko zbiralno lečo, pri kateri dobimo pri preslikavi čez njo realno, pomanjšano in obrnjeno sliko (*slika 3*).

Enačbo tanke leče zapišemo kot:

$$\frac{1}{a'} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \quad (5)$$

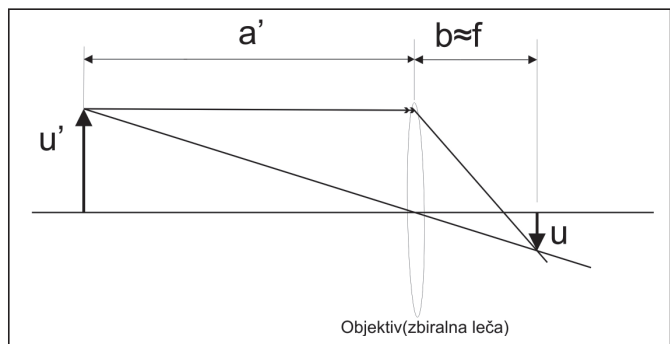
kjer je  $a'$  oddaljenost "predmeta"  $u'$  od leče,  $b$  je razdalja od leče do slike "predmeta"  $u$ ,  $f$  pa je goriščna razdalja kamere. V naši aplikaciji je razdalja  $a'$  okoli 2 m, kar je veliko več od goriščne razdalje kamere in zato lahko v enačbi (5) člen  $1/a$  zanemarimo in tako privzamemo, da je  $b \approx f$ .

Povečavo kamere lahko zapišemo kot:



Slika 2. Prikaz geometrijskih odvisnosti laserske triangulacije





Slika 3. Optična preslikava preko tanke leče

$$P = \frac{u}{u'} = \frac{b}{a'} \approx \frac{f}{a'} \quad (6)$$

Ker nas zanima razmerje med velikostjo dejanskega "objekta" in velikostjo na sliki, iz enačbe (6) izrazimo  $u'$  in dobimo:

$$u' = u \cdot \frac{a'}{f} \quad (7)$$

pri tem smo približek zamenjali z enačajem. Prav tako lahko iz enačbe (4) izrazimo  $u'$ :

$$u' = \frac{Z \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\sin \beta} \quad (8)$$

Kot vidimo iz geometrije na sliki 1, lahko razdaljo  $Z$  zapišemo tudi kot:

$$Z = L_k - L_o = a \cdot \sin \alpha - a' \cdot \sin \alpha = (a - a') \sin \alpha,$$

kjer je  $a = \frac{L_k}{\sin \alpha}$  (9)

Izraz (9) vstavimo v enačbo (8) in dobljeni izraz za  $u'$  izenačimo z izrazom (7), pa dobimo:

$$u' = \frac{(a - a') \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\sin \beta} = u \cdot \frac{a'}{f} \quad (10)$$

Sedaj lahko iz desne enačbe (10) izrazimo dolžino  $a'$ :

$$a' = \frac{\sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot a \cdot f}{\sin \beta \cdot u + \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot f} \quad (11)$$

Če v enačbi (4) upoštevamo enačbo (7), dobimo:

$$Z = \frac{u \cdot \frac{a'}{f} \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)} \quad (12)$$

Nato vstavimo izraz (11) v enačbo (12) in dobimo:

$$Z = \frac{u \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin \beta \cdot u + \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot f} \quad (13)$$

V enačbi (13) lahko še upoštevamo, da je  $a = L_k / \sin$  in to zapišemo kot:

$$Z = \frac{u \cdot \sin \beta \cdot L_k}{\sin \beta \cdot u + \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot f} \quad (14)$$

V naši aplikaciji nas zanima razdalja od sistema do ovire ( $L_o$ ). Če v enačbi (1) upoštevamo enačbo (14), dobimo končni izraz za izračun oddaljenosti ovire:

$$L_o = L_k - \frac{u \cdot \sin \beta \cdot L_k}{\sin \beta \cdot u + \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot f} \quad (15)$$

V izrazu (15) so vsi parametri poznani, premik na sliki  $u$  pa izmerimo s kamero oziroma računalnikom.

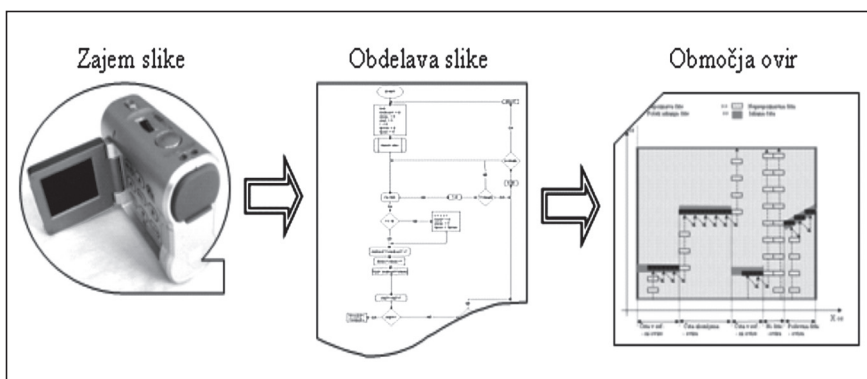
### 3 Obdelava slike

Kot smo že povedali, potrebujemo za ugotavljanje prisotnosti ovire in določanje njenega položaja informacijo o spremembi položaja ( $u$ ) laserske črte na sliki, zajeti s kamero. Na zajeti sliki so poleg projicirane črte navadno še drugi objekti. S primerno obdelavo slike izločimo lasersko črto iz ozadja in določimo njen položaj na sliki, kar pa ni vedno enostavno, saj se v realnem okolju lahko srečamo z različnimi motnjami, ki vplivajo na uspešnost izločanja laserske črte. Največje težave predstavlja neenakomerna osvetljenost področja, na katerem ugotavljamo ovire, in različne barve podlag, iz katerih je potrebno izločiti položaj laserske črte. Za lažje razumevanje v nadaljevanju opisanih algoritmov bomo najprej podali nekaj osnov. Slika je v digitalni obliki predstavljena kot matrika, v kateri je vsak njen element (piksel) predstavljen s tremi byti. Vsak byte predstavlja eno od barvnih komponent RGB (rdeča, zelena in modra) barv, ki lahko zavzemajo vrednosti od 0 do 255, kar pomeni odtenke posamezne barve [3].

Na sliki 4 je prikazan postopek delovanja sistema. V časovnih intervalih zajamemo novo sliko in jo obdelamo z algoritmom obdelave slike tako, da iz nje pridobimo potrebne informacije.

#### 3.1 Izločanje laserske črte z metodo glajenja

To metodo smo razvili za izločanje laserske črte s predpostavko, da la-



Slika 4. Potek obdelave slike

serska črta na sliki zavzema prečno lego na smer vožnje, zato nam zado-  
 stuje filter 1D [6], ki izloči laser  
 v vsakem stolpcu. Dobra lastnost  
 metode je zmanjševanje vpliva nee-  
 nakomerne osvetljenosti in neobču-  
 tljivost na širok spekter barv, ki jih  
 lahko ima laserska črta pri različnih  
 svetlobnih razmerah in barvah pod-  
 lage. Za zmanjševanje vpliva nee-  
 nakomerne osvetljenosti smo razvili  
 lasten postopek, pri katerem bar-  
 vne komponente  $R$ ,  $G$  in  $B$  (barvni  
 model RGB [3]) pretvorimo v novo  
 vrednost, ki smo jo označili s  $C$  in  
 izračunali po enačbi (16). Do enač-  
 be smo prišli z opazovanjem vred-  
 nosti komponent RGB, značilnih za  
 lasersko črto na različnih slikah.

$$C(x, y) = R(x, y) - \frac{G(x, y) + B(x, y)}{2} \quad (16)$$

S preslikavo poudarimo rdečo kom-  
 ponento in istočasno zmanjšamo  
 vpliv naslednjih dejavnikov: nee-

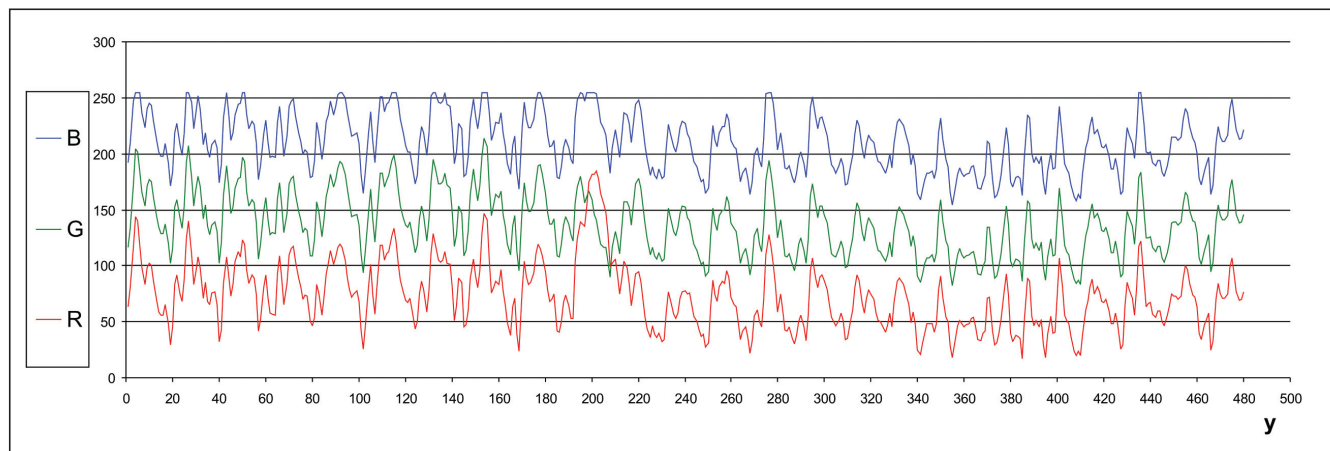
nakomerne osvetljenosti, hrapavo-  
 sti, ukrivljenosti površine, vpliva  
 drugih izvorov svetlobe. Ti dejavniki  
 otežujejo zaznavanje laserja (primer  
 prikazuje *slika 9*).

Na *sliki 5* je graf odtenkov barvnih  
 komponent  $R$ ,  $G$  in  $B$  za 264. stolpec  
 slike 9, ki smo ga za prikaz označili  
 z belo navpično črto. Vidimo lahko  
 osciliranje vsake komponente pose-  
 bej, kar predstavlja problem pri po-  
 stavljanju fiksnih pravil za izločanje  
 laserske svetlobe. Opazimo lahko,  
 da se posamezne komponente pri  
 prehodu iz manj osvetljenega po-  
 dročja v bolj osvetljeno povečajo  
 za približno enako vrednost. Če te  
 barvne komponente 264. stolpca  
 transformiramo z enačbo (16), do-  
 bimo graf, ki je prikazan na *sliki 6*.  
 Iz njega že na prvi pogled opazimo  
 izrazito odstopanje, ki pripada laser-  
 ski svetlobi.

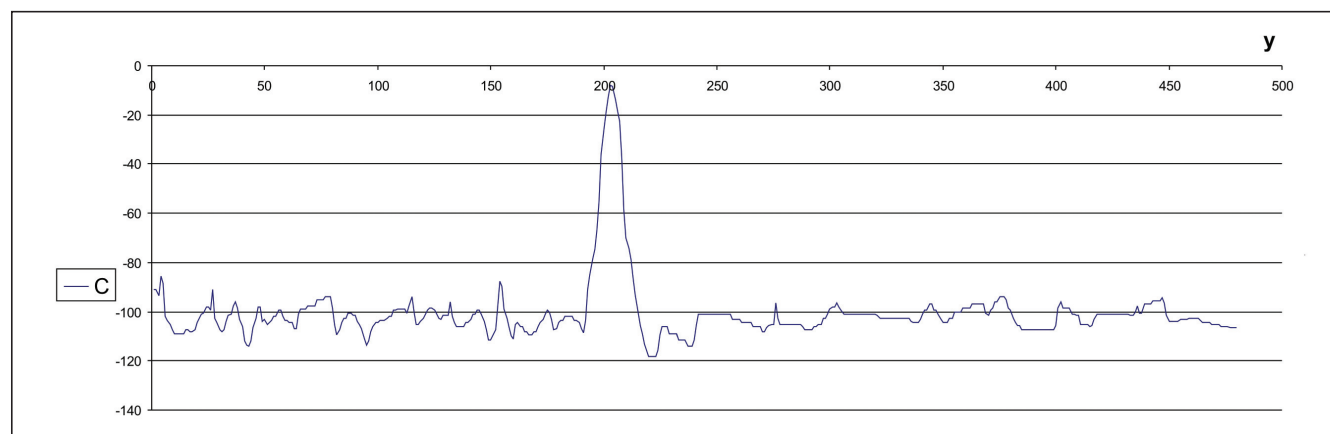
Pojavijo pa se nekatere dodatne  
 težave, saj  $C$  lahko zavzema vred-  
 nosti med 255 in -255. Na mestih,

osvetljenih z laserjem, so vrednosti  
 običajno med -20 in 220, zato ne  
 moremo določiti enotnega konstant-  
 nega praga, po katerem bi zane-  
 sljivo izločili lasersko svetlobo. Na  
 izrazito rdečih podlagah, kjer ima  
 komponenta  $R$  že zaradi podlage vi-  
 soko vrednost, pod vplivom laserja  
 ne more bistveno narasti, zato pa se  
 lahko povečata barvni komponenti  
 $G$  in/ali  $B$ , kar pa zaradi minusa v  
 enačbi (16) privede do obrnitve gra-  
 fa na *sliki 6*.

Pred voziček projiciramo lasersko  
 črto, zato smo se pri snovanju algo-  
 ritma po metodi glajenja osredotoči-  
 li predvsem na izločanje laserske  
 svetlobe v vsakem stolpcu posebej  
 (obravnavali bi lahko tudi dva sose-  
 dna stolpca ali več sosednjih stol-  
 pcev). Iz *slike 6* je razvidno, da laser  
 povzroča nastanek ozkega pulza, ki  
 se lahko pojavi na precej širokem  
 intervalu. Zato uvedemo zglajeni  
 potek vrednosti  $C$ , ki mora ignori-  
 rati nenadna odstopanja. Glajenje  
 oz. dušenje signala  $C$  smo izvedli



**Slika 5.** Barvni prikaz komponente za 264. stolpec slike 8



**Slika 6.** Preslikava komponent RGB v graf  $C$  odpravi večino težav zaradi neenakomerne osvetljenosti



po enačbi rekurzivnega sita (enačba (17)).

$$T_1(y) = k_1 \cdot T_1(y-1) + k_2 \cdot C(x, y);$$

$$x = konst. \quad (17)$$

V enačbi (17) predstavlja  $T_1$  dušeni signal, ki sledi  $C$  od vrha slike proti dnu,  $y$  je navpična koordinata piksla,  $x$  določa stolpec na sliki, konstanti  $k_1$  in  $k_2$  pa določata stopnjo glajenja in ju določimo glede na širo laserske

črte. Vsota obeh konstant je enaka 1. Na vrhu slike postavimo  $T_1$  na začetno vrednost  $C(0)$ . Da pridemo do želenega intervala, moramo glajenje opraviti tudi v smeri od dna proti vrhu, to storimo z enačbo (18).

$$T_2(y) = k_1 \cdot T_2(y+1) + k_2 \cdot C(x, y);$$

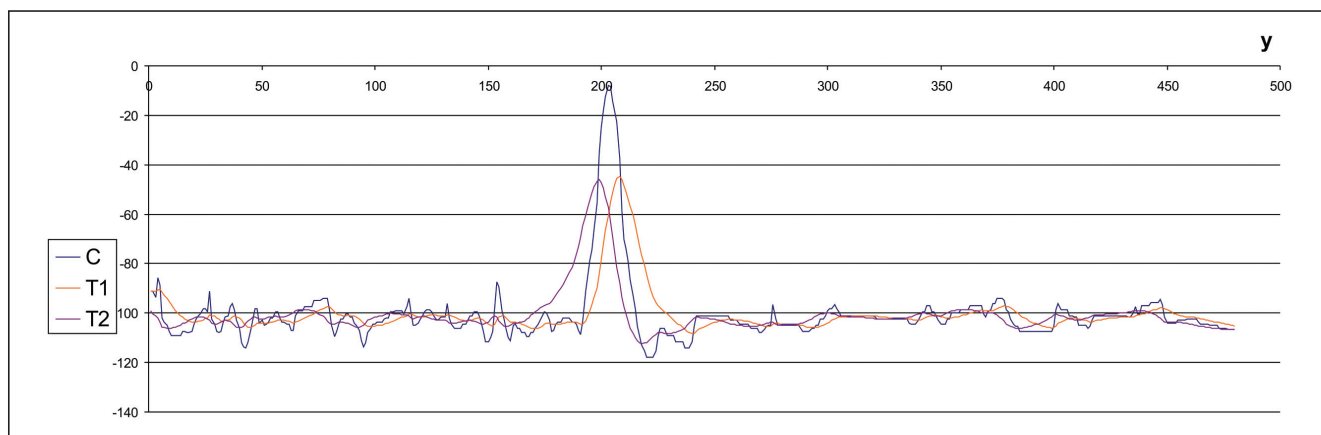
$$x = konst. \quad (18)$$

$T_2$  na dnu slike postavimo na vrednost  $C(H)$ , kjer je  $H$  višina slike.

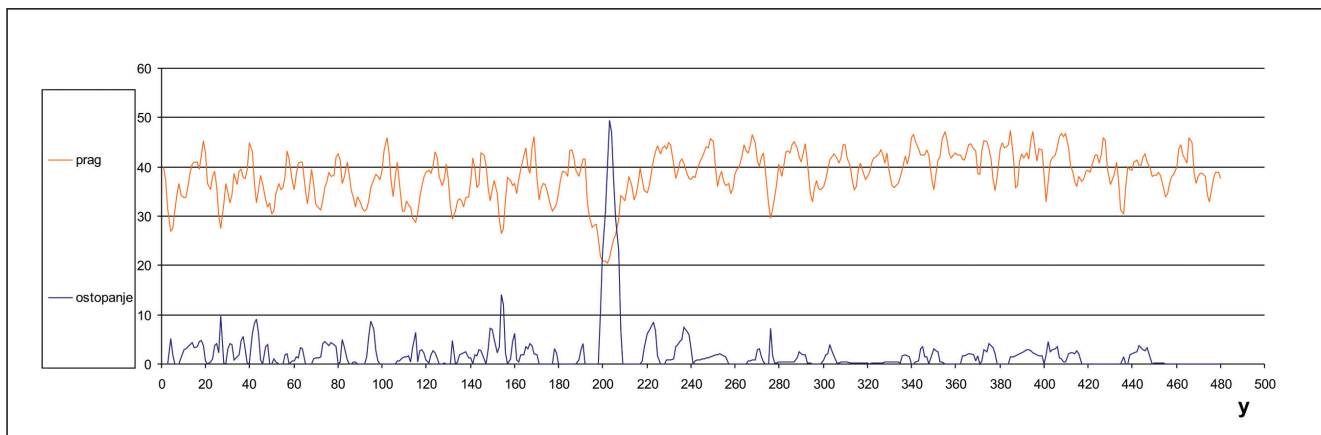
la so postavljene na nič. Upoštevati je potrebno tudi, da na dobro osvetljenih slikah ne moremo pričakovati tako velikih odstopanj kot pri slabše osvetljenih. Zato smo vpeljali adaptivni prag glede na komponento  $R$  za vsak piksel posebej po enačbi (19).

$$prag(x, y) = -k \cdot R(x, y) + n, \quad (19)$$

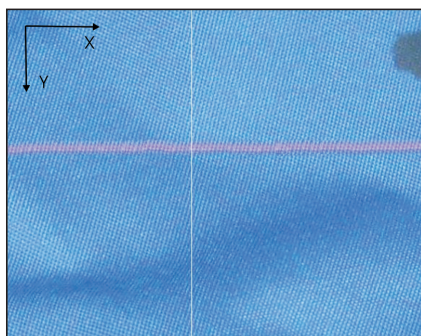
kjer sta konstanti  $k$  in  $n$  izbrani eksperimentalno. V našem primeru



Slika 7. Signal  $C$  z dodanim intervalom  $T_1, T_2$



Slika 8. Odstopanja  $C$  zunaj intervala ( $T_1, T_2$ ) prikazana absolutno in prag, določen na podlagi rdeče barve



Slika 9. S kamero zajeta slika, na kateri so vrhovi hrapave podlage skoraj beli, doline temnomodre, bela navpičnica pa označuje 264. stolpec

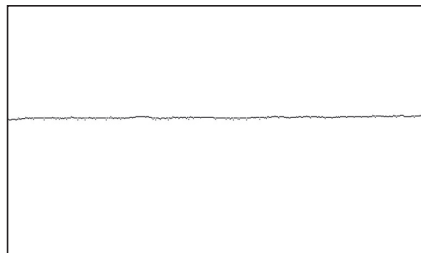
Tako dobljeno glajenje je izhod člena prvega reda v diskretni obliki. Signala  $T_1$  in  $T_2$  določata interval, znotraj katerega se načeloma nahaja  $C$ . Dovolj velika odstopanja signala  $C$  zunaj trendov pa pomenijo, da je na tem območju laserska črta, kar lahko vidimo na sliki 7, kjer je signal  $C$  moder,  $T_1$  oranžen,  $T_2$  pa označen z vijoličasto barvo.

Iz vrednosti  $C, T_1$  in  $T_2$  izrišemo graf (slika 8), na katerem so le absolutna odstopanja  $C$  zunaj intervala, ki ga določata  $T_1$  in  $T_2$ . Vrednosti  $C$  znotraj interva-

sma jima priredili vrednosti  $k = 0,16$  in  $n = 50$ .

Za večjo zanesljivost izločanja laserske črte poleg praga sproti zapisujemo tudi velikost odstopanja preko praga in, če se presežki pojavijo na več mestih, upoštevamo kot posledico laserja samo piksel, pri katerem je presežek največji. Tako upoštevamo samo eno lasersko črto in izločimo tudi morebitne odboje. Gornji grafi prikazujejo delovanje algoritma in se nanašajo na 264. stolpec slike 9. Rezultat, ki ga dobimo, ko sliko

9 obdelamo z metodo trendov, je prikazan na *sliki 10*.



**Slika 10.** Črna barva označuje izločeno lasersko črto, bela pa ozadje (okvir slike je dodan zaradi preglednosti)

### 3.2 Izločanje laserske črte z algoritmom sledenja

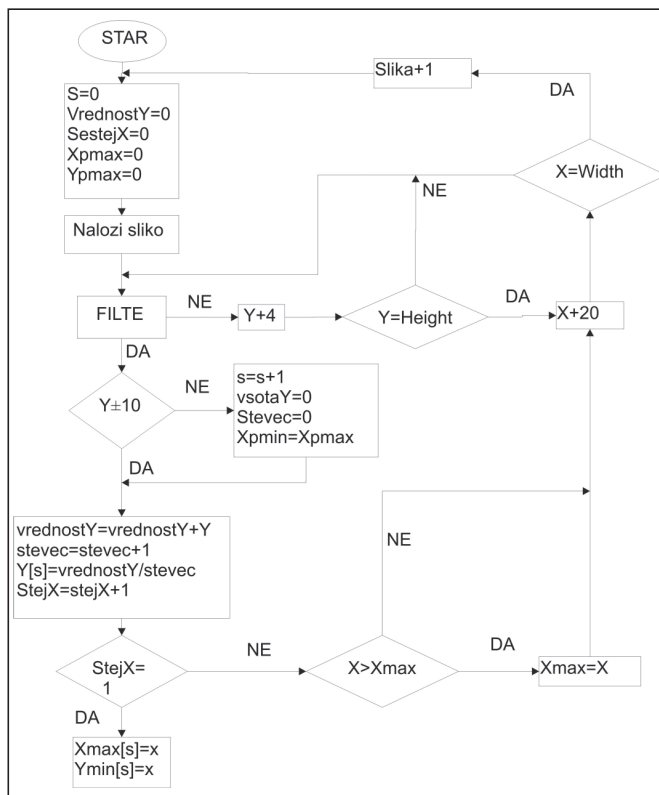
Lasersko črto smo prepoznali s pragom (threshold), ki je pogojeval nadaljevano obdelavo pikselov. Prag je seštevek vseh maksimalnih vrednosti R, G ali B posameznih pikselov v oknu:

$$MaxB = M \cdot n \quad (20)$$

V enačbi (20) predstavlja  $n$  število pikselov v oknu,  $M$  maksimalno vrednost odtenkov posamezne barve, ki je 255,  $MaxB$  je maksimalna možna vrednost barve: rdeče, zelene ali modre. Tako lahko prepoznavamo rdeče barve v idealnem okolju, ki pa zaradi motenj iz okolice v realnosti ni mogoča. Zato to dobljeno vrednost prilagodimo tako, da jo ustrezno zmanjšamo s faktorjem, ki smo ga določili s poskušanjem.

Algoritem prepoznavanja poteka s "potovanjem korelacijskega filtra" v obliki okna oziroma maske (matrika uteži pikselov), ki potuje po osi  $y$  navzgor (*slika 12*). Ko je pogoj praga izpolnjen, okno zazna črto in podatek se zapiše v obliki položaja zaznanega piksla  $(x,y)$ . Tu  $Y$  poda višino črte, ki je enaka referenčni vrednosti  $y$ , če ni ovire,  $X$  pa poda začetek črte. Nadaljnjo obdelavo smo poimenovali sledenje črti. Algoritem najprej prepozna začetek črte, nato sledi črti tako, da se filtrirno okno prestavi v naslednji stolpec in nekaj korakov po vrstici nazaj ter ponovno preveri, ali je pogoj praga izpolnjen. Če je pogoj izpolnjen, se koordinate shranijo, filter pa skoči v naslednji stolpec, če pa pogoj ni izpolnjen, nadaljuje pot navzgor, dokler ne zazna črte ali doseže vrha. Ta postopek prikazuje slika 12. Zaradi možnih odstopanj (različna osvetlitev okolice, različna barvna podlaga, manjši nakloni črte) je učinek filtra slabši in črta ni zaznana na dejanski višini. Zato pri manjših vrednostih  $y$  od začetne oziroma referenčne vrednosti (npr.:  $y = \pm 10$ ) predpostavimo, da ta del še spada v osnovno črto, sicer pa gre za lom črte oziroma oviro. Manjša odstopanja rešimo s preprostim izračunom povprečne vrednosti pikselov teh odstopanj. Piksele, ki imajo večje odstopanje, zapišemo v novo matriko, ki predstavlja oviro. To nadaljujemo čez celotno širino slike. Tako smo določili lome črte, imamo torej več matrik in za vsako vrednost  $y$ . Sedaj moramo določiti, od kod do kod traja lom črte

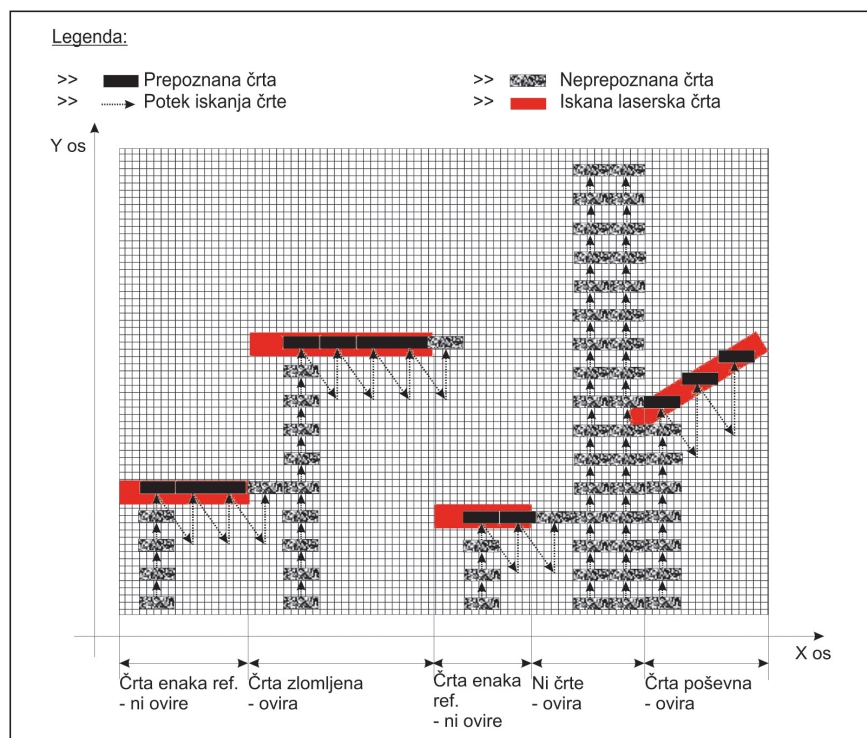
pek prikazuje slika 12. Zaradi možnih odstopanj (različna osvetlitev okolice, različna barvna podlaga, manjši nakloni črte) je učinek filtra slabši in črta ni zaznana na dejanski višini. Zato pri manjših vrednostih  $y$  od začetne oziroma referenčne vrednosti (npr.:  $y = \pm 10$ ) predpostavimo, da ta del še spada v osnovno črto, sicer pa gre za lom črte oziroma oviro. Manjša odstopanja rešimo s preprostim izračunom povprečne vrednosti pikselov teh odstopanj. Piksele, ki imajo večje odstopanje, zapišemo v novo matriko, ki predstavlja oviro. To nadaljujemo čez celotno širino slike. Tako smo določili lome črte, imamo torej več matrik in za vsako vrednost  $y$ . Sedaj moramo določiti, od kod do kod traja lom črte



**Slika 11.** Diagram poteka izločanja laserske črte z algoritmom sledenja

za določen  $y$ , to naredimo z iskanjem največjega in najmanjšega števila  $x$ , ki vstopa v okno.

Za zanesljivejšo prepoznavo črte smo izvedli naslednje:

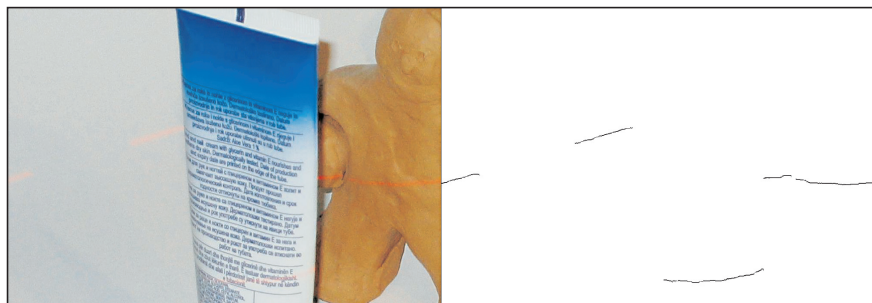


**Slika 12.** Potek prepoznavanja sledenja laserske črte



Za prepoznavo črte smo vzeli matriko pikselov (masko) v obliki horizontalno podaljšanega pravokotnika (npr.:  $5 \times$

zajemamo, velika (močna sončna svetloba ...), je izločanje laserske črte težko (slika 13).



**Slika 13.** Z algoritmom glajenja izločena laserska črta, projicirana v okolico, osvetljeno s sončno svetlobo. Na levi strani je prikazana originalna slika, na desni pa izločena laserska črta.

$2, 10 \times 3 \dots$ ), saj se s tem približamo obliki črte in povečamo verjetnost zaznave prave črte. Pomagamo si lahko tudi z določitvijo maksimalne širine črte. Postopka se lotimo tako, da najprej testiramo laser pri različnih kotih projiciranja črte, rezultat tega testa bo maksimalna širina, ki je mogoča. Z zaznavo pikselov z oknom lahko dejansko določimo naklon črte, ki je določen z dolžino matrike glede na maksimalno možno debelino črte.

Z algoritmom sledenja dejansko sledimo črti in s tem obdelamo le približno 35 % slike. Tako pridobimo na procesorskem času, ki je bistven pri obdelavi v realnem času.

#### ■ 4 Rezultati

Programsko opremo aplikacije smo razvili v okolju operacijskega sistema Windows XP in razvojnega okolja. NET in sicer v programskem jeziku C#. Slike, ki jih obdelujemo, imajo resolucijo  $720 \times 567$  pikselov. Algoritme smo testirali na osebni računalniku AMD Athlon 2400+, s 512 MB delovnega spomina. Izvedli smo ločena testiranja algoritmov "glajenja" in "sledenja". Z algoritmom "glajenja" smo lahko vsakih 80 ms obdelali novo sliko, z algoritmom "sledenja" pa 50 ms. Za uporabo v realnem času potrebujemo čim krajši čas obdelave, zato je v tem pogledu slednji algoritem boljši.

Algoritma smo testirali v različnih realnih okoljih in razmerah. Ko je osvetljenost okolice, katere sliko

Prav tako je lasersko črto na sliki težko zaznati pri določenih barvah podlage, na katero se projicira laserska črta. Testiranja algoritma glajenja so pokazala, da je algoritem sposoben učinkovito izločiti lasersko črto na sliki tudi v omenjenih primerih. Algoritem postane nezanesljiv, ko je osvetljenost prostora tako velika, da laserske črte "skoraj" več ne vidimo s prostim očesom. Rezultati, ki smo jih dobili s testiranjem algoritma sledenja, so pokazali, da je algoritem učinkovit v okoljih, kjer ni močne sončne svetlobe (v laboratoriju). Prav tako je algoritem nezanesljiv pri določenih barvah podlage, na katero se projicira laserska črta.

Testiranja sistema za zaznavanje ovir so pokazala, da lahko z njim uspešno zaznamo oviro in določimo njeno oddaljenost. Ena od prednosti sistema je, da lahko z njim zaznamo tudi luknje v podlagi (stopnice, jama ...). Glede na rezultate lahko rečemo, da s sistemom zaznamo vsako oviro v smeri gibanja vozička, razen ovir iz stekla, na katerih se laserska svetloba ne odbije. Dopolnitev obstoječega VS (z ultrazvočnimi senzorji) na invalidskem vozičku bo tako omogočila zanesljivo zaznavanje ovir v vseh okoliščinah.

#### ■ 5 Zaključek

V članku sta predstavljena dva algoritma digitalne obdelave slike. Prednost izločanja črte po metodi "glajenja" je, da metoda zelo učinkovito loči lasersko črto od ozadja, vendar porabi preveč procesorskega časa za uporabo v

naši aplikaciji. Algoritem "sledenja" črti je časovno ugoden, vendar manj zanesljiv. V prihodnosti bomo opisana algoritma združili, s čimer bomo poiskali kompromis med hitrostjo in zanesljivostjo. Z algoritmom "sledenja" ni potrebno obdelovati celotne slike, ampak je dovolj, če obdelamo samo del, v katerem pričakujemo lasersko črto. V tej združitvi vidimo precejšen napredek naših raziskav, na katerih bomo gradili naš algoritem v prihodnosti. Vse skupaj bomo implementirali na zmogljivem digitalnem signalnem procesorju (DSP), kar bo omogočalo dovolj hitro obdelavo slike in uporabo pri vodenju vozička. Iz mnogih primerov v literaturi je znano, da optični filter bistveno izboljša zanesljivost in natančnost detekcije laserske črte. Predstavljeni algoritem digitalne obdelave slike smo razvili tako, da je sposoben v različnih okoljih, brez uporabe omenjenega optičnega filtra, zanesljivo izločiti lasersko črto na sliki. S tem smo povečali ekonomsko upravičenost projekta, saj smo se izognili stroškom za nakup kvalitetnega optičnega filtra.

#### Viri

- [1] Aleš Tetičkovič, Simon Klančnik, "Razpoznavna govora z usmerjeno nevronske mrežo", Zbornik konference ERK' 05, Portorož, 26.-28. sept., 2005.
- [2] Simon Klančnik, "Zaznavanje ovir s pomočjo strukturirane svetlobe", Zbornik konference ERK' 06, Portorož, 25.-27. sept., 2006.
- [3] RGB barvni model ([http://en.wikipedia.org/wiki/RGB\\_color\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model)).
- [4] Izvedba parametricnega nelinearnega filtra za iskanje kožnih znakov v digitalni sliki z FPSLIC tehnologijo (<http://hercules.uni-mb.si/default.asp?prikaz=clanki>).
- [5] Evaluation of RGB and HSV models in Human Faces Detection (<http://www.cescg.org/CESCG-2004/web/Sedlacek-Marian/>)
- [6] Žarko Čučej, Dušan Gleich in Peter Planinšič; Signali: Povzetki teorije z zbirko rešenih nalog, UM-FERI, 2005.

- [7] Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. (1993). Digital Image Processing, Addison-Wesley, Boston.
- [8] Iglesias, T.; Salmon, A.; Scholtz, J.; Hedegore, R. (2006). Camera Computer Interface, Hornberg, A. (Editor), Handbook of Machine Vision, Wiley-VCH, Weinheim, 427-508.
- [9] Figueroa, J. F.; Everett, H. R. (2003). "Distance Measuring and Proximity Sensors", Bishop R. H. (Editor), The Mechatronic Handbook, CRC Press.
- [10] Tehnical University of Crete, Computer vision ([www.intelligence.tuc.gr](http://www.intelligence.tuc.gr)).

### Laser line elimination algorithm for obstacle detection using structured light

**Abstract:** In this article we present the use of an obstacle-detection system that functions with the help of structured light. We have developed this system to increase the safety of a speech-controlled wheelchair. The given position of the set-up camera and laser, and the information regarding the position of a projected laser line, which is acquired with the proposed calculation-efficient methods of image processing, makes it possible for us to determine the presence and position of an obstacle on the course. The test results showed the efficiency of the proposed solution to obstacle detection.

**Keywords:** computer vision, obstacle detection, laser triangulation, camera, laser,



**FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA**



**INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA**

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




**MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA**

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




**PROCESNA TEHNIKA**

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




**LINEARNA TEHNIKA**

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




**PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA**

konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev




**STORITVE**

konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

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

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



# Robotska celica za spajanje požarnih loput

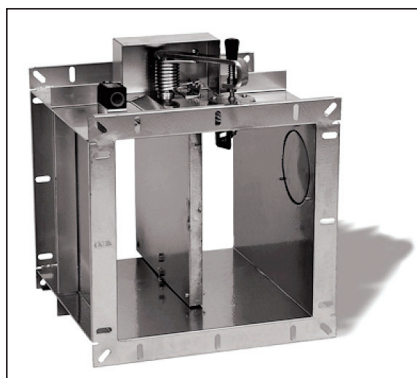
Jaka JEVŠNIK

**Izvleček:** Članek predstavlja robotsko celico za spajanje požarnih loput. Z novo proizvodno celico se je proces spajanja stranic avtomatiziral, zamenjala pa se je tudi tehnologija spajanja. Obstoječe točkovno varjenje je zamenjalo hladno spajanje, kar pomeni večjo kakovost spojev in lepši videz loput. Aplikacija je dokaj zahtevna predvsem zaradi velikega števila možnih dimenzij požarnih loput. Možnih je preko 750 različnih dimenzij, teoretično pa je število neomejeno. Pri tem je potrebno omeniti, da ne gre za velike serije, pač pa si lahko različni izdelki sledijo drug za drugim. Celico sestavljajo ABB-jev robot IRB6600 s krmilnikom IRC5, paletni sistem s sistemom za hladno spajanje, dve stiskalnici ter vrtljiva miza. Zaradi zahtevane fleksibilnosti je bilo potrebno razviti tudi posebno robotsko prijemalo, ki se bo lahko prilagajalo različnim dimenzijam ter hkrati zagotavljalo varen prijem.

**Gljučne besede:** robotska celica, hladno spajanje, požarne lopute,

## ■ 1 Uvod

Program požarne zaščite je v podjetju HIDRIA IMP Klima, d. o. o., eden ključnih. Požarne lopute so pomemben element prezračevalnih sistemov pri preprečevanju širjenja požara, ker onemogočajo širjenje ognja in dima iz enega v drug požarni sektor. Sestavljena in opremljena požarna loputa je prikazana na *sliki 1*.



**Slika 1.** Požarna loputa

Namen robotske celice je avtomatiziranje sestavljanja požarnih loput,

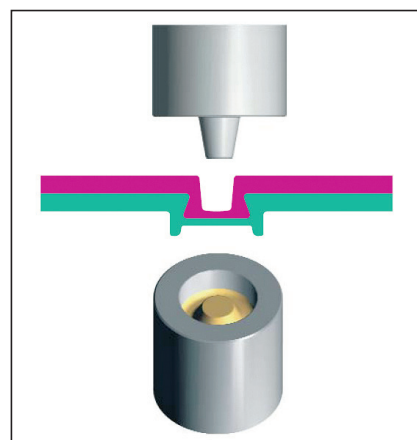
Jaka Jevšnik, univ. dipl. inž.,  
ABB, d. o. o., Ljubljana

ki se je prej izvajalo ročno. Proces zahteva spojitve stranic požarne lopute po robovih ter vogalnikov, ki so vloženi pri sestavi loput.

Poleg skrajšanja časa izdelave se je vpeljala tudi nova tehnologija spajanja. Obstoječe točkovno varjenje je zamenjalo hladno spajanje – proces spajanja pločevin enakih ali različnih debelin. Je alternativa uporabnemu varjenju, ki ga zelo težko apliciramo na aluminiju ali pocinkanih pločevinah. Pri varjenju se poškoduje zaščitni antikorozijski premaz, tako da je potrebno spoj po obdelavi še ročno premazati, kar povečuje stroške. S hladnim spajanjem je možna spojitve tudi različnih materialov, kar pri varjenju ni vedno mogoče, ker se lahko varijo le materiali enakih ali sorodnih sestav.

Pri hladnem spajanju pločevin pritismo obe plasti v kalup. Ko se sila pritiska povečuje, se material na pritiski strani razširja navzven v material na strani kalupa in tako se formira spoj. Pri tem pride do plastične deformacije pločevine in s tem do utrditve.

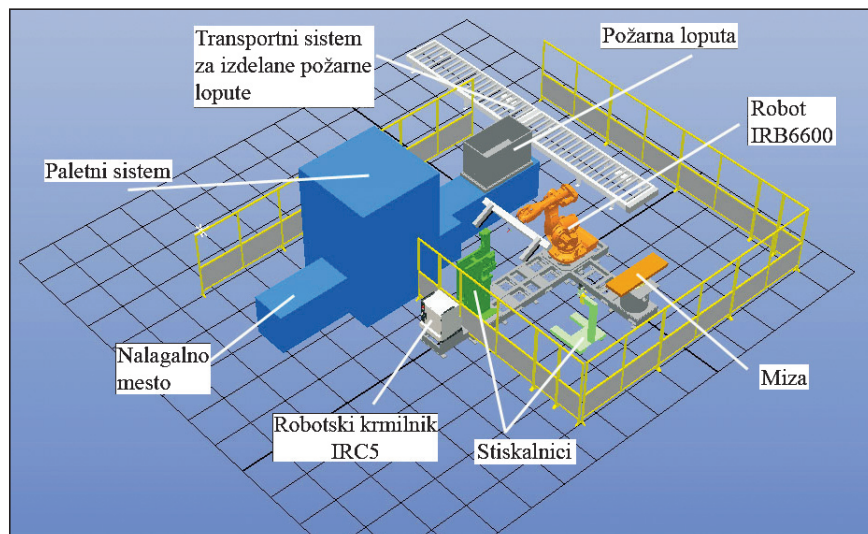
Če primerjamo hladni spoj z varjenim, dosegajo hladni spoji do 70 % statične trdnosti. Prednost pa je v dinamični trdnosti, ki je višja kot pri varjenju. Tako je pričakovana življenjska doba hladnega spoja daljša od varjenega. Shematski prerez hladnega spoja je prikazan na *sliki 2* [1].



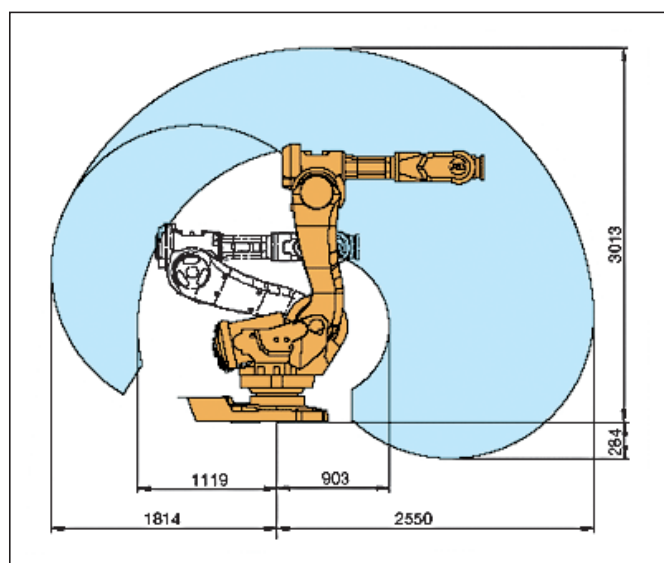
**Slika 2.** Orodje, matrica in prerez spoja

## ■ 2 Robotska celica

Robotska celica z vsemi sklopi je prikazana na *sliki 3*. Pred postavitvijo



Slika 3. Robotska celica v simulacijskem okolju RobotStudio



Slika 4. Delovni prostor ABB IRB6600

realne celice je bila v ABB-jevem simulacijskem orodju RobotStudio izdelana virtualna celica. RobotStudio je programsko okolje za programiranje robotov in izdelavo simulacij robotske celice za robote proizvajalca ABB. Robotom s krmilnikom IRC5 je namenjena trenutno zadnja, peta, verzija programa, ki temelji na tehnologiji VirtualRobot. To pomeni, da na osebнем računalniku teče enak operacijski sistem kot na robotih. Virtualni robot je tako točna kopija realnih robotov ter IRC5 krmilnika in lahko generira enake programe v programskem jeziku RAPID kot pravi krmilnik.

V virtualni celici so poleg samega robota še 3D modeli platforme, mize in

določila postavitev in preverila dosegljivost robota. V RobotStudio je bilo napisano tudi ogrodje programa. Vseh 3D modelov ni bilo na voljo, zato je bilo potrebno indirektno programiranje v RobotStudio združiti z direktnim programiranjem v realni celici.

## 2.1 Robot ABB IRB6600

ABB-jev robot IRB6600 je 6-

osni industrijski manipulator s krmilnikom IRC5. Njegove značilnosti so velika nosilnost, doseg ter navor in toga zgradba. Modularna zgradba omogoča več različic. Za to aplikacijo je bil, zaradi teže prijemala in največjih loput, izbran robot z največjo nosilnostjo 225 kg z dosegom 2.55 m. Točnost robota je v območju  $\pm 0.1$  mm, ponovljivost trajektorije pa v območju  $\pm 0.3$  mm. Manipulator ima zaščito IP67. Delovni prostor robota je prikazan na *sliki 4* [2].

## 2.2 Paletni sistem s sistemom za hladno spajanje

Paletni sistem s sistemom za hladno spajanje (*slika 5*) je izdelalo podjetje Pilih, d. o. o. Predstavlja prvo fazo v proizvodnem ciklu. Paletni sistem ima štiri stiskalnice, merilni sistem za merjenje dimenzij požarnih loput ter pogonski sistem, ki omogočajo kroženje palet. Prvi in zadnji del paletnega sistema se vertikalno premikata in s tem omogočata kroženje palet po dveh nivojih.

Operaterji na sestavljalnem mestu zložijo požarne lopute na palete. V osrednjem delu se izvede točna meritev dimenzij, nato pa se loputa spoji vertikalno po robovih. Število spojev je odvisno od višine loput. Po končanem spajanju se paleta zapelje na odjemno mesto. PLC-krmilnik nato izmerjene dimenzije skupaj s signalom pripravljenosti lopute za odvzem pošlje preko podatkovnega vodila ProfiBus robotskemu krmilniku.

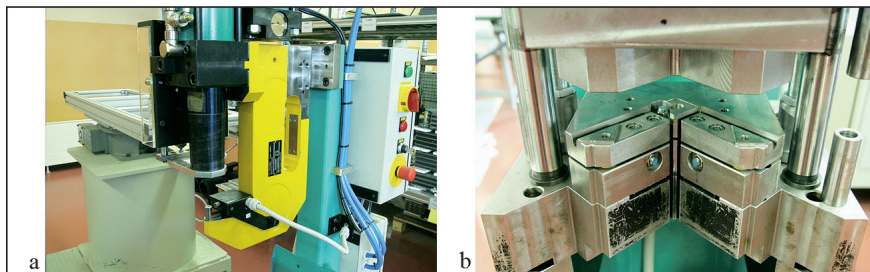


Slika 5. Paletni sistem s sistemom za hladno spajanje robov



### 2.3 Stiskalnici za spajanje vogalnikov

Za spajanje vogalov požarnih loput sta uporabljeni dve stiskalnici. Za večje izdelke je namenjena stiskalnica, ki v enem koraku naredi vse štiri potrebne spoje na enem vogalu lopute. Ker pa najkrajših izdelkov zaradi osi lamele ni možno vstaviti v to stiskalnico, se ti izdelki spojijo na manjši stiskalnici (slika 6a), ki v enem ciklu naredi en spoj.



Slika 6. a) Klešče manjše stiskalnice; b) Matrica večje stiskalnice skupaj

Na sliki 6b je prikazana matrica večje stiskalnice, kjer so vidni trije induktivni senzorji za zaznavanje prisotnosti lopute. Zgornji senzor je uporabljen za kontrolo prisotnosti izdelka. Ker pri meritvah dimenzij občasno prihaja do napak, sta bila v stranice vgrajena še dva induktivna senzorja. Vnos loput je tako izveden z iskanjem. Obe stiskalnici krmili robotski krmilnik.

### 2.4 Vrtljiva miza

Pri spajanju vogalnikov požarnih loput mora robot loputo preprijeti, saj so, ko je loputa v prijemalu, dostopni samo sprednji štirje vogali lopute. V



Slika 7. Vrtenje in preprijemanje požarnih loput

ta namen je uporabljena vrtljiva miza (slika 7). En cikel predstavlja obrat za 180°. Robot odloži požarno loputo točno na sredino mize in jo po vrtenju zopet pobere na enak način, tako da je relativna pozicija lopute glede na prijemalo enaka. Tako lahko robot izvede spajanje še ostalih štirih vogalnikov po enaki trajektoriji.

Na površini mize je magnetna plast, ki preprečuje zdrs loput med obračanjem. Mizo poganja

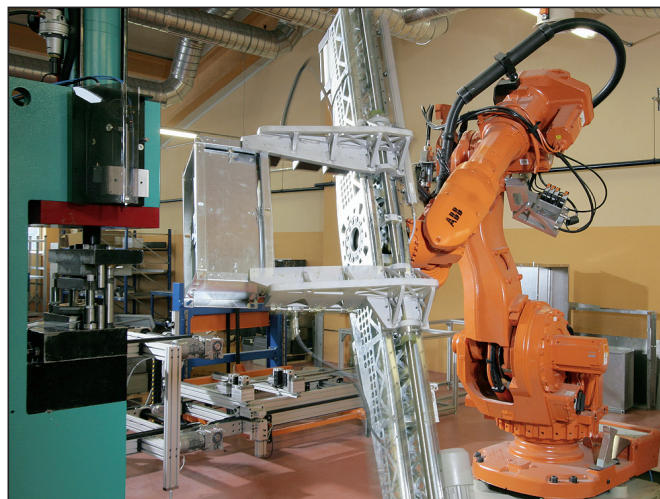
asinhronski motor z zavoro. Ima poseben prenos, ki omogoča postopno pospeševanje in zaviranje brez sunkov ter točno pozicioniranje, kar je pomembno za ohranjanje pozicije in orientacije lopute pri pobiranju. Krmiljenje mize prav tako poteka preko robotskega krmilnika.

### 2.5 Prijemalo

Prijemalo je bilo izdelano namenško za aplikacijo izdelave požarnih loput. Izdelalo ga je podjetje Albatros. Ker se dimenzije požarnih loput spreminjajo in segajo od (Š x D) 150 mm x 150 mm do 1500 mm x 800 mm, je bilo potrebno narediti fleksibilno prijemalo, ki bi se lahko prilagajalo tem dimenzijam. Potrebno je bilo paziti tudi na maso prijemala, saj najtežje lopute tehtajo do 80 kg. To po eni strani zahteva veliko nosilnost in s tem trdnost prijemala, po drugi strani pa

zaradi nosilnosti robota omejuje največjo možno maso prijemala. Potrebno je bilo zagotoviti tudi primerno silo prijemanja, da ne bi prišlo do zdrsa požarnih loput iz prijemala, kar bi predstavljalo resno nevarnost za delavce. Ker se v prihodnje načrtujejo vključitve izdelkov drugih oblik, je bil v samo prijemalo vključen tudi izmenjevalnik orodij.

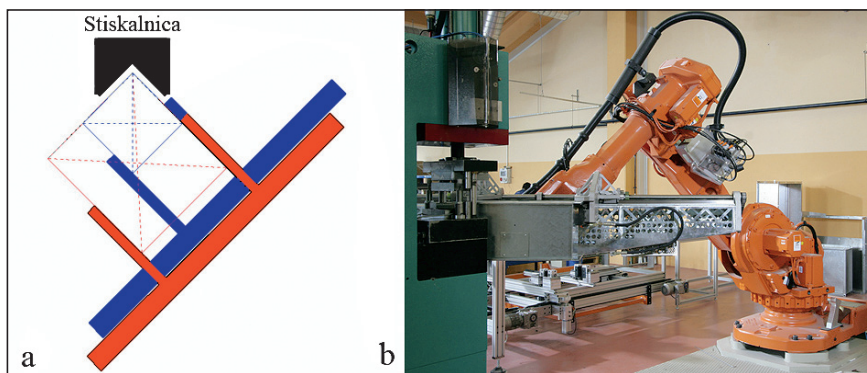
Celotno ogrodje je iz aluminija. Zunanja površina prijemala ima narejene izreze po celotni površini, kar dodatno pripomore k znižanju mase. Prijemalo ima za prilagajanje dimenzijam loput dva prečni prsta, ki sta na vodilu. Premikata se s pomočjo vretena, ki ga poganja elektromotor. Hitrost premikanja prstov je krmiljena s pomočjo frekvenčnega pretvornika, ki je na prijemalu in omogoča hitro in natančno pozicioniranje prstov. Za komunikacijo z robotskim krmilnikom je na prijemalu modularni komunikacijski vmesnik. Za določanje razmika prstov je uporabljena brezkontaktna merilna letev z visoko ločljivostjo. Zaradi stisljivosti zraka in težkih loput zračni tlak sam ne bi zagotavljal čvrstega prijema, zato je na prijemalu pnevmohidravlični pretvornik, ki se dejansko obnaša kot ojačevalnik in zagotavlja dovolj velike sile prijemanja. Ker se v prihodnje načrtuje tudi izdelava okroglih požarnih loput, je v prijemalu vključen tudi izmenjevalnik orodij, ki bo pri spremembi tipa loput omogočil hitro menjavo prijemal. Tako bi lahko prijemalo klasificirali kot hibrid, ker ima tako pnevmatske, hidravlične kot tudi električne komponente.



Slika 8. Prijemalo

### ■ 3 Računanje trajektorij

Program vodenja robota pri tej aplikaciji je zahteven predvsem zaradi velikega števila možnih dimenzij požarnih loput, ki je teoretično neomejeno. Programiranje trajektorij za vsako od dimenzij ne bi bilo racionalno, bilo pa bi tudi težko izvedljivo. Programiranje je bilo tako izvedeno s pomočjo dveh »referenčnih« loput, in sicer za vsako stiskalnico z eno referenčno loputo. Trajektorija se tako s pomočjo referenčnih točk izračuna za vsak izdelek posebej.



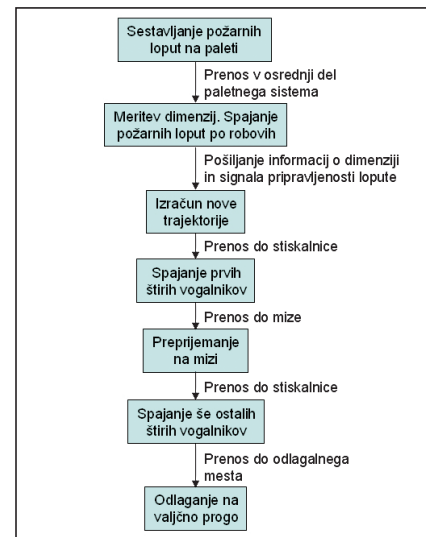
Slika 9. a) Primerjava vnosa dveh dimenzij požarnih loput v stiskalnico; b) Prikaz vnosa v stiskalnico

Pri izvajanju programa se za trenutno požarno loputo iz podatkov o dimenziji najprej izvede izračun novih točk, nato pa se izvede vodenje po tej novo izračunani trajektoriji. Dejansko se računajo popravki točk glede na razliko dimenzij trenutnega in referenčnega izdelka. Cilj teh izračunov pa je, da je določen vogal oz. središče loput (glede na zahteve procesa) v točno določeni točki. Na sliki 9 je prikazana primerjava pozicij prijemala pri vnašanju v stiskalnico pri različnih dimenzijah loput.

### ■ 4 Celotni cikel

Za konec pa še kratek opis celotnega cikla. Operater najprej sestavi požarno loputo na paleti. Ta se zapelje naprej v

osrednji del paletnega sistema, kjer se loputa po točni meritvi dimenzij spoji po robovih. Število spojev je odvisno od višine izdelka. PLC-krmilnik paletnega sistema pošlje izmerjene dimenzije lopute robotskemu krmilniku. Ko je paleta na odjemnem mestu, da PLC-krmilnik signal robotu, da je loputa pripravljena. Robot nato glede na vrednost dimenzij lopute izvede izračun nove trajektorije. Med premikanjem nad paletu se prsti prijemala premaknejo na zahtevani razmik. Ko se doseže pravi razmik med prstoma, se robot spusti in prime loputo ter jo dvigne. Paletni sistem paletu nato



Slika 10. Blokovna shema delovnega cikla

obrne za 180°. Robot po prijemanju ponovi postopek spajanja še ostalih štirih vogalov ter jo odloži na valjično progo, po kateri se odpelje izven robotske celice za nadaljnjo sestavo.

### ■ 5 Zaključek

Z novo robotsko celico je bila uspešno vpeljana nova tehnologija spajanja, ki se bo verjetno razširila tudi na druge izdelke. V prihodnosti se načrtuje nadgradnja celice tudi za izdelke drugih oblik, saj se je izkazala za zelo uspešno in fleksibilno. Skrajšal se je tako proizvodni cikel kot tudi pripravljalni čas, ki je bil potreben za pripravo na proizvodnjo izdelkov drugačnih dimenzij. Izboljšala se je tudi kvaliteta izdelkov.

### ■ 6 Viri

- [1] The TOX® joining systems, [http://www.tox-de.com/pdf/TOX Prospekt 1005 eng.pdf](http://www.tox-de.com/pdf/TOX%20Prospekt%201005%20eng.pdf).
- [2] ABB Automation Technologies AB Robotics, Product specification, Articulated robot, 3HAC 023933-001 / Revision 4, Västerås, 2004.

#### Robot cell for the assembly of fire dampers

**Abstract:** This article presents a robot cell for the assembly of fire dampers that are designed to prevent fire and smoke propagation in fire ducts. The aim of this new cell is the automation of the process and the implementation of a new joining method. Spot welding has been replaced by joining with cold-forming. The cell consists of an ABB IRB6600 robot with the IRC5 controller and a special, custom-made gripper, pallet system with a cold-forming joining system, two presses and a rotating table. The application is quite complex with a virtually unlimited number of different sizes of dampers possible.

**Keywords:** robot cell, joining with cold-forming, fire ducts,



# Sodobni mikrokrmilniki v pedagoškem procesu \*

Janez POGORELC

**Izvleček:** Prispevek predstavlja sodobni 16-bitni mikrokrmilnik družine Texas Instruments MSP 430. Načrtovan in razvit je demonstracijski panel z množico senzorjev in aktuatorjev, ki so povezani z vmesniki mikrokrmilnika srednje kategorije s 64 priključki. Izvedena je aplikacija merjenja temperature in regulacije v toplotni coni. Namen dela je podpora študentom in učiteljem za področja avtomatike in robotike.

**Glavne besede:** mikrokrmilnik, programski model, vhodno/izhodni vmesniki, ANSI C-jezik, nabor funkcij,

## ■ 1 Uvod

Nenehno naraščajoč trg vgrajenih sistemov narekuje uporabo mikrokrmilnikov v aplikacijah od avtomobilske, vesoljske industrije, širokopotrošne elektronike, laboratorijskih naprav, telekomunikacijskih produktov pa vse do gradnikov procesnega vodenja [1, 2, 3, 4].

V večini od navedenih aplikacij se uporabljajo mikroprocesorski sistemi, zgrajeni na osnovi mikrokrmilnikov, pri čemer velja, da so najprimernejši tisti, ki so majhnih dimenzij, preprosti za integracijo in načrtovanje naprav, imajo nizko porabo ter vsebujejo ustrezno zmogljivo procesno enoto in aplikaciji prirojeno konfiguracijo vhodno/izhodnih vmesnikov, torej so kar najugodnejši glede na faktor: stroški - lastnosti.

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

\* Pri delu sta sodelovala diplomant visokošolskega strokovnega študijskega programa UM-FERI Niko Otorepec, dipl. inž. el., in absolvent istega študijskega programa Darijan Leskovar.

Z ozirom na zelo veliko razširjenost uporabe mikrokrmilnikov (skoraj vsi pomembnejši svetovni proizvajalci mikroprocesorjev imajo v programu tudi mikrokrmilnike v cenovnem razponu nekaj manj od 1 USD do nekaj 10 USD) je smiselno, da jih vključujemo v pedagoški proces na dodiplomskem izobraževanju elektrotehnikov za področje avtomatike, robotike in mehatronike, vendar z večjim poudarkom na uporabnosti in manj na gradnji naprav.

V članku opisujemo nekatere izkušnje pri pripravi razvojnega kompleta relativno preprostega in zelo dostopnega 16-bitnega mikrokrmilnika [2, 3, 5]. Pri tem smo si za izhodišče postavili, da naj študent spozna mikrokrmilnik kot element (gradnik) mikroprocesorskega sistema s stališča zgradbe, električnih lastnosti, načina povezovanja z drugimi mikroelektronskimi elementi, zlasti pa kot element s stališča uporabe v avtomatiki, robotiki in mehatroniki (programiranje v zbirnem in/ali C-jeziku, poudarek na vhodno/izhodnih vmesnikih, njihovem povezovanju s senzorji in aktuatorji, celoštevilčna aritmetika, prekinitve, časovne zahteve pri izvajanju opravil v realnem času).

V preteklosti je veljalo mnenje [1], da lahko dovolj učinkovito programira-

mo v C-jeziku le zmogljivejše 16- in 32-bitne mikrokrmilnike. V zadnjih letih so se na tržišču pojavili tudi komercialni C-prevajalniki, ki učinkovito podpirajo tudi skromnejše 8- in 16-bitne mikrokrmilnike, npr. Texas Instruments **MSP430**, ki ponuja predstavnik v ohišjih od 14 do 100 priključkov.

Odločili smo se za obravnavo 16-bitnega mikrokrmilnika srednjega cenovnega in zmogljivostnega razreda z enočipno izvedbo, s čim preprostejšim programskim modelom in kvalitetnimi ter dostopnimi programskimi orodji. Tudi pri tem so na izbiro vplivale izkušnje in oprema iz raziskovalnega dela ter dostopnost. Pomagalo nam je podjetje Texas Instruments [6], ki nam je v okviru evropskega univerzitetnega programa doniralo nekaj razvojnih kompletov za mikrokrmilnike **MSP430** različnih konfiguracij – od 20 do 100 priključkov, vključno z razvojnimi programskimi orodji.

V nadaljevanju bosta opisana mikrokrmilniški sistem in demonstracijski predstavitveni panel, ki ga uporabljamo za izvajanje nalog, namenjenih elementarnemu in projektnemu delu v okviru laboratorijskih vaj, seminarjev in praktikumov [5]. Sledil bo opis programske opreme, programskih orodij in pripomočkov

s knjižnico osnovnih uporabniških funkcij vhodno/izhodnih vmesnikov.

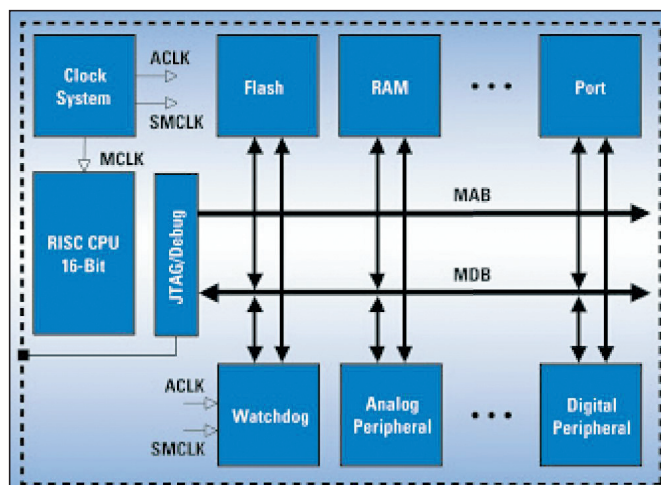
## ■ 2 Mikrokrmilniki MSP430

Za demonstracijo zmogljivosti mikrokrmilnikov smo si izbrali serijo integriranih vezij s 64 priključki: **MSP430F149** [6] in **MSP430F169** [7]. Na tej osnovi smo izdelali **preizkusni predstavitveni panel**, s pomočjo katerega testiramo osnovne vhodno/izhodne funkcije in razpoložljiva programska orodja. Na panelu so preko vhodno/izhodnih vmesnikov priključene periferne naprave, kot so LCD-prikazovalnik, tipke, temperaturna komora s senzorjem temperature in grelnikom ter ventilatorjem, kar med drugim omogoča zanimivo in nazorno demonstracijo programske aplikacije za regulacijo temperature.

Proizvajalec Texas Instruments je v zgodnjih 90. letih predstavil prvega predstavnika družine **MSP 430** («mixed signal processor») **MSP430x3xx**. Mikrokrmilniki te družine imajo integriran LCD-gonilnik in so bili uporabljeni pri zahtevnejših meritvah (izjemno nizka poraba). Družina **MSP430x3xx** deluje na napetostnem območju od 2,5 do 5,5 V. Prva serija mikrokrmilnikov vsebuje le programski pomnilnik v izvedbi OTP in ROM.

Novjša družina **MSP430x1xx** se pojavi v letu 2000, ko proizvajalec vpelje »Ultra - Low Power Flash« verzijo »FLASH ROM« (mnogokrat programirljivega) pomnilnika z zelo nizko porabo toka. Procesna enota ima zmogljivost 8 MIPS-ov in napajalno napetost nižjo tudi od 1,8 V. Razpon družine **MSP430x1xx** sega od **MSP430C1101** ROM naprav pa do **MSP430F16xx** (slika 1) z največ integriranimi sklopi (uporabljeni **MSP430F169** vsebuje več kot 60 kB FLASH ROM pomnilnika, 12-bitni ADC, 12-bitni DAC, DMA-krmilnik in nad 10 kB pomnilnika RAM).

**MSP430x4xx** je podoben seriji **MSP430x1xx**, le da vsebuje gonilnik za LCD. Serija 4xx ponuja visoko ločljiv 16-bitni »sigma-delta« A/D



Slika 1. Blokovna zgradba mikrokrmilnikov MSP430x1xx

pretvornik, operacijske ojačevalnike in ostale vgrajene analogne funkcije. **MSP430F2xx** in **MSP430x5xx** se razvijajo naprej in nadgrajujejo serijo MSP430x1xx, omogočajo pa med drugim dvakrat večjo zmogljivost in še nižjo porabo.

Zaradi izjemno nizke porabe (250  $\mu$ A/MIPS) so mikrokrmilniki družine **MSP430** prirejeni za baterijsko napajanje, zato so zelo primerni za vgrajene sisteme, kot so npr. inteligentni senzorji, prenosni merilniki in naprave širokopolne ter zabavne elektrotronike.

Posebno pozornost zahteva tudi moderna 16-bitna procesna enota tipa RISC, ki ima vsega 27 strojnih ukazov (izvajajo se po en cikel), 7 načinov naslavljanja in 16 namenskih ter splošno uporabnih registrov dolžine 16-bitov. Tako je procesna enota mikrokrmilnikov MSP zelo primerna tudi za obravnavo

programskega modela in kodiranje programov v zbirnem jeziku, ker ima majhno število ukazov z visoko stopnjo ortogonalnosti, po drugi strani pa so C-prevajalniki zaradi nabora ukazov skupaj z registrsko strukturo in načini naslavljanja zelo učinkoviti.

## ■ 3 Razvojna in programska orodja

Proizvajalec ponuja razmeroma poceni razvojne komplete **MSP-FET430P(U)140** (slika 2), ki vsebujejo [5, 7]:

- **Vmesnik MSP-FETP430IF FET** (Flash Emulation Tool) s paralelnim PC-izhodom (novejši vsebujejo tudi USB) na eni strani



Slika 2. Razvojni komplet MSP-FET430Uxx



in s 14-polnim komunikacijskim vmesnikom **JTAG** na drugi strani. Slednji omogoča funkciji programiranja v vezju in razhroščanja (»debugging« – kontroliranega izvajanja programa) mikrokrmilnika na testni ploščici s pomočjo IDE-programskega orodja na PC-računalniku.

- **Testno ploščico MSP-TS430PM64** (slika 2), na kateri je vgrajeno 64-polno podnožje za serije integriranih vezij MSP430F13xIPM, xxF14xIPM, xxF15xIPM, xxF16xIPM in xxF161xIPM. Na njej je tudi 14-polni konektor s priključkom JTAG ter rumena LED-dioda (priložena sta elementa **MSP430F149** in **MSP430F169**).
- Navodila v pisni obliki za prvo uporabo.
- Zgoščenko **MSP430** z orodji, navodili, literaturo.

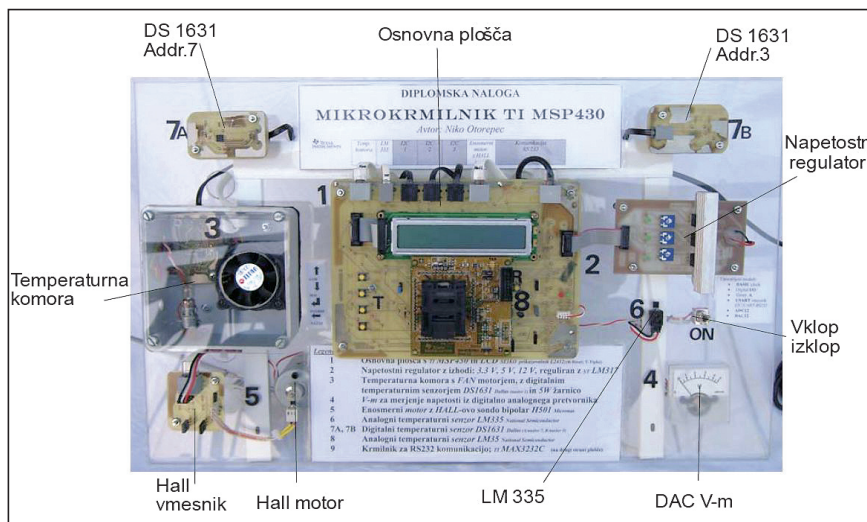
Programska orodja obsegajo IDE **KickStart paket** proizvajalca IAR Systems, ki omogoča v preizkusni različici kreiranje do 4 kB programske kode (www.iar.se). Na zgoščenci so tudi povezave in orodja drugih proizvajalcev razvojnega orodja za mikrokrmilnike **MSP430**.

#### ■ 4 Demonstracijski predstavitveni panel

Demonstracijski predstavitveni panel (slika 3) je zaradi večje nazornosti vstavljen v ohišje iz prozornega pleksistekla, tako da so na njem vidne in dostopne vse komponente z obeh strani. Na predstavitveni panel smo namestili komponente, ki jih lahko uporabimo za demonstracijo nekaterih vhodno/izhodnih modulov in funkcij mikrokrmilnikov **MSP430**. Elementi na samem panelu so narejeni modularno, tako da se lahko brez težav zamenjujejo [5]. Zamenjujemo lahko ne le mikrokrmilnike z enakim ohišjem, ampak ob predhodni zamenjavi testne ploščice **MSP-TS430PMxx** izbiramo med praktično vsemi mikrokrmilniki s 14 do 100 priključki.

Nameščene so naslednje komponente:

1. osnovna plošča z vstavljeno testno ploščo z mikrokrmilnikom

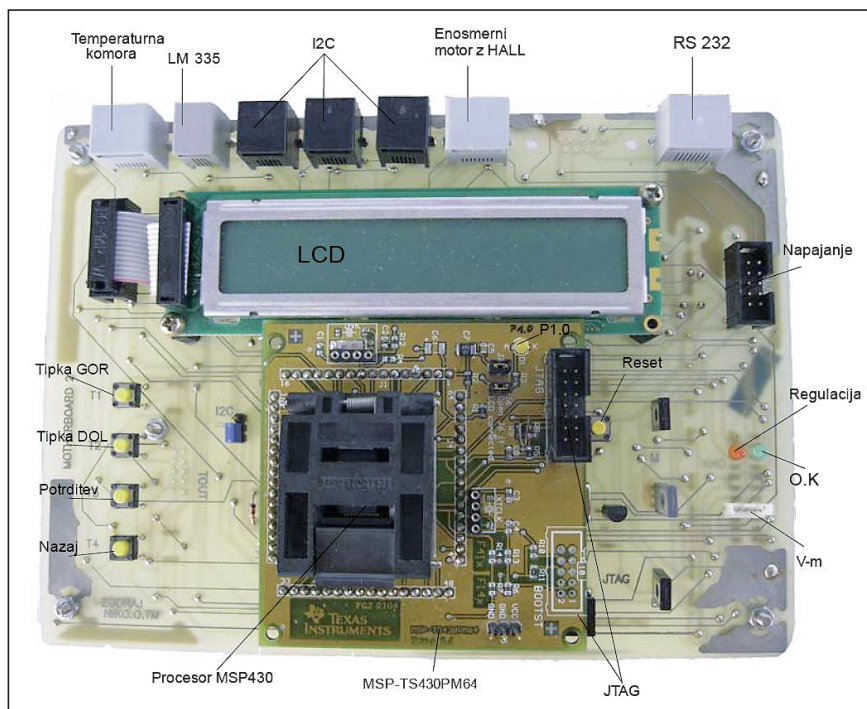


Slika 3. Demonstracijski predstavitveni panel v prozornem ohišju

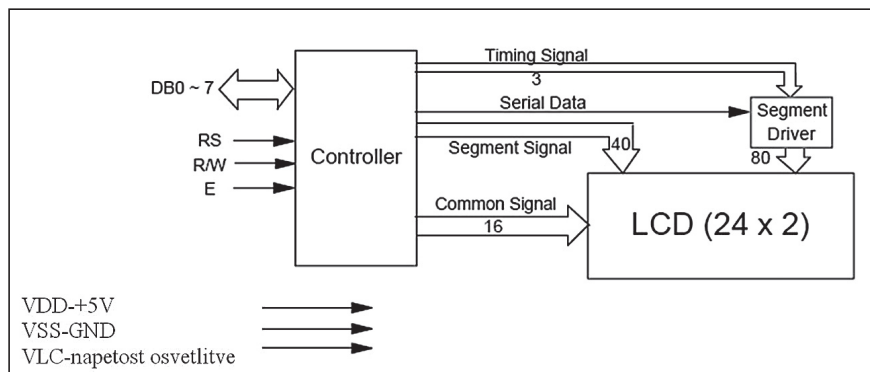
2. napajalnik, zgrajen s stabilizatorji napetosti z izhodi 3,3 V, 5 V, 12 V;
3. temperaturna komora z ventilatorjem (motor FAN) z digitalnim temperaturnim senzorjem **DS1631** proizvajalca Dallas in 5-vatno žarnico kot grelnim telesom;
4. voltmeter za prikaz napetosti iz digitalno/analognega pretvornika;
5. enosmerni motor z bipolarno Hallovo sondo **H501** proizvajalca Micronas;

6. analogni temperaturni senzor **LM335** proizvajalca National Semiconductor;
7. dva digitalna temperaturna senzora **DS1631** proizvajalca Dallas;
8. analogni temperaturni senzor **LM35** proizvajalca National Semiconductor;
9. vmesnik **MAX3232C** za serijsko komunikacijo (RS-232C) z osebnim računalnikom za izpis na terminal.

Osnovno ploščo s testno ploščico MSP430, LCD-prikazovalnikom, tipkami, LED-indikatorji in priključki za periferne naprave prikazuje slika 4.



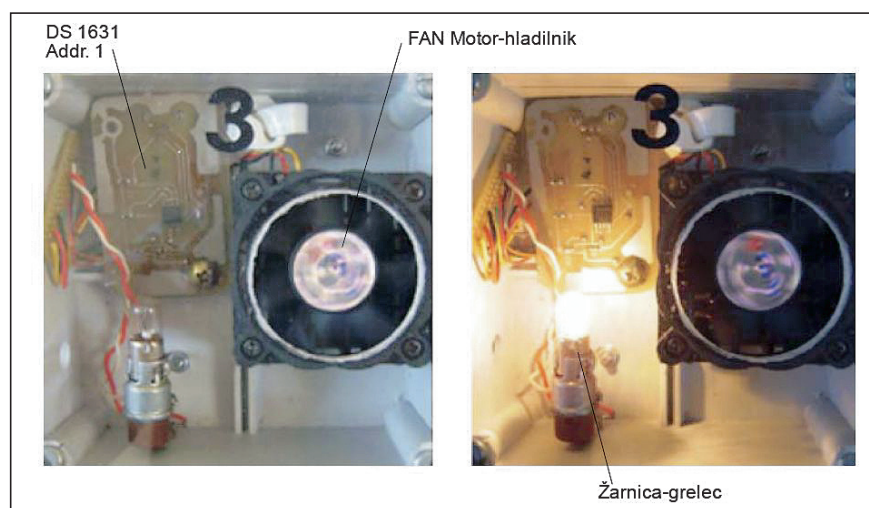
Slika 4. Fotografija osnovne plošče z modulom MSP-TS430PM64



Slika 5. Priključitev LCD-prikazovalnika na mikrokrmilnik

Med perifernimi napravami omenimo LCD-prikazovalnik in elemente temperaturne komore.

Kot izvor toplote ali grelno telo uporabljamo kar običajno (5 W) žarnico z žarilno nitko.

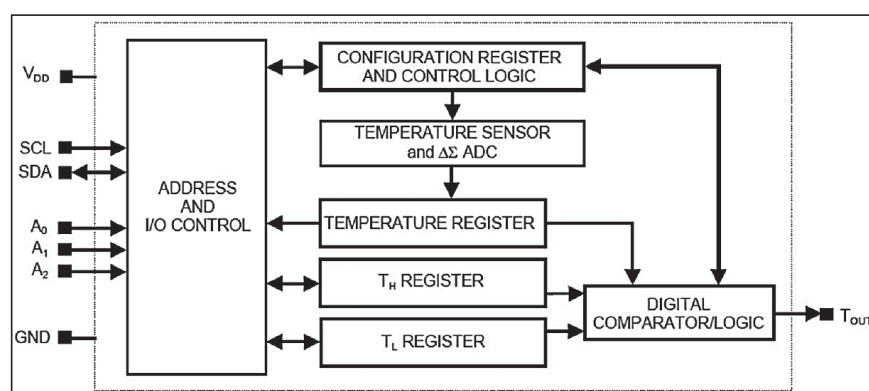


Slika 6. Fotografija temperaturne komore

Uporabili smo matrični LCD-prikazovalnik L2432 (proizvajalca Seiko) na tekoče kristale, ki je tanek, lahek, ima nizko tokovno porabo ter širok zorni kot gledanja ob visokem kontrastu. Vgrajeni vmesnik (slika 5) omogoča preprost 8-bitni način priključitve na mikrokrmilnik.

Format prikaza je 24 znakov v dveh linijah ali skupaj 48 znakov. Znak je sestavljen na matriki 5 x 7, ki se izriše z »barvanjem« segmentov. Vpisovanje znakov teksta poteka kar v obliki znakov ASCII.

V temperaturni komori (slika 6) se nahaja ventilator (FAN) s senzorjem za zajemanje vrtljajev (digitalni tahometer), ki je sicer namenjen za hlajenje procesorjev v računalnikih, v naši komori pa kot izvor hladnega prezračevalnega zraka. Komora se seveda ne more ohladiti nižje od temperature zunanjega zraka.



Slika 7. Temperaturni senzor DS1631S

Za preverjanje in meritve temperature smo namestili digitalni temperaturni senzor DS1631S. Vsi ti elementi so vstavljeni v običajno instalacijsko dozo 100 x 100 mm in pokriti s prozornim pleksisteklom.

DS 1631 (slika 7) je digitalni termometer, deluje pa lahko tudi kot ter-

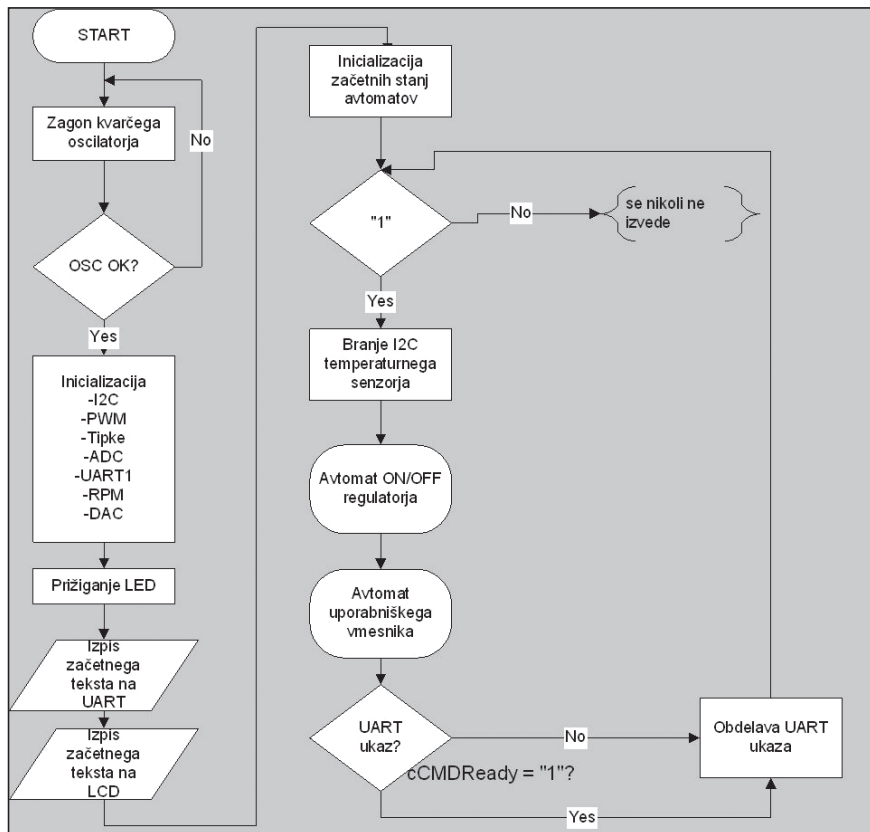
mostat. Temperaturno območje ima od  $-55\text{ °C}$  do  $+125\text{ °C}$ , natančnost pa je  $\pm 0.5\text{ °C}$  v območju med  $0\text{ °C}$  in  $70\text{ °C}$ . Temperaturne meritve ne zahtevajo nobenih zunanjih komponent. Izhodno resolucijo nastavimo programsko, in sicer 9, 10, 11 ali 12 bitov. Napajalna napetost je med 2.7 V in 5.5 V. Temperaturo pretvori v digitalno besedo (število) v maksimalno 750 ms. S pomočjo registrov TH in TL lahko programsko nastavimo želeno histerezo. Podatki se berejo/pišejo preko dveh linij SDA in SCL v skladu s protokolom I2C. S pomočjo treh naslovnih priključkov lahko priključimo na vodilo do osem senzorjev.

Motor FAN (ventilator) in žarnico krmilimo z vmesnikoma za pulzno širinsko modulacijo (PWM), medtem ko merjenje, zajemanje ter prenos podatkov temperature (DS 1631) poteka po vodilu I2C.

## 5 Programska oprema

Za demonstracijo delovanja predstavitvenega panela [4] je bila razvita programska oprema v jeziku C s pomočjo priloženega IDE-programskega okolja. Aplikacija obsega osnovni program, katerega algoritem prikazuje diagram poteka (slika

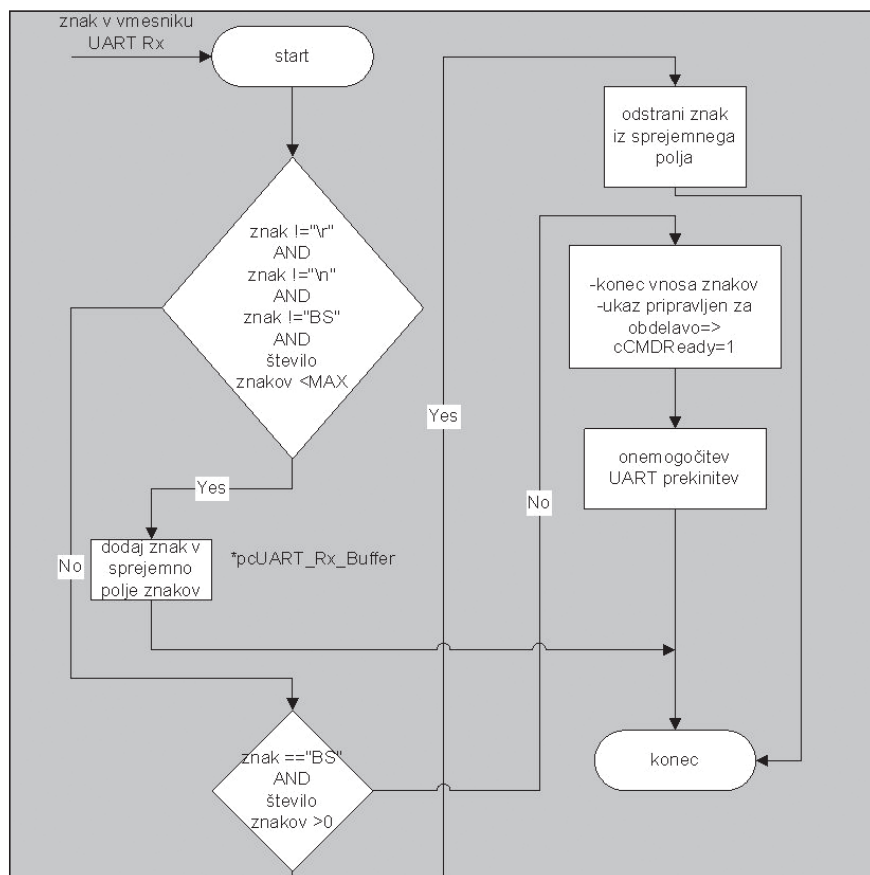




Slika 8. Diagram poteka glavnega programa

Programska oprema je kodirana modularno, tako da se lahko posamez-

ne funkcije uporabljajo tudi v drugih aplikacijah. Zanimiv je tudi algori-



Slika 9. Diagram poteka funkcije za komunikacijo

tem prenosa posameznega znaka med vmesnikom UART1 in terminalnim programom na PC-računalniku (slika 9).

Da bi programerjem čim bolj olajšali delo in jih »izolirali« od registrov vhodno/izhodnih vmesnikov ter »mukotrpnega« nastavljanja posameznih bitov, smo razvili knjižnico (nabor) funkcij za programski jezik C. Zgled programa ilustrira preprosto način uporabe definiranih knjižničnih funkcij, pri čemer je potrebno le dodati izvorno vrstico (#include <funkcije.h>).

Knjižnične funkcije preizkušeno delujejo tako v programskem okolju Texas Instruments **Code Composer Essentials (CCE)** kot tudi v okolju IAR Systems **Embedded Workbench (IAR)**.

**Nabor pomembnejših funkcij in kratak opis:**

- int adc (nacin, kanal);**  
// analogno/digitalna pretvorba
- void dac (napetost, kanal);**  
// digitalno/analogna pretvorba
- void microsec (us);** // programska zakasnitev v µs
- void milisec (ms);** // programska zakasnitev v ms
- void pwm (frekvenca, sirina, kanal);**  
// pulznoširinski modulator
- void dco\_nastavitev (frekvenca);**  
// programska nastavitev takta oscilatorja

## 6 Zaključek

Obravnavanje mikrokrmilnikov v učnem procesu dodiplomskega izobraževanja avtomatikov in mehatronikov je gotovo obsežna tema. Zato se je lotevamo sistematično in modularno [2, 3, 4]. Predstavitveni panel omogoča demonstracijo zanimivih aplikacij, vendar je bistveno, da vsak študent samostojno načrta, skodira in preizkusi določeno število programov. V ta namen je potrebno poznati programski model obravnavanega mikrokrmilnika, vhodne in izhodne vmesnike, periferne naprave, IDE-programska orodja in nenazadnje osnove programiranja v jeziku ANSI C. Navedeno mora nujno potekati v obliki vaj postopno

```

/* Zgled programa za delo z moduli ADC, DAC in PWM, logičnimi
   vhodi/izhodi ter programskimi zakasnitvami */

#include <msp430x16x.h>
#include <funkcije.h>
int a,b,c,rezultat=0;

void main()
{
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
    P1DIR |= 0x01; //dioda
    P1OUT = 0x00;
    dco_nastavitev(5000);
    for(;;)
    {
        pwm(1000,20,TB3); //sirina pulza 20 % na TB3
        pwm(1000,a,TA1); //Sirina pulza se vsakih 10 ms poveca za 1 %
        milisec(15);
        microsec(5000); //Zakasnitev skupaj 10 ms

        a++;
        if(a==101)
            a=0;

        dac(c,1); //na DAC1 pinu dobimo trikotni signal 2 Hz
        dac(b,0); //na DAC0 pinu dobimo trikotni signal 4 Hz

        b=b+100;
        c=c+50;
        if(b>2500)
            b=0;
        if(c>2500)
            c=0;

        rezultat=adc(single,A2);
        if(rezultat>0x0CCC) //Vecje od 2V (Ref=2.5V=0xFFF,2V=0xCCC)
            P1OUT = 0x01; //Vklop, ce je na A2 napetost vec kot 2V
        else
            P1OUT = 0x00;
    }
}

```

in sprti s predavanji, saj je le tako mogoče pridobiti večino programiranja vgrajenega sistema na osnovi mikrokrmilnika. Takšna zasnova učnega kompleta omogoča študentom

»učenje z delom«, kar je gotovo najprimernejše.

Čeprav imajo navedeni mikrokrmilniki zelo primeren programski model (pre-

dvsem preprost nabor ukazov!) tudi za obravnavo na strojnem nivoju (programiranje v zbirnem jeziku), priporočamo uporabo jezika ANSI C, ki je nekakšen standard za vgrajene sisteme.

Pri tem je v pomoč dejstvo, da ima podjetje Texas Instruments na voljo kvalitetne in razmeroma dostopne razvojne komplete ter IDE-programaska orodja, ki so povsem funkcionalna do 4 kB programske kode in delujejo tudi kot simulator na osebni računalniku (možnost dela na domačem računalniku tudi brez ciljnega mikrokrmilnika). Podjetje je znano tudi po tem, da na zahtevo pošilja vzorce integriranih vezij (tudi mikrokrmilnikov) brez posebnih zapletov.

## Literatura

- [1] J. M. Sibigroth: Understanding small microcontrollers, Prentice-Hall, New Jersey, 1993.
- [2] J. Luecke: Analog and Digital Circuits for Electronic Control System Application, Elsevier Science (USA), 2004.
- [3] C. Nagy: Embedded System Design Using the TI MSP430 series, Elsevier Science (USA), 2003.
- [4] J. Pogorelc: Mikrokrmilniki v učnem procesu, Elektrotehniška in računalniška konferenca, Portorož 2005.
- [5] N. Otorepec: Uporaba mikrokrmilnikov Texas instruments družine MSP 430 v avtomatiki, diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija, UM-FERI, Maribor 2006.
- [6] Texas instruments: SLAS386C, Navodila proizvajalca za MSP430F169 ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
- [7] Texas instruments: SLAS272F, Navodila proizvajalca za MSP430F149 ([www.ti.com](http://www.ti.com)).

## Modern Microcontrollers in Education

**Abstract:** An introduction to the modern 16-bit low-power microcontroller family from Texas Instruments MSP430 is presented. A demo board is designed and developed for teaching purposes in which various sensors and actuators interface with 64-pin mid-range microcontroller inputs and outputs. The application of measuring and controlling the temperature in the heating zone is implemented. The aim of the work is to assist students and teachers in the Automation and Robotics Department.

**Keywords:** microcontroller, program model, input/output interface, ANSI C-language, function library,





CALL FOR PAPERS

September 9-13, 2007, Ljubljana, Slovenia



CALL FOR PAPERS

EUROSIM - Federation of European Simulation Societies



# EUROSIM 2007

## 6<sup>th</sup> EUROSIM Congress on Modelling and Simulation

September 9 - 13, 2007, LJUBLJANA, SLOVENIA

### About EUROSIM:

EUROSIM is the Federation of European Simulation Societies and the EUROSIM congress organization (a triennial event) is one of the most important activities of the federation.

For more information about EUROSIM see:  
[www.eurosim.info](http://www.eurosim.info)

### PROGRAMME:

The EUROSIM 2007 scientific programme consists of: Plenary lectures, Regular sessions, Special sessions, Posters, Students' competition and Tutorials. Papers will be published in two Proceedings Volumes: Volume 1: Book of Abstracts, Volume 2: DVD volume with full papers and multimedia files.

### SCOPE AND TOPICS:

The scope includes all aspects of continuous, discrete (event) and hybrid modelling, simulation, identification and optimisation approaches. So the common denominator is problems solving with modelling and simulation in a way that can be useful also for solving other problems in similar or different areas. Contributions from technical (engineering) areas but also from nontechnical areas are welcome.

**M&S methods and technologies:** modelling and simulation of complex, large scale, distributed, hybrid, hierarchical, stochastic, control, expert, adaptive, fuzzy, decision support, multivariable, multiagent, reconfigurable, agent based, knowledge based, real time, queuing systems, scheduling, parallel processing concepts, high performance computing, M&S system architectures, neural networks, model validation and verification, simulation life-cycle evolution, genetic algorithms, man-in-the loop simulation, hardware-in-the loop simulation, nested simulation models, distributed enterprise simulation, data mining, bond graphs, simulation with Petri nets, discrete event simulation, statistic modelling, component based modelling, object oriented modelling, mathematical/numerical methods in simulation, graphical modelling, nano technology modelling, embedded and firmware modelling, middleware architecture modelling, visualisation, graphics and animation, modelling and simulation tools, WEB based simulation, human behaviour representation techniques, virtual reality and virtual environments, CAD/CAM/CIM/CAE, experiential digital media, future of M&S

**M&S applications:** aerospace, automotive systems and transportation, agriculture, architecture, biopharmacy, biomedicine, bioinformatics, genomics, business, applied chemistry, civil engineering, communications, ecological and environmental systems, economics, econometrics, economics of M&S, education, electrical engineering, geophysical systems, industrial processes, logistics, manufacturing systems, maintenance, reliability, marine systems, materials modelling and simulation, mechanical engineering, mechatronics, meteorology/climate, military systems, organisational processes, power systems, applied psychology, process engineering, social sciences, robotics, mobile robotics, seismism, traffic/transportation, training simulators, water management and treatment, systems biology, pulp&paper, computational fluid dynamics, supply chains, plant data and lifecycle management

### VENUE:

University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia



### DEADLINES:

Proposal for special sessions and tutorials: **9 April 2007**

Submission of extended abstracts: **9 April 2007**

Submission of student full papers: **30 May 2007**

Notification of acceptance: **30 May 2007**

Early registration: **11 June 2007**

Submission of camera-ready papers: **9 July 2007**

Hotel Reservation: **27 July 2007**

### CONTACTS:

**Borut Zupančič**, congress chair  
**Rihard Karba**, IPC chair  
University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering  
Tržaška 25, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
Phone: +386 1 4768 306  
E-mail: [borut.zupancic@fe.uni-lj.si](mailto:borut.zupancic@fe.uni-lj.si)  
E-mail: [rihard.karba@fe.uni-lj.si](mailto:rihard.karba@fe.uni-lj.si)  
**Alenka Kregar**, registration, accommodation, excursions  
Cankarjev dom, Cultural and Congress Centre  
Prešernova 10, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
Phone: +386 1 241 7133  
Fax: +386 1 241 7296  
E-mail: [alenka.kregar@cd-cc.si](mailto:alenka.kregar@cd-cc.si)

### CONGRESS COMMITTEE:

Borut Zupančič, president of EUROSIM, chair  
Rihard Karba, president of SLOSIM  
Tomaž Slivnik, Univ. of Lj., Fac. of El. Eng., dean  
Felix Breiteneker, president of ASIM

### INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE:

R. Karba (SI), chair	M. Klug (AT),
D. Al-Dabass (UK),	J. Kocijan (SI),
M. Alexik (SK),	J. Kunovsky (CZ),
M. Angel Piera (ES),	F. Lebon (FR),
I. Bausch-Gall (DE),	B.H. Li (CN),
L. Bobrowski (PL),	H.X. Lin (NL),
W. Borutzky (DE),	F. Maceri (IT),
J. Božikov (HR),	W. Maurer (CH),
F. Breiteneker (AT),	Y. Merkuryev (LV),
A. Bruzzone (IT),	A. Munitić (HR),
P. Bunus (SE),	D. Murray-Smith (UK),
P. Cafuta (SI),	S. Oharu (JP),
R. Cant (UK),	O. Ono (JP),
A. Carvalho Brito (PT),	A. Orsoni (UK),
G. Cedersund (SE),	K. Panreck (DE),
F. Cellier (CH),	T. Pawletta (DE),
V. Čerić (HR),	M.A. Piera Eroles (ES),
E. Dahlquist (SE),	H. Pierreval (FR),
B. Elmegaard (DK),	J. Pollard (UK),
P. Fritzon (SE),	C.Z. Radulescu (RO),
J.M. Giron-Sierra (ES),	M. Radulescu (RO),
Y. Hamam (FR),	F. Rocaries (FR),
F. Hartescu (RO),	P. Schwarz (DE),
A. Heemink (NL),	M. Savastano (IT),
V. Hlupic (UK),	W. Smari (US),
F. Javier Otamendi (ES),	F. Stanculescu (RO),
A. Javor (HU),	G. Szucs (HU),
E. Jimenez (ES),	M. Šnorek (CZ),
K. Jezernik (SI),	I. Troch (AT),
Đ. Juričić (SI),	S. Wenzel (DE),
K. Juslin (FI),	W. Wiechert (DE),
E. Juuso (FI),	E. Williams (US),
H. Karatza (GR),	R. Zobel (UK, TH),
T. Kim (KR),	B. Zupančič (SI),
E. Kindler (CZ),	L. Žljajpah (SI)
M. Kljajić (SI),	

### ORGANISERS:

- SLOSIM - Slovene Society for Simulation and Modelling
- University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering
- EUROSIM member societies: ASIM, CROSSIM, CSSS, DBSS, FRANCOSIM, HSS, ISCS, PSCS, SIMS, UKSIM, CEA SMSG, LSS, ROMSIM

### CO-SPONSORS:

- CASS Chinese Association for System Simulation,
- ECMS European Council for Modelling and Simulation,
- JSST Japan Society for Simulation Technology,
- KSS Korea Society for Simulation,
- SCS The Society for Modeling and Simulation Int.,
- IASTED International Association of Science and Technology for Development
- ACSS Automatic Control Society of Slovenia

### EXHIBITION:

Exhibitors with software, hardware and books from the area of M&S are cordially invited to participate.



<http://www.eurosim2007.org>



## Odločilni pomen odzračevalnikov na hidravličnih rezervoarjih

Odrpte hidravlične naprave morajo imeti odzračevalnike, ki omogočajo prost vstop in izstop zraka, ko raven olja v rezervoarju pada oz. narašča. Seveda izkušnje tudi kažejo, da je nujno preprečiti vstop onesaženega nefiltriranega zraka. To nalogo lahko zadovoljivo izpolnjuje le ustrezno izbran, dimenzioniran in pravilno vgrajen odzračevalni filter.

Brez filtra lahko v hidravlični rezervoar prodrejo umazanija in tudi večji tujki ter onesnažijo hidravlični fluid in celotno napravo. Toda kljub filtru lahko prodre v rezervoar in dodatno onesnaži hidravlični fluid vlaga iz okoliskega zraka.

Pri nerednem vzdrževanju – čiščenju oz. zamenjavi filtrirnega elementa se ta lahko hitro zamaši. Izmenjalni tok zraka med rezervoarjem in okolico je skozi odzračevalni filter onemogočen, to pa lahko povzroči oblikovanje podtlaka v rezervoarju in posledično kavitacijo v črpalki, kar lahko povzroči njeno okvaro.

Naslednja stopnja filtriranja zraka, ki vstopa v rezervoar, je uporaba odzračevalnega filtra s sušilnikom. Takšni odzračevalniki imajo poleg filtra za izločanje delcev umazanije iz zraka vgrajen še absorpcijski sušilnik zraka za izločanje vlage. Seveda bo tudi takšen sušilnik postal neučinkovit, če se redno ne nadzoruje in vzdržuje – zamenjuje.

### Kako preprečiti vstop nezaželenega v hidravlično napravo?

In kako preprečiti vstop zraka, umazanije in vlage v hidravlični rezervoar oz. hidravlično napravo brez periodične zamenjave elementov odzračevalnika? Ena od možnosti, ki postaja vse bolj popularna, je uporaba rezervoarja z izolatorjem. Gre za izvedbo rezervoarja s prigradjeno komoro z diafragmo ali batom, obremenjenim z vzmetjo (nizkotlačnim hidravličnim

akumulatorjem), ki je sposobna prevzeti nihanje prostornine hidravličnega fluida v njem. Zunanost rezervoarja – naprave je tako ločena od notranjosti in okoliska umazanija, vlaga ali celo kemični aerosoli nimajo neposrednega stika s hidravličnim fluidom. Ker ni vgrajenih filtrskih elementov, ne more prihajati do njihove zamašitve in takšni rezervoarji z izolatorjem skoraj ne potrebujejo posebnega vzdrževanja.

### Družina izolatorjev za hidravlične rezervoarje

Družino takšnih izolatorjev za hidravlične rezervoarje so med drugimi nedavno razvili tudi pri firmi Parker Hannifin Corp. – Hydraulic Accumulator Div. pod imenom serije Kleen Vent KV. Izolatorji so izvedeni v obliki hidravličnih akumulatorev z elastomernim mehkom, kompatibilnim z večino industrijskih delovnih fluidov. Uporabljajo jih predvsem pri hidravličnih napravah v železarnah, jeklarnah in livarnah, v papirni in avtomobilski industriji, pri energetskih postrojih in v drugih okoljih z visoko stopnjo nevarnosti onesnaževanja in visoko vlažnostjo. Univerzalni komplet izolatorja je prilagojen za hitro vgradnjo (15 minut) na obstoječe hidravlične naprave.

Družina izolatorjev Kleen Vent KV za hidravlične rezervoarje obsega:

- osem modelov s kapaciteto od 10–300 L
- stekloplastična ohišja za modele s kapaciteto 10–80 L



Družina izolatorjev Kleen Vent KV za hidravlične rezervoarje (Parker Hannifin Corp.) – stekloplastična ohišja (modra), jeklena ohišja (črna)

- jeklena ohišja za modele s kapaciteto 80–300 L
- ustrezne mehove iz štirih različnih polimerov za različne vrste fluidov in delovne temperature 15–400 °C
- opcije tlačnega/vakuumskega stikala za varovanje rezervoarja pred odvečnim polnjenjem ali praznjenjem.

Več informacij o izolatorjih Kleen Vent KV za rezervoarje na tel. +(815) 636-4100 ali internetu: [www.parker.com/accumulator](http://www.parker.com/accumulator).

Vir: Hitchcox, A. L.: The ultimate reservoir breathers? – Hydraulics & Pneumatics 60(2007)4 – str. 17.



## Frekvenčni pretvornik Omron-Yaskava V 1000

Omron-Yaskawa je začel prodajati najbolj zanesljiv frekvenčni pretvornik, imenovan V1000, ki postavlja nove meje na področju kvalitete.

28. novembra 2006 je vodilni prodajalec industrijskih pretvornikov v Evropi Omron-Yaskawa v Barceloni objavil začetek prodaje nove serije kompaktnih pretvornikov V1000. Ti frekvenčni pretvorniki so v svetovnem merilu najbolj zanesljivi pretvorniki in predstavljajo vrh zelo uspešne družine pretvornikov.



Frekvenčni pretvornik V1000

Omron-Yaskawa je največji in najbolj zanesljiv dobavitelj frekvenčnih pretvornikov. Njihov moto je kvaliteta, ki je integrirana v vse družine njihovih pretvornikov. Kvaliteta sloni na novi formuli **10 x 100 = 1**, saj družina V1000 podira vse predpisane meje. Zaradi novosti v dizajnu ter modernih tehnik pri izdelavi zagotavlja Omron Yaskawa najmanj 10 let delovanja pretvornikov V1000 brez napak. Zmožnosti ter sama učinkovitost teh pretvornikov popolnoma izpolnjuje pričakovanja uporabnikov. Zaradi zelo majhne verjetnosti, manjše od 0,01 %, da se pojavi napaka v delovanju, je njegovo delovanje zanesljivejše od vseh ostalih pretvornikov ob nakupu in tudi po preteku življenjske dobe.

### Manj sestavnih delov – boljša zanesljivost

Novo formulo za kvaliteto in zanesljivo delovanje je Omron-Yaskawa dosegel z nekaj novostmi na področju učinkovitosti in zmogljivosti. Pri družini V1000 so za lažjo vgraditev zmanjšali volumen za 40 % ter za 50 % zmanjšali število sestavnih delov, kot jih ima predhodna družina pretvornikov. S tem so precej zmanjšali verjetnost, da s pojavi napaka.

### Zagotovljena kvaliteta

Pretvorniki V1000 so pri zmanjševanju frekvence zaradi dvojne učinkovitosti stroja (double rating) zmožni povečati izhodni tok za okoli 20 %. Standardna nastavitvev je konstantni moment (constant torque CT: 150-odstotni nazivni tok / 1 min) in povečani izhodni tok v primerjavi s spremenljivim momentom (variable torque VT: 120-odstotni nazivni tok / 1 min).

### Vektorsko vodeni tok s pametnim nastavljanjem

Pretvorniki V1000 omogočajo optimalni nadzor hitrosti in visok zagonski moment zahvaljujoč vektorsko vodenemu toku, kar prejšnji pretvorniki niso omogočali. Vektorsko vodenje toka je še izboljšano s tako imenovanim pametnim on-line nastavljanjem, ki pomeni novo stopnjo v avtomatskih nastavitvah. On-line nastavljanje je metoda neprestanega nastavljanja, ki zagotavlja, da je vsako temperaturno odstopanje, ki je dovolj veliko, da bi lahko preko katere koli električne veličine vplivalo na hitrost vrtenja, uravnano, še preden bi lahko vplivalo na hitrost vrtenja motorja.

### Varnost

V V1000 je varnost vgrajena »znotraj navzven«. Tako lahko vgradimo pretvornik v neko napravo brez zapletene povezave z varnostnim kontrolerjem. Dva varnostna vhoda (v skladu

s standardom EN954-1, varnostna kategorija 3) ob prvem znaku težav hitro izklopita motor brez zunanje ožičenja in kontaktov.

Vir: MIEL, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, Tel.: 03 898 57 50, Faks: 03 898 57 60, spletna stran: [www.miel.si](http://www.miel.si), [www.omron-automation.com](http://www.omron-automation.com), e-pošta: [info@miel.si](mailto:info@miel.si) g. Andrej Rotovnik

### O Omronu

Sedež podjetja je v Tokiu na Japonskem, korporacija OMRON je vodilno podjetje na področju avtomatizacije. Ustanovljena je bila leta 1933 pod vodstvom predsednika Hisao Sakute, ima več kot 25 000 zaposlenih v več kot 35 državah, ki skrbijo za prodajo proizvodov in zagotavljanje servisa na področjih industrijske avtomatike, elektronskih komponent za industrijo in zdravstvene oskrbe. Družba je razdeljena na pet regij in ima pisarne v Kyotu na Japonskem, Singapuru v Aziji, Hong Kongu na Kitajskem, Amsterdamu na Nizozemskem in v Chicagu v Združenih državah Amerike. Družba ima v Evropi svoj oddelek za razvoj in proizvodnjo ter zagotavlja pomoč in podporo svojim kupcem. Za več informacij obiščite Omronovo spletno stran: [www.omron.com](http://www.omron.com).

**MIEL**  
**OMRON**  
[www.miel.si](http://www.miel.si)

## eCONTROL 8611 - univerzalni regulator tlaka, toka in temperature

V letošnjem letu je Bürkert predstavil nov regulator 8611 eCONTROL, ki nam pri zaprtozančnih hladilnih sistemih prihrani čas, prostor in glavobole.



Slika 1. Regulator eCONTROL 8611

Če pogledamo na celotni proces z vidika varnosti in enostavnosti nadzora nad njim, regulator ustreza konceptu, ki ga je mogoče prilagajati najrazličnejšim individualnim zahtevam.

eCONTROL je prvi modularni regulacijski sistem, narejen za brezšivno integracijo v neštete hladilne kroge. Z naraščanjem zahtev po kvaliteti pri tlačnem litju, brušenju in pri drugih postopkih izdelave in obdelave, se regulator 8611 pokaže kot inteligentna naprava, s katero lahko popolnoma decentraliziramo nadzor nad siste-

mom in s tem zmanjšamo stroške opreme in instalacije pri istočasnem izboljšanju kvalitete izdelka. Je vsestranski regulator tlaka, toka in temperature, ki ga je mogoče enostavno vgraditi v pnevmatske in električno krmiljene oz. regulirane sisteme.

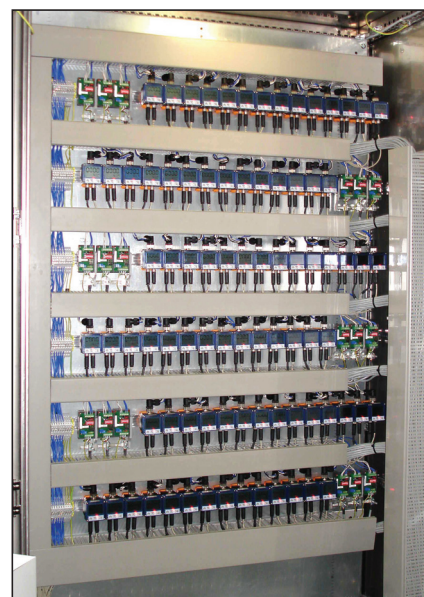
Regulator 8611 zlahka povežemo z Burkertovim širokim izborom zanesljivih senzorjev in regulacijskih ventilov (slika 2). Njegova kompaktna konstrukcija zagotavlja nezahtevno vgradnjo bodisi kot sestavni del sensorja pretoka bodisi pri montaži na steno, panel ali na letev DIN.

Proporcionalno/integrirni in kaskadni temperaturni regulatorji z dvojno indikacijo procesnih vrednosti (temperatura, tok) dajejo regulatorju veliko vrednost. Odprta arhitektura strojne opreme regulatorja in njegova programska oprema omogočata, da je sistem mogoče prilagoditi individualnim potrebam.

Velik uspeh je predstavljala namestitev sistema s 84 sočasno delujočimi tokovnimi regulacijski zankami, ki jih sestavlja 84 senzorjev, elektro-

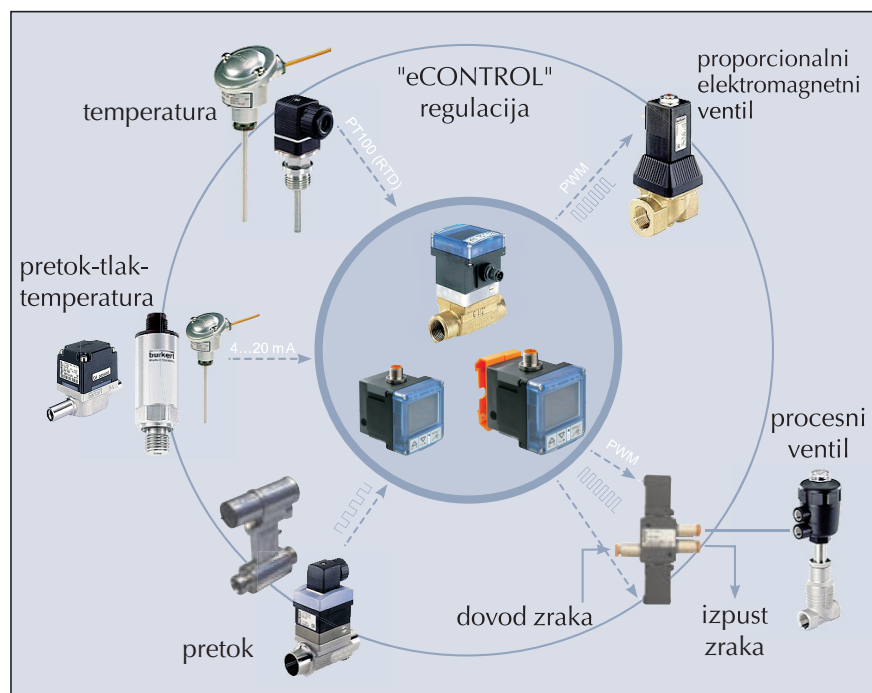
magnetnih regulacijskih ventilov in regulatorjev, v papirnici, ki proizvaja visokokvalitetni papir.

Slika 3 prikazuje omarico s 84 sistemi eCONTROL, ki vključuje regulator 8611. Na zadnji strani omarice so pritrjeni vsi merilniki pretoka in elektromagnetni regulacijski ventili.



Slika 3. Omarica s 84-timi eCONTROL sistemi

Vir: PPT Commerce, d. o. o., Pavšičeva 4, 1000 Ljubljana, tel.: 01 514 23 54, faks: 01 514 23 55, e-mail: ppt\_commerce@siol.net, g. Gregor Izda



Slika 2. eCONTROL regulacija

**VENTIL**

REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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



## Navijalni koluti za gibke cevi

Profesionalni navijalni koluti za gibke cevi in s tem za najrazličnejše medije, kot so zrak, olje, nafta, barve in druge kemične spojine so novost v prodajnem programu podjetja Hidex. Različne izvedbe navijalnih kolotov so primerne za cevi od premerov 1/8" pa vse do 1", za dolžine do 50 m in tlake do 400 bar. Navijalni koluti so lahko iz plastike, pocinkane pločevine ali nerjavnega jekla in so lahko opremljeni z ročnim, polavtomatiziranim ali celo povsem avtomatiziranim mehanizmom navijanja. Po izbiri so lahko dodane tudi različne pritrdilne konstrukcije.



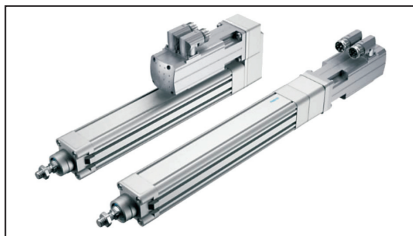
Vir: HIDEX, d. o. o., Ljubljanska c.4, 8000 Novo mesto, tel.: 07 33 21 707, faks.: 07 33 76 171, internet: [www.hidex.si](http://www.hidex.si), e-mail: [hydraulics@hidex.si](mailto:hydraulics@hidex.si)

## DNCE - električni valji z batnico

Za nove električne pogone FESTO – DNCE – delovne valje lahko rečemo, da so optimalna rešitev v avtomatizaciji in izkoriščajo specifične prednosti modernih pogonskih tehnologij. Električni pogoni so natančni in prilagodljivi. Zato so idealni tam, kjer so potrebne velike hitrosti, položaji pa morajo biti zelo natančni. Gospodarno drsno vreteno je idealno tam, kjer hitrost ni tako pomembna. To je na primer na tiskarskih, pakirnih in podobnih strojih za nastavljanje formata. Za bolj zahtevno uporabo pa so bolj primerna kroglična vretena. Tudi tip oz. vrsta motorja je določena z namenom uporabe. DNCE imajo lahko pogon s koračnim, DCI in servomotorjem ter pripadajočim krmilnikom.

Novi električni pogon DNCE lahko uporabimo za naslednje:

- Dviganje in potiskanje
- Doziranje in polnjenje
- Stroji za sortiranje
- Tiskarski stroji
- Pozicioniranje



Električni valj z batno - DNCE se dostavlja kot popolnoma sestavljena sistemska rešitev, preskušena in pripravljena za uporabo.

### Prednosti

- Prosto programiranje za doseganje fleksibilnosti
- Nežno pospeševanje in zaviranje omogočata več delovnih ciklov
- Montažne dimenzije (ISO) so združljive z že rabljenimi in preskušeni pnevmatičnimi valji velikosti 32, 40, 63 mm

### Tehnični podatki

#### Pogon z drsnim vretenom

- Standardni gibi: 100–600mm
- Ponovljivost:  $\pm 0,07$  mm
- Maks. pospešek: 1 m/s<sup>2</sup>
- Maks. hitrost: 70 mm/s
- Maks. podajalna sila: 1200 Nm

#### Pogon s krogličnim vretenom

- Standardni gibi: 100–600 mm
- Ponovljivost:  $\pm 0,02$  mm
- Maks. pospešek: 6 m/s<sup>2</sup>
- Maks. hitrost: 635 mm/s
- Maks. podajalna sila: 900 Nm

Vir: FESTO, d. o. o., Blatnica 8, 1236 trzin, tel.: 01 530 21 10, fax: 01 530 21 25, hot line: 031 766 947, e-mail: [info\\_si@festo.com](mailto:info_si@festo.com), internet: [www.festo.si](http://www.festo.si)

## FluidControl Unit 1000

Na letošnjem Hannoverškem sejmu je HYDAC predstavil javnosti novo merilno napravo s tržnim imenom FluidControl Unit 1000 (FCU1000). To je prenosna naprava za trenutno merjenje vrednosti onesaženosti mineralnih olj s trdnimi delci in vodo.



FCU1000 je naprava robustne izvedbe, nameščena v trpežnem kovčku, primerna za delo na terenu – servisiranje mobilne mehanizacije, vzdrževanje in kontrolo stanja fluida hidravličnih sistemov itn. Je enostavna za uporabo in cenovno zelo ugodna.

Omogočeno je jemanje vzorcev neposredno iz sistema (do 345 bar) ali iz hranilnikov olja, ki niso pod tlakom – naprava je opremljena s črpalno in »minimes« priključki.

Na prikazovalniku je podana trenutna vrednost razreda čistoče olja po ISO in SAE ali NAS (možno je izbirati med klasifikacijami), temperatura in odstotek zasičenosti olja z vodo.

Kot zanimivost bi navedli, da je ta izdelek razvit in testiran v sodelovanju z vodilnim proizvajalcem mobilne mehanizacije, ki bo svoje servise po vsem svetu opremil z eno od izvedb FCU1000.

### Tehnične karakteristike:

#### Merjene vrednosti:

- razredi onesaženja s trdnimi delci, po ustreznih standardih (po izbiri): ISO 4406:1987; NAS 1638 / > 2  $\mu\text{m}$  > 5  $\mu\text{m}$  > 15  $\mu\text{m}$  > 25  $\mu\text{m}$  ali ISO 4406:1999; SAE AS 4059 (D) / > 4  $\mu\text{m}_{(c)}$  > 6  $\mu\text{m}_{(c)}$  > 14  $\mu\text{m}_{(c)}$  > 21  $\mu\text{m}_{(c)}$
- vsebnost vode: 0 ... 100 % zasičenja
- temperature: 0 ... 70 °C (32 ... 158 °F)

Maks. delovni tlak: 345 bar  
Merilni pretok: 30–300 ml/min  
Za mineralna olja viskoznosti 2–350 mm<sup>2</sup>/s

Več podatkov lahko dobite na [www.hydac.com](http://www.hydac.com) ali v Hydac, d.o.o. Maribor.

Vir: HYDAC, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: +386 2 460 15 20, faks: +386 2 460 15 22, e-mail: [info@hydac.si](mailto:info@hydac.si)

**Spoštovani poslovni partnerji in ljubitelji fluidne tehnike,**

z veseljem vam sporočamo, da smo razširili naš poslovni program s področjem FLUIDNE TEHNIKE:

- **DIAGNOSTIKA STANJA OLJ:** trdi delci (ISO, NAS, SAE) in vlaga v olju (%S, ppm) ;
- **OLJNI SERVIS:** filtriranje trdih delcev, dehidracija vode v hidravličnih, mazalnih, turbinskih in izolacijskih (transformatorskih) oljih ;

Prav tako smo tudi avtorizirani partnerji in prodajalci uveljavljenih produktov firm:



**INTERNORMEN**  
**Technology GmbH**

- **FILTRI IN FILTERSKI SISTEMI** za vse vrste olj, emulzij, voda ;
- **AVTOMATSKI** samo-izpirajoči se **FILTRI** za vodo in emulzije ;
- **laboratorijska in terenska oprema** za diagnostiko stanja olj ;
- **stacionarni, prenosni in mobilni AGREGATI ZA FILTRIRANJE IN DEHIDRACIJO OLJ** v industriji, energetiki ... ;
- **VLOŽKI FILTROV** za npr. HYDAC, PALL in druge z zelo kratkim dobavnim časom ;



Standardni in specialni hidravlični cilindri, vrhunske kakovosti za najzahtevnejše funkcije v stacionarnih in mobilnih napravah ;

**BOLENZ & SCHÄFER**

- **hidravlični akumulatorji tlaka in hidravlično-tlačni sistemi ;**
- **tlačni pretvorniki do ca. 4000 bar ;**

Za vse dodatne informacije smo dosegljivi na naslovu:  
**NEVIJA d.o.o. | Gregorčičeva ulica 29a | SI - 2000 Maribor**  
**Tel: 02/234 85 57 | Fax: 02/234 85 51 | E-mail: dragan.grgic@nevija.si**



# Predstavitev podjetja Mapro, d.o.o., Žiri



Podjetje *Mapro, d.o.o.*, Žiri, je bilo ustanovljeno leta 1992. Sprva se je ukvarjalo samo z razrezom in prodajo kromiranih batnic in honanih cevi. Kmalu domača garaža ni več zadoščala potrebam trga in povpraševanju, zato je podjetje, ki je bilo izključno v lasti družinskih članov, kupilo prostore nekdanjega dijaškega doma – Strojarno v Žireh in se tja preselilo.

Novi prostor je omogočil nakup in postavitve novih strojev in povečanje skladiščnega materiala za kromirane batnice in honane cevi, tesnila ter druge sestavne dele za proizvodnjo hidravličnih valjev, predvsem za znana podjetja. Novi prostor je seveda omogočil zaposlitev novih delavcev v proizvodnji in komerciali.

V tistem času je bilo od vseh zaposlenih polovica družinskih članov, drugo polovico pa so predstavljali zunanji sodelavci. Na čas ali dan se ni oziralo, če je bilo delo nujno ozi-



Razrez in skladiščenje materiala

roma se je bližal dogovorjeni rok za dostavo blaga naročniku. Podjetje se je trudilo nuditi kakovostne materiale oziroma izdelke in upoštevati dogovorjene roke. Dela je bilo iz dneva v dan več in povpraševanja veliko. Tako tudi ti prostori za proizvodni proces niso več zadoščali. Zato je leta 2005 podjetje kupilo zemljišče v industrijski coni in postavilo poslovno halo s površino 450 m<sup>2</sup>. Prostorska razširitev je omogočila nakup novih strojev in zaposlitev novih sodelavcev. Tako ima podjetje od pomembnejših delovnih sredstev zdaj 3 žage za razrez materiala, stružnico CNC, rezkalni stroj in več vrtnih strojev ter sodobno lakirnico za lastne potrebe. Tovornjak v lasti podjetja služi za dobavo izdelkov kupcem po Sloveniji. Podjetje trenutno zaposluje 12 sodelavcev. Trudi se ponujati tržišču kakovostne materiale in izdelke.



Proizvodni prostori

Podjetje izdeluje od visoko zahtevnih valjev za orodjarske, livarske potrebe, razne stiskalnice, do enostavnih za kmetijski program. Trenutno so na tržišču zelo aktualni valji za cepljenje drv. Nudimo tudi multiplikatorje, črpalke in različne ventile. Valje na željo kupca tudi barvamo.

## Prodajni program podjetja Mapro:

- kromirane batnice,
- kromirane cevi,
- honane cevi,
- cevi za kmetijski program,
- brezšivne cevi,
- tesnila,

- zglobni ležaji in pritrdila,
- posamični sestavni deli: razni priključki, bati, prirobnice hidravličnih valjev . . .

## Posebej želimo poudariti program hidravličnih valjev, ki obsega:

- dvosmerne
- enosmerne,
- teleskopske,
- valje z nastavljivim dušilnikom,
- valje z merilno letvijo

Za znanega tujega kupca se v podjetju izdelata približno 15 % proizvodov, za slovenska podjetja, ki izvažajo v tujino, približno 70 %, ostalo pa je za splošno slovensko tržišče.

Žal se tudi v podjetju Mapro spopadamo s pomanjkanjem ustreznih ka-





a



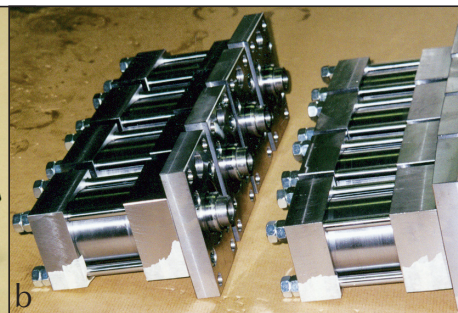
b

Hidravlični valj: a – za visoke tlake, b – za letalsko industrijo

drov. Sodelavce s področja kovinske stroke je zelo težko dobiti; poraja se



a



b

Hidravlični valji: a – s prirobnico, b – posebne izvedbe za visoke temperature

občutek, da takšnih kadrov ni, oziroma se postavlja vprašanje, kam se »porazgubijo« tisti, ki zaključijo najbližjo Šolo za strojništvo v Škofji Loki. Ravnatelj te šole, s katerim sodelujemo, pozna naše želje glede kadrov, a jih ne moremo pridobiti. Tudi ustreznega inženirskega kadra s področja strojništva ne uspemo pridobiti.

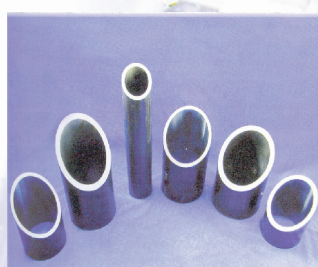
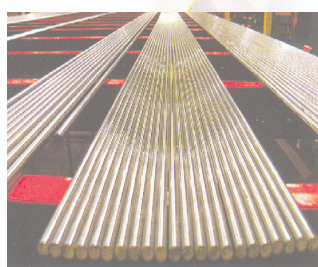
Mapro si prizadeva za dobro načrtovanje, kvaliteto dela ter upoštevanje dobavnih rokov. Proizvodnja se stalno povečuje, pa tudi prostorske zmogljivosti. Za zdaj je podjetje v fazi širjenja poslovno-proizvodnih prostorov za dodatnih 375 m<sup>2</sup>, v okviru katerih bodo tudi dodatni skladiščni prostori.



Hidravlični valji pred montažo

Zavedamo se, da so za uspešno poslovanje podjetja pomembni kakovostni izdelki, spremljanje in uvajanje novih tehnologij, dobre delovne razmere in tudi dobri medsebojni odnosi ter stalno strokovno izobraževanje.

Dejan Plesec,  
MAPRO, d. o. o., Žiri



- HIDRAVLICNI CILINDRI
- KROMIRANE BATNICE
- HONANE CEVI
- KALIBRIRANE CEVI
- BREŽŠIVNE CEVI
- UŠESA IN ZGLOBNI LEŽAJI
- SESTAVNI DELI ZA CILINDRE
- TESNILA

**MAPRO, d.o.o.,**  
Industrijska ulica 12,  
4226 ŽIRI, SLOVENIJA  
tel.: +386 (0)4 510 50 90  
fax: +386 (0)4 510 50 91  
e-mail: info@mapro.si;  
www.mapro.si



- IZDELAVA HIDRAVLICNIH CILINDROV PO NAŠEM KATALOGU ALI PO VAŠIH ŽELJAH
- STROKOVNO SVETOVANJE
- KVALITETA IN FLEKSIBILNOST
- SERVIS HIDRAVLICNIH CILINDROV
- RAZREZ IN DOSTAVA BLAGA



## Nove knjige

- [1] Anonim: **Sicherheitslehrbrief BGI 5100, »Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung** – Predstavniki dvanajstih strokovnih združenj in uporabnikov hidravličnih naprav pri različnih strojih so pripravili nadvse zanimivo publikacijo s podrobno obravnavo tveganja pri uporabi in ustreznimi priporočili in navodili za vzdrževanje, ki lahko zagotavlja varno in zanesljivo delovanje hidravličnih naprav.

Publikacija je brezplačno na voljo na spletnem naslovu: <http://www.arbeitssicherheit.de/serrlet/PB/schow/1222594/bgi5100.pdf>

- [2] Anonim: **VDMA Broschüre »Energieeffizienz in der Antriebs und Fluidtechnik** – Strokovni združenji za pogonsko in fluidno tehniko pri VDMA (nemško združenje strojne industrije) sta na letošnjem Hannoverškem sejmu MDA 2007 predstavili brošuro z naslovom – »Energijska učinkovitost pogonske in fluidne tehnike. Predstavljeni so zanimivi prispevki s tehniških visokih šol in iz pomembnih podjetij, kot so: ACE Stoßdämpfer, Baumüller, Bosch Rexroth, Bucher Hydraulics, Bürkert, CejaProduct, Herbert Häunchen, Hunger DFE, Kimo Industrie – Elektronik, Linde Material Handling, Chr. Mayr, Renk, Sauer-Danfoss, Schaeffler, Jos. Schneider Optische Werke, SEW – Eurodrive, Siemens AG, SKF, Tschan, Wittenstein ter prof. Wittenstein iz FZG München, prof. Murrenhoff iz IFAS, Aachen in prof. Feuser iz raziskovalnega sklada »fluidne tehnike«.

Brošuro je mogoče naročiti na naslovu: Frau Ann-Catrin Rehermann, tel.: + 069-66-03-1317 ali po e-pošti: [ann-catin.rehermann@vdma.org](mailto:ann-catin.rehermann@vdma.org).

- [3] Bock, W.: **Hydraulik – Fluide als Konstruktionselement** – Priročnik o hidravličnih fluidih kot osnovnem konstrukcijskem elementu hidravličnih naprav je nastal s kompilacijo strokovnih prispevkov v okviru revije *O + P, Ölhydraulik und Pneumatik* – Zeitschrift für Fluidtechnik. Hidravlični fluid kot

delovni medij za prenos energije in informacije v hidravlični napravi je kot strojni element potrebno upoštevati že pri načrtovanju, projektiranju, zagonu, uporabi in vzdrževanju strojev s hidravličnimi napravami, saj odločujoče vpliva na njihovo funkcionalnost, zanesljivost in življenjsko dobo. Avtor knjige ima bogate izkušnje na obravnavanem področju zaradi dolgoletnega dela pri *Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH* ter v ustreznih delovnih skupinah za standardizacijo v okviru DIN-a. *Zal.*: Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz; 2007; ISBN 978-3-7830-0362-8, obseg: 144 strani (broširano); cena: 15,00 EUR (naročilo tudi prek spletnega naslova: [www.industrie-service.de](http://www.industrie-service.de)).

- [4] Murnill, P. W.: **Fundamentals of Process Control Theory** (3. izdaja) – Uveljavljeni priročnik o krmiljenju procesov, nastal v okviru ISA (Ameriško združenje za merilno tehniko), je razdeljen na 17 ločenih študijskih enot, ki obsegajo vsa potrebna znanja, od teoretičnih osnov do sodobnih tehnologij krmiljenja. Upoštevani so najnovejši dosežki računalniškega krmiljenja industrijskih procesov. – *Zal.*: Instrument Society of America, 67 Alexander Dr., P. O. Box 12277, Research Triangle Park, NC 27709, USA; 2005; ISBN 1-55617-683-X; obseg: 334 strani; cena: 109,00 USD.

- [5] Yang, G.: **Life Cycle Reliability Engineering** – V sodobni globalni tekmi poslovne konkurenosti morajo strokovnjaki za zanesljivost skrbeti za izboljšanje zanesljivosti, časovnega skrajšanja snovanja, zmanjšanje stroškov in povečanje zadovoljstva uporabnikov. Knjiga, napisana z bogatimi izkušnjami avtorja pri družbi Ford Motor Co. Posreduje vsa potrebna znanja in informacije za uspešno strokovno delo na obravnavanem področju. Obravnava vse faze nastajanja izdelkov od zanove do sklepnega preskušanja. Upoštevane so tudi metode »šest sigem« in metode Taguchi. – *Zal.*: John Willey & Sons Inc., 111 River St., Hobo-

ken, NJ 07030, USA; 2007, ISBN 978-0-471-71529-0, obseg: 532 strani; cena: 125,00 USD.

- [6] Wingate, J. A.: **Applying the ASME Codes: Plant Piping and Pressure Vessels** – Po uspešni prvi knjigi, ki obravnava uporabo priporočil ASME-ja za hidravliko, tok v cevovodih in sorodne teme, avtor v okviru serije »Mister Mech Mentor« nadaljuje z obravnavo te tematike in v drugi knjigi podrobneje predstavlja priporočila za industrijske cevovode in tlačne posode. Avtor podaja osnovna priporočila »zakaj« in »kako« tolmačiti potencialne nevarnosti pri fizikalni obravnavi in projektiranju – konstruiranju cevovodne in visokotla ne opreme. – *Zal.*: ASME Press, Three Park Ave., New York, NY 10016-5990, USA; 2007; ISBN 0-7918-0255-8; obseg: 220 strani (broširano); cena: 75,00 USD (lani ASME: 59,00 USD).



Robotina d.o.o.  
OIC-Hrpelje 38  
SI-6240 Kozina  
05 689 20 20  
[www.robotina.si](http://www.robotina.si)  
[info@robotina.si](mailto:info@robotina.si)

Oprema in sistemi za avtomatizacijo

**NOVA LOKACIJA IN  
NOVE TELEFONSKE  
ŠTEVILKE**

Spoštovani poslovni partnerji,

obveščamo vas, da smo od 30.7.2007 dalje dosegljivi na novem naslovu :

**Robotina d.o.o.  
OIC-Hrpelje 38  
6240 Kozina**

Imamo nove telefonske številke:

<b>Centrala</b>	<b>05 689 20 20</b>
<b>FAX</b>	<b>05 689 20 39</b>
<b>Komerciala</b>	<b>05 689 20 25</b>
<b>Servis</b>	<b>05 689 20 26</b>
<b>Tehnična podpora</b>	<b>05 689 20 34</b>

Ostale telefonske številke in zemljevid do nove lokacije najdete na naši spletni strani

[www.robotina.si](http://www.robotina.si)

Robotina d.o.o.

# Integralni sezname standardov SIST EN, SIST EN ISO in SIST ISO za področja fluidne tehnike (stanje 1. 11. 2006)

(nadaljevanje objave v Ventil 13(2007)3 – str. 200)


## Seznam standardov SIST ISO – stanje november 2006

(dopolnilo od zap. št. 93 naprej)

Št.	Oznaka dokumenta	Leto izdaje	Slovenski naslov	Izvirni – angleški naslov
93.	SIST ISO 6430:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji z enostransko batnico vrste 1000 kPa (10 bar) s premeri 32 mm do 250 mm in z vgrajenimi elementi za pritrditev - Vgradne mere	Pneumatic fluid power - Single rod cylinders, 1000 kPa (10 bar) series, with integral mountings, bores from 32 mm to 250 mm - Mounting dimensions
94.	SIST ISO 6537:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Cevnice valjev - Zahteve za neželezne kovinske cevi	Pneumatic fluid power systems - Cylinder barrels - Requirements for non-ferrous metallic tubes
95.	SIST ISO 6547:1995	1995	Hidravlika - Valji - Ohišja batnih tesnil z ležajnimi obroči - Mere in tolerance	Hydraulic fluid power - Cylinders - Piston seal housings incorporating bearing rings - Dimensions and tolerances
96.	SIST ISO 6552:2000	2000	Avtomatični izločevalniki kondenzata - Definicija tehničnih pojmov	Automatic steam traps - Definition of technical terms
97.	SIST ISO 6605:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Gibki cevovodi - Preskusne metode	Hydraulic fluid power - Hoses and hose assemblies - Test methods
98.	SIST ISO 6162-1:2003/TC 1:2005	2005	Fluidna tehnika – Hidravlika – Prirobnični priključki z dvodelnimi ali enodelnimi prirobničnimi objemkami in metriskimi ali colskimi vijaki – 1. del: Prirobnični priključki za uporabo pri 3,5 MPa (35 bar) do 35 MPa (350 bar), DN 13 do DN 127 – Tehnični pop	Hydraulic fluid power - Flange connectors with split or one-piece flange clamps and metric or inch screws - Part 1: Flange connectors for use at pressures of 3, 5 MPa (35 bar) to 35 MPa (350 bar), DN 13 to DN 127 - Technical Corrigendum 1
99.	SIST ISO 6718:1998	1998	Raztržni diski in naprave z raztržnimi diski	Bursting discs and bursting disc devices
100.	SIST ISO 6952:1998	1998	Fluidna tehnika - Dvopolni električni vtični konektorji z ozemljitvenim kontaktom - Značilnosti in zahteve	Fluid power systems and components - Two-pin electrical plug connectors with earth contact - Characteristics and requirements
101.	SIST ISO 6953-2:2001	2001	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Regulatorji tlaka in regulatorji tlaka s filtri - 2. del: Postopki preskušanja za določitev glavnih značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev	Pneumatic fluid power - Compressed air pressure regulators and filter-regulators - Part 2: Test methods to determine the main characteristics to be included in literature from suppliers







102.	SIST ISO 6953-1:2001	2001	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Regulatorji tlaka in regulatorji tlaka s filtri - 1. del: Glavne značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev in načini označevanja	Pneumatic fluid power - Compressed air pressure regulators and filter-regulators - Part 1: Main characteristics to be included in literature from suppliers and product-marketing requirements
103.	SIST ISO 6981:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Batnična ploščata priključna očesa - Vgradne mere	Hydraulic fluid power - Cylinders - Rod end plain eyes - Mounting dimensions
104.	SIST ISO 6982:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Batnična kroglasta priključna očesa - Vgradne mere	Hydraulic fluid power - Cylinders - Rod end spherical eyes - Mounting dimensions
105.	SIST ISO 7121:2000	2000	Jekleni krogelni ventili s prirobnicami	Flanged steel ball valves
106.	SIST ISO 7180:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji - Premeri in mere navojnih priključnih odprtín	Pneumatic fluid power - Cylinders - Bore and port thread sizes
107.	SIST ISO 7181:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Razmerja delovnih ploščin (batne in batnične strani valja)	Hydraulic fluid power - Cylinders - Bore and rod area ratios
108.	SIST ISO 7241-1:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Hitre cevne spojke - 1. del: Mere in zahteve	Hydraulic fluid power - Quick-action couplings - Part 1: Dimensions and requirements



# MOTOMAN robotec d.o.o.

Podjetje za trženje, projektiranje ter gradnjo industrijskih robotskih in fleksibilnih sistemov







## VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

**MOTOMAN ROBOTEC** s proizvodnjo **18.000 robotov** letno nudi široko paleto implementacij robotov v različna tehnološka okolja

- .varjenja (MIG/MAG, uporovno, TIG)
- .rezanja (laser, plazma, vodni curek)
- .brušenja oz. površinske obdelave
- .strege (CNC obdelovalnih strojev, stružnic)
- .tlačni liv
- .čiščenja odlitkov oz. pobiranja srha
- .montaže
- .paletiranja

**Naša strokovna ekipa vam nudi celovito rešitev od idejne izvedbe projekta do zagona, usposabljanja in servisiranja.**

Naslov: Lepovc 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA  
 Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350  
 Telefaks: + 386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si  
 E-mail: info@motomanrobotec.si

109.	SIST ISO 7241-2:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Hitre spojke - 2. del: Postopki preskušanja	Hydraulic fluid power - Quick-action couplings - Part 2: Test methods
110.	SIST ISO 7259:2000	2000	Litoželezni zasuni za podzemno uporabo, vkrmljeni predvsem z natičnim ključem	Predominantly key-operated cast iron gate valves for underground use
111.	SIST ISO 7368:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Dvopotni vložni ventili - Vgradna gnezda	Hydraulic fluid power - Two-port slip-in cartridge valves - Cavities
112.	SIST ISO 7425-2:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Gnezda za elastomerne tesnilke - Mere in tolerance - 2. del: Gnezda batničnih tesnilk	Hydraulic fluid power - Housings for elastomer-energized, plastic-faced seals - Dimensions and tolerances - Part 2: Rod seal housings
113.	SIST ISO 7425-1:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Gnezda za elastomerne tesnilke - Mere in tolerance - 1. del: Gnezda batnih tesnilk	Hydraulic fluid power - Housings for elastomer-energized, plastic-faced seals - Dimensions and tolerances - Part 1: Piston seal housings
114.	SIST ISO 7744:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtri - Specifikacija zahtev	Hydraulic fluid power - Filters - Statement of requirements
115.	SIST ISO 7745:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Težko vnetljivi hidravlični fluidi - Navodila za uporabo	Hydraulic fluid power - Fire-resistant (FR) fluids - Guidelines for use
116.	SIST ISO 7790:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Modulni štiripotni krmilni ventili za verženje z velikostjo 02, 03 in 05 - Vgradne mere	Hydraulic fluid power - Four-port modular stack valves and four-port directional control valves, sizes 02, 03 and 05 - Clamping dimensions
117.	SIST ISO 7789:2000/TC1:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Dvo-, tri- in štiripotni uvijalni vložni ventili - Vložna gnezda - Tehnični popravek 1	Hydraulic fluid power - Two-, three- and four-port screw-in cartridge valves - Cavities - Technical Corrigendum 1
118.	SIST ISO 7789:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Dvo-, tri- in štiripotni uvijalni vložni ventili - Vložna gnezda	Hydraulic fluid power - Two-, three- and four-port screw-in cartridge valves - Cavities
119.	SIST ISO 7986:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Tesnilke - Standardni postopki preskušanja za ugotavljanje sposobnosti tesnilk v oljni hidravliki pri izmeničnem premočrtnem gibanju	Hydraulic fluid power - Sealing devices - Standard test methods to assess the performance of seals used in oil hydraulic reciprocating applications
120.	SIST ISO 8131:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico kompaktne vrste 16 MPa (160 barov) - Tolerance	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) compact series - Tolerances
121.	SIST ISO 8132:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico srednje vrste 160 barov (16 MPa) in vrste 250 barov (25 MPa) - Vgradne mere pribora	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 160 bar (16 MPa) medium and 250 bar (25 MPa) series - Mounting dimensions for accessories
122.	SIST ISO 8133:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico kompaktne vrste 16 MPa (160 barov) - Vgradne mere pribora	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) compact series - Accessory mounting dimensions



123.	SIST ISO 8136:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico srednje vrste 160 barov (16 MPa) - Mere priključnih odprtín	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 160 bar (16 MPa) medium series - Port dimensions
124.	SIST ISO 8135:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico srednje vrste 16 MPa (160 bar) in vrste 25 MPa (250 bar) - Tolerance	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) medium and 25 MPa (250 bar) series - Tolerances
125.	SIST ISO 8137:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico vrste 250 barov (25 MPa) - Mere priključnih odprtín	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 250 bar (25 MPa) series - Port dimensions
126.	SIST ISO 8138:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico kompaktne vrste 160 barov (16 MPa) - Mere priključnih odprtín	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) compact series - Port dimensions
127.	SIST ISO 8139:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji vrste 1000 kPa (10 bar) - Batnična kroglasta očesa - Vgradne mere	Pneumatic fluid power - Cylinders, 1000 kPa (10 bar) series - Rod end spherical eyes - Mounting dimensions
128.	SIST ISO 8140:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji vrste 1000 kPa (10 bar) - Batnične vilice - Vgradne mere	Pneumatic fluid power - Cylinders, 1000 kPa (10 bar) series - Rod end clevis - Mounting dimensions



**26. 09. - 28. 09. 2007**

**Dvorana Zlatorog  
Celje, Slovenija**

**[www.intronika.si](http://www.intronika.si)**



**passion for perfection**

129.	SIST ISO 8426:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Črpalke in motorji z iztiskavanjem - Ugotavljanje iztisljivosti	Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps and motors - Determination of derived capacity
130.	SIST ISO 8434-5:1997	1997	Kovinski cevni priključki za fluidno tehniko in splošno uporabo - 5. del: Preskusne metode za navojne hidravlične cevne priključke	Metallic tube connections for fluid power and general use - Part 5: Test methods for threaded hydraulic fluid power connections
131.	SIST ISO 8434-3:1997	1997	Kovinski cevni priključki za fluidno tehniko in splošno uporabo - 3. del: Sočelni, s tesnilko O	Metallic tube connections for fluid power and general use - Part 3: O-ring face seal fittings
132.	SIST ISO 8434-2:1997	1997	Kovinski cevni priključki za fluidno tehniko in splošno uporabo - 2. del: 37° s porobljeno cevjo	Metallic tube fittings for fluid power and general use - Part 2: 37° flared fittings
133.	SIST ISO 8573-1:1995	1995	Komprimiran zrak za splošno uporabo - 1. del: Zamazanost in kakovostni razredi	Compressed air for general use - Part 1: Contaminants and quality classes
134.	SIST ISO 8778:2003	2003	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Standardna referenčna atmosfera	Pneumatic fluid power - Standard reference atmosphere
135.	SIST ISO 9110-2:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Merilna tehnika - 2. del: Merjenje povprečnega ustaljenega tlaka v zaprtem vodu	Hydraulic fluid power - Measurement techniques - Part 2: Measurement of average steady-state pressure in a closed conduit
136.	SIST ISO 9110-1:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Merilna tehnika - 1. del: Splošna načela merjenja	Hydraulic fluid power - Measurement techniques - Part 1: General measurement principles
137.	SIST ISO 9461:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Označevanje ventilskih priključkov, priključnih plošč, ukaznih mehanizmov in elektromagnetov	Hydraulic fluid power - Identification of valve ports, subplates, control devices and solenoids
138.	SIST ISO 10099:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji - Merila za končno kontrolo in prevzem	Pneumatic fluid power - Cylinders - Final examination and acceptance criteria
139.	SIST ISO 10100:2002	2002	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Prezemni preskusi	Hydraulic fluid power - Cylinders - Acceptance tests
140.	SIST ISO 10372:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Štiri- in petpotni servoventili - Priključne površine	Hydraulic fluid power - Four- and five-port servovalves - Mounting surfaces
141.	SIST ISO 10434:2000	2000	Jekleni zasuni s prirobnicnim zgornjim delom za naftno industrijo in industrijo zemeljskega plina	Bolted bonnet steel gate valves for petroleum and natural gas industries
142.	SIST ISO 10497:2000	2000	Preskušanje ventilov - Zahteve za protipožarno preskušanje	Testing of valves - Fire type-testing requirements
143.	SIST ISO 10631:2000	2000	Kovinske lopute za splošno uporabo	Metallic butterfly valves for general purposes
144.	SIST ISO 10762:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Vgradne mere valjev - Vrsta 10 MPa (100 barov)	Hydraulic fluid power - Cylinder mounting dimensions - 10 MPa (100 bar) series



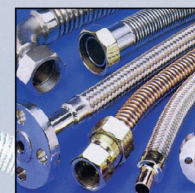
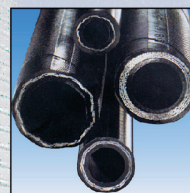
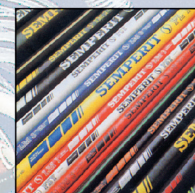
145.	SIST ISO 10763:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Cevi iz celega in varjene natančne jeklene cevi z ravnimi konci - Mere in imenski delovni tlaki	Hydraulic fluid power - Plain-end, seamless and welded precision steel tubes - Dimensions and nominal working pressures
146.	SIST ISO 10766:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Mere utorov v ohišjih za prerezane vodilne obroč s pravokotnim prerezom za bate in batnice	Hydraulic fluid power - Cylinders - Housing dimensions for rectangular-section-cut bearing rings for pistons and rods
147.	SIST ISO 10767-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje tlačnih konic pri nihanju tlaka v sistemih in sestavinah - 1. del: Natančen postopek za črpalke	Hydraulic fluid power - Determination of pressure ripple levels generated in systems and components - Part 1: Precision method for pumps
148.	SIST ISO 10767-3:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje tlačnih konic pri nihanju tlaka v sistemih in sestavinah - 3. del: Postopek za motorje	Hydraulic fluid power - Determination of pressure ripple levels generated in systems and components - Part 3: Method for motors
149.	SIST ISO 10767-2:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje tlačnih konic pri nihanju tlaka v sistemih in sestavinah - 2. del: Poenostavljen postopek za črpalke	Hydraulic fluid power - Determination of pressure ripple levels generated in systems and components - Part 2: Simplified method for pumps

# 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](mailto:info@hib.si)

## PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermeni
- Tehnična guma



**Zastopamo: SEMPERIT (Avstrija), HABASIT (Švica)**  
**SALAMI (Italija), DNP (Italija), ZEC (Italija), MERLETT (Italija)**  
**AEROQUIP (Nemčija), NORRES (Nemčija), LUDECKE (Nemčija)**

## Poslovne enote:

**LJUBLJANA**, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,  
 tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

**CELJE**, Lava 7a, 3000 Celje,  
 tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

**PTUJ**, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,  
 tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

**MARIBOR**, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,  
 2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

**SLOVENJ GRADEC**, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,  
 2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

**BREŽICE**, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,  
 tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

**KOČEVJE**, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,  
 tel./fax: 01/895 49 12

**SEMIČ**, Kovinostrugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,  
 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

150.	SIST ISO 10770-2:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Električno vkrmiljeni hidravlični krmilni ventili - 2. del: Preskusne metode za tripotne krmilne ventile	Hydraulic fluid power - Electrically modulated hydraulic control valves - Part 2: Test methods for three-way directional flow control valves
151.	SIST ISO 10770-1:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Električno vkrmiljeni hidravlični krmilni ventili - 1. del: Preskusne metode za štiripotne krmilne ventile	Hydraulic fluid power - Electrically modulated hydraulic control valves - Part 1: Test methods for four-way directional flow control valves
152.	SIST ISO 10771-1:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Preskušanje utrujenosti kovinskih plaščev pod tlakom - 1. del: Preskusna metoda	Hydraulic fluid power - Fatigue pressure testing of metal pressure-containing envelopes - Part 1: Test method
153.	SIST ISO 10945:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Plinski akumulatorji - Mere plinskih priključkov	Hydraulic fluid power - Gas-loaded accumulators - Dimensions of gas ports
154.	SIST ISO 10946:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Plinski akumulatorji s pregrado - Izbor prednostnih hidravličnih priključkov	Hydraulic fluid power - Gas-loaded accumulators with separator - Selection of preferred hydraulic ports
155.	SIST ISO/TR 10949:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Snažnost komponent - Navodila za doseganje in kontrolo snažnosti komponent od izdelave do vgradnje	Hydraulic fluid power - Component cleanliness - Guidelines for achieving and controlling cleanliness of components from manufacture to installation
156.	SIST ISO 11170:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtrski vložki - Postopek za preverjanje lastnosti	Hydraulic fluid power - Filter elements - Procedure for verifying performance characteristics
157.	SIST ISO 11171:2001/TC 1:2002	2002	Fluidna tehnika - Hidravlika - Umerjanje naprav za avtomatično štetje delcev v tekočinah - Tehnični popravek 1	Hydraulic fluid power - Calibration of automatic particle counters for liquids - Technical Corrigendum 1
158.	SIST ISO 11171:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Umerjanje naprav za avtomatično štetje delcev v tekočinah	Hydraulic fluid power - Calibration of automatic particle counters for liquids
159.	SIST ISO 11170:2005	2005	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtrski vložki - Postopki za preverjanje lastnosti	Hydraulic fluid power - Filter elements - Sequence of tests for verifying performance characteristics
160.	SIST ISO 11500:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje onesnaženosti z delci z avtomatičnim štetjem ob izrabi načela senčenja (absorpcije) svetlobe	Hydraulic fluid power - Determination of particulate contamination by automatic counting using the light extinction principle
161.	SIST ISO 11500:1998/TC1:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje onesnaženosti z delci z avtomatičnim štetjem ob izrabi načela senčenja (absorpcije) svetlobe - Tehnični popravek 1	Hydraulic fluid power - Determination of particulate contamination by automatic counting using the light extinction principle - Technical Corrigendum 1



162.	SIST ISO 11727:2000	2000	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Prepoznavanje priključkov in ukaznih mehanizmov krmilnih ventilov in drugih sestavin	Pneumatic fluid power - Identification of ports and control mechanisms of control valves and other components
163.	SIST ISO 11926-3:1998	1998	Cevni priključki za splošno uporabo in fluidno tehniko - Odprtine in konci priključkov z navoji po ISO 725 in tesnilko O - 3. del: Navojni konci priključkov lahke (L) vrste	Connections for general use and fluid power - Ports and stud ends with ISO 725 threads and O-ring sealing - Part 3: Light-duty (L series) stud ends
164.	SIST ISO 11926-2:1998	1998	Cevni priključki za splošno uporabo in fluidno tehniko - Odprtine in konci priključkov z navoji po ISO 725 in tesnilko O - 2. del: Navojni konci priključkov težke (S) vrste	Connections for general use and fluid power - Ports and stud ends with ISO 725 threads and O-ring sealing - Part 2: Heavy-duty (S series) stud ends
165.	SIST ISO 11926-1:1998	1998	Cevni priključki za splošno uporabo in fluidno tehniko - Odprtine in konci priključkov z navoji po ISO 725 in tesnilko O - 1. del: Priključna gnezda	Connections for general use and fluid power - Ports and stud ends with ISO 725 threads and O-ring sealing - Part 1: Ports with O-ring seal in truncated housing
166.	SIST ISO 11943:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Postopki za samodejno štetje delcev v tekočinah med pogonom - Metode kalibriranja in validacije	Hydraulic fluid power - On-line automatic particle-counting systems for liquids - Methods of calibration and validation



**SAMOSTOJNI KONTROLER MCC**

Bipolarna kontrola 2 osi  
 USB ali RS485 vmesnik  
 Digitalni vhodi 8/izhodi 8  
 Analogni vhod  
 Inkrementalni ali absolutni dajalnik  
 Programiranje v MINLOG formatu

**NOVO**



**KORAČNI MOTORJI**

Diameter od 18 - 125 mm  
 2 fazni hibridni koračni motor  
 Unipolarni ali bipolarni kontrolni režim  
 Število korakov 8, 24, 72, 500 (standard 200 - 1,8°)  
 Temperaturno območje -20°C do +120°C

**KONČNE STOPNJE**

Nastavljiva resolucija  
 Nastavljivi izhodni tokovi



**DOMEL®**

*Ustvarjamo gibanje*

Zastopstvo in prodaja Phytron

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

**VABILO**

19. septembra 2007, Vas vabimo v Domel Železniki, kjer vam bomo, skupaj s predstavniki firme **Phytron**, predstavili program podjetja in tehnične podrobnosti posameznih proizvodov. Potrudili se bomo odgovoriti na vsa vaša tehnična vprašanja.

Info: [meta.pegam@domel.si](mailto:meta.pegam@domel.si)



167.	SIST ISO 12151-3:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Spoji za hidravliko in za splošno uporabo - Cevne armature - 3. del: Cevne armature s prirobnicami po ISO 6162	Connections for hydraulic fluid power and general use - Hose fittings - Part 3: Hose fittings with ISO 6162 flange ends
168.	SIST ISO 12149:2000	2000	Jekleni ventili s prirobnicnim zgornjim delom za splošno uporabo	Bolted bonnet steel globe valves for general-purpose applications
169.	SIST ISO 12151-1:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Spoji za hidravliko in za splošno uporabo - Cevne armature - 1. del: Cevne armature s tesnilko O po ISO 8434-3	Connections for hydraulic fluid power and general use - Hose fittings - Part 1: Hose fittings with ISO 8434-3 O-ring face seal ends
170.	SIST ISO 12151-2:2005	2005	Fluidna tehnika - Hidravlika - Spoji za fluidno tehniko in za splošno uporabo - Cevne armature - 2. del: Cevne armature s konusom 24° po SIST ISO 8434-1 in s tesnilkami O	Connections for hydraulic fluid power and general use - Hose fittings - Part 2: Hose fittings with ISO 8434-1 and ISO 8434-4 24° cone connector ends with O-rings
171.	SIST ISO 12238:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Potni ventili - Merjenje odzivnega časa	Pneumatic fluid power - Directional control valves - Measurement of shifting time
172.	SIST ISO 13726:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico kompaktne vrste 16 MPa (160 bar) s premeri od 250 do 500 mm - Prigradne mere pritrditev	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) compact series with bores from 250 mm to 500 mm - Accessory mounting dimensions
173.	SIST ISO/TS 13725:2002	2002	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji - Metoda določanja uklonske sile	Hydraulic fluid power - Cylinders - Method for determining the buckling load
174.	SIST ISO 14743:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Vtični priključki za plastomerne cevi	Pneumatic fluid power - Push-in connectors for thermoplastic tubes
175.	SIST ISO 15086-2:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje značilnic tekočinskega hrupa v sestavinah in sistemih - 2. del: Merjenje hitrosti zvoka po tekočini v cevi	Hydraulic fluid power - Determination of fluid-borne noise characteristics of components and systems - Part 2: Measurement of speed of sound in a fluid in a pipe
176.	SIST ISO 15086-1:2002	2002	Fluidna tehnika - Hidravlika - Določanje veličin tekočinskega hrupa v sestavinah in sistemih - 1. del: Uvod	Hydraulic fluid power - Determination of fluid-borne noise characteristics of components and systems - Part 1: Introduction
177.	SIST ISO 15171-1:2000	2000	Fluidna tehnika - Spoji za fluidno tehniko in za splošno uporabo - Hidravlične spojke za diagnosticiranje - 1. del: Spojka za priključevanje, ko ni pod tlakom	Connections for fluid power and general use - Hydraulic couplings for diagnostic purposes - Part 1: Coupling not for connection under pressure
178.	SIST ISO 15171-2:2001	2001	Priključevanja za fluidno tehniko in za splošno uporabo - Hidravlične spojke za diagnostične namene - 2. del: Spojke z M16x2 za priključevanje pod tlakom	Connections for fluid power and general use - Hydraulic couplings for diagnostic purposes - Part 2: Coupling with M16x2 end for connection under pressure



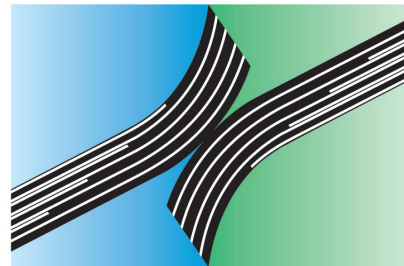
179.	SIST ISO 15217:2001	2001	Fluidna tehnika - Kvadratasti električni priključek 16 mm z ozemljitvenim kontaktom - Značilnosti in zahteve	Fluid power systems and components - 16 mm square electrical connector with earth contact - Characteristics and requirements
180.	SIST ISO 15218:2003	2003	Fluidna tehnika - Pnevmatika - 3/2-magnetni ventili - Priključne površine	Pneumatic fluid power - 3/2 solenoid valves - Mounting interface surfaces
181.	SIST ISO 15407-1:2001	2001	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili velikosti 18 in 26 mm - 1. del: Priključni površini brez električnega priključka	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves, sizes 18 mm and 26 mm - Part 1: Mounting interface surfaces without electrical connector
182.	SIST ISO 15407-2:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili velikosti 18 in 26 mm - 2. del: Priključne površine z možnostjo električnega priključka	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves, sizes 18 mm and 26 mm - Part 2: Mounting interface surfaces with optional electrical connector
183.	SIST ISO 15552:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Valji z ločljivimi pritrditvami vrste 1000 kPa (10 bar) in s premeri 32 mm do 320 mm - Mere osnovnega valja in njegovih pritrditev	Pneumatic fluid power - Cylinders with detachable mountings, 1 000 kPa (10 bar) series, bores from 32 mm to 320 mm - Basic, mounting and accessories dimensions
184.	SIST ISO 16028:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Čelno tesnjene hitre spojke za tlake od 20 MPa (200 bar) do 31,5 MPa (315 bar) - Specifikacije	Hydraulic fluid power - Flush-face type, quick-action couplings for use at pressures of 20 MPa (200 bar) to 31,5 MPa (315 bar) - Specifications
185.	SIST ISO 16030:2002/AMD 1:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Priključki - Odprtine in konci navojnih priključkov - Dopolnilo 1	Pneumatic fluid power - Connections - Ports and stud ends - Amendment 1
186.	SIST ISO 16030:2002/AMD 1:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Priključki - Odprtine in konci navojnih priključkov - Dopolnilo 1	Pneumatic fluid power - Connections - Ports and stud ends - Amendment 1
187.	SIST ISO 16030:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Priključki - Odprtine in konci navojnih priključkov	Pneumatic fluid power - Connections - Ports and stud ends
188.	SIST ISO/TR 16144:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Kalibriranje naprav za avtomatsko štetje delcev, izločenih v tekočinah - Uporabljeni postopki za certificiranje standardnih referenčnih materialov po SRM 2806	Hydraulic fluid power - Calibration of liquid automatic particle counters - Procedures used to certify the standard reference material SRM 2806
189.	SIST ISO/TR 16386:2001	2001	Vpliv sprememb standardov ISO na štetje delcev - Standardi za kontrolo onesnaženosti in za preskušanje filtrov	Impact of changes in ISO fluid power particle counting - Contamination control and filter test standards
190.	SIST ISO/TS 16431:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Montažni sistemi - Potrjevanje snažnosti	Hydraulic fluid power - Assembled systems - Verification of cleanliness

nadaljevanje sledi v Ventil 13(2007)5

## Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] [www.asme.org/Membership/Benefits/Professional/eLibrary.cfm](http://www.asme.org/Membership/Benefits/Professional/eLibrary.cfm) – [Razširjena ASME e-knjžnica] – Ob uporabi inovativne programske opreme vodilnih dobaviteljev strokovne literature je ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) nedavno razširil svojo e-knjžnico s 75 novimi referenčnimi naslovi. Med njimi so nova izdaja strojniškega priročnika *Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers* in integrirana programska oprema firme *Knovel Corporation* z izčrpnimi podatki, matematičnimi enačbami, tabelami in drugimi referencami za tehniške izračune.
- Izčrpni seznam razpoložljivih knjig je na zgornjem spletnem naslovu dostopen 24 ur na dan.
- [2] [www.bosch-rexroth.com/pneumatics](http://www.bosch-rexroth.com/pneumatics) – [Ekspresna izdelava pnevmatike] – Od decembra 2006 naprej znana firma *Bosch-Rexroth* tudi standardnih pnevmatičnih valjev, npr. valjev po standardu ISO, serij PRA in TRB, z imenskimi premeri 32–100 mm in gibi do 1500 mm, ne dobavlja iz skladišča, ampak jih na podlagi naročila do 12. ure za naročnike izdelava do 18. ure. Dobava sledi po želji kupca po ekspresni pošti ali s kurirjem. Storitve je na voljo v vseh državah EU ter na Norveškem in v Švici.
- [3] [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) – [Osnove fluidne tehnike na spletnih straneh] – Založba revije *Hydraulics & Pneumatics* nadaljuje z izdajanjem e-knjige z naslovom *Fluid Power Basics*, ki obsega 22 poglavij, od osnov do opisa delovanja sestavin in vezij hidravličnih naprav, ter dodatna poglavja o hidravličnih fluidih, obratovalnih lastnostih naprav in njihovi uporabi. Za deskanje je na voljo že prvih 12 poglavij.
- [4] [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) – [Več knjig – več znanja] – Založba revije *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh predstavlja v ZDA zelo popularno knjigo o hidravliki *Insider Secrets to Hydraulics*. V obsegu okoli 200 strani nudi knjiga izčrpne informacije za projektiranje hidravličnih naprav s potrebnimi podatki in formulami za izračune, vsebinami ustreznih standardov ter izčrpnim strokovnim slovarjem.
- [5] [www.me.ims.ca/6852-71](http://www.me.ims.ca/6852-71) – [Besede in matematika] – Ameriška firma *Maplesoft*, iz Waterlooja v Ontariu na spletnih straneh revije *Mechanical Engineering* predstavlja programski paket *Maple 11* za sočasno izvajanje tehniških izračunov in oblikovanje tehničnih besedil. Za pametno oblikovanje tehničnih dokumentov v elektronski obliki obsega vsa potrebna znanja in napolnila z ustreznimi grafičnimi in zvočnimi predstavitevami za izvajanje izračunov in oblikovanje besedil. Programska oprema je namenjena industrijskim aplikacijam in omogoča tudi avtomatično modeliranje, inteligentno krmiljenje in iskanje referenčnih e-publikacij.

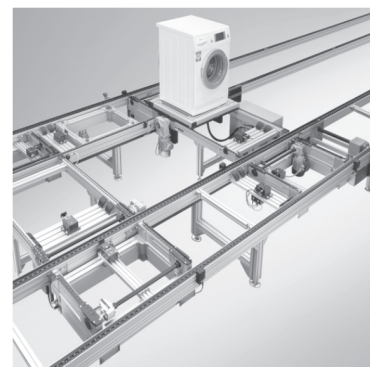
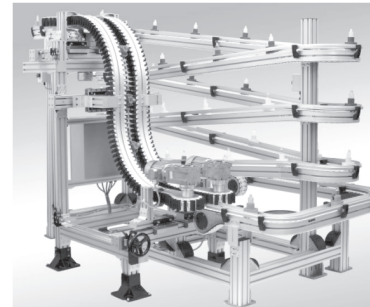
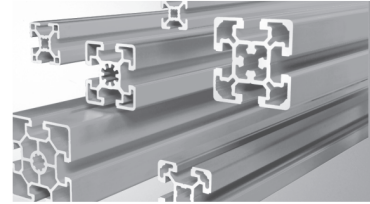
Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



**VENTIL**  
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

**Rexroth**  
Bosch Group



**OPL**  
automation

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

Tel. +386 (0) 1 560 22 40  
Tel. +386 (0) 1 560 22 41  
Mobil. +386 (0) 41 667 999  
E-mail: [opl.trzin@siol.net](mailto:opl.trzin@siol.net)  
[www.opl.si](http://www.opl.si)



## Znanstvene in strokovne prireditve

### ■ 2007 SAE Power Train Fluid Systems Conference (SAE konferenca o pogonskih kolektivih in fluidni tehniki 2007)

29. 10.–01. 11. 2007  
Chicago, Illinois, USA

*Informacije:*

- SAE
- tel.: +01 724 776 4841
- faks: +01 724 776 0790
- e-pošta: mjena@sae.org
- internet: <http://www.sae.org/events/pfs/cfp.htm>

### ■ Agritechnika 2007 (Mednarodna kmetijsko-živilska razstava)

13.–17. 11. 2007  
Hannover, BRD

*Tematika:* poleg osnovnih področij kmetijstva in živilstva, razstava obsega tudi obsežen prikaz kmetijskih in gozdarskih strojev, okoljske tehnike, računalniške in informacijske tehnike ter drugih področij povezanih z agro- in biotehniko.

*Informacije:*

- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Eschborner Landstra e 122, 60489 Frankfurt am Main
- tel.: + 069-24788-252 ali -255
- faks: + 069-24788-113
- e-pošta: a.schmidt@dlg.org
- internet: [www.agritechnica.com](http://www.agritechnica.com)

*nadaljevanje na strani 277*

Bled, Slovenija, September 11<sup>th</sup> - 14<sup>th</sup> 2007

# ICIT & MPT 2007

6<sup>th</sup> International Conference on Industrial Tools and Material Processing Technologies



IFAM - go-round

**IFAM**  
international trade fair of  
automation & mechatronic

30. 01. - 01. 02. 2008  
Celje, Sloveija, [www.ifam.si](http://www.ifam.si)

nadaljevanje s strani 276

## ■ 6. Internationale Fluidtechnische Kolloquium 2008 (6. IFK – 2008, Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki)

31. 03.–02. 04. 2008  
Dresden, BRD

Tematika kolokvija:

- Energijsko učinkovite hidravlične sestavine in sistemi za stacionarne stroje in naprave
- Energijsko učinkovite hidravlične sestavine in sistemi za mobilne stroje in vozila
- Pnevmatika in vakuumska tehnika
- Fluidna tehnika pri vozilih, mobilnih delovnih strojih in tirničnih vozilih
- Nova področja uporabe fluidne tehnike (medicinska tehnika, vodna hidravlika, tehnika preskušanja ...)

- Varnost, razpoložljivost in okoljska primernost
- Teoretične osnove in demonstracijske tehnike.

Pomembni termini:

- 15. 06. 2007 – prijava prispevkov
- 01. 09. 2007 – sprejem prispevkov
- 15. 12. 2007 – rok za dostavo besedila prispevkov

Informacije:

- Technische Universität Dresden, Institut für Fluidtechnik, 6. IFK Sekretariat
- tel.: + 49 351/463-33559
- faks: + 49 351/463-32136
- e-pošta: mailbox@ifd.mw.tu-dresden.de
- internet: www.tu-dresden.de/mwifd; www.ifk2008.com

# 40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile

**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI



- vrhunška 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](http://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



# HYDAC

Spoštovani poslovni partnerji,  
smo v mesecu dopustov in remontov, v mesecu, v katerem se prepletajo brezskrbne poletne počitnice in resna priprava za novo delovno obdobje.

Naužite se toplih poletnih dni, vedoč, da bomo tudi v prihodnje stali ob vaši strani pri novih izzivih s področja fluidne tehnike.

**HYDAC d.o.o.**  
Zagrebška c. 20  
2000 MARIBOR  
tel.: 02 460 15 20 / faks: 02 460 15 22  
e-naslov: info@hydac.si

[www.hydac.com](http://www.hydac.com)

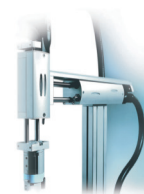
## Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki

# ePLAN fluid



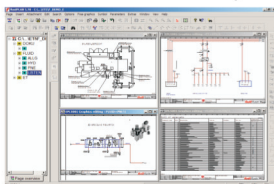
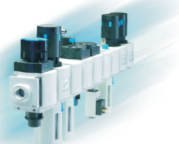
### Kreiranje shem:

- 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 evalvacija in generiranje dokumentacije**
- sezname povezav, kosovnice, vsebina, lista revizij...
  - preliminarne kosovnice



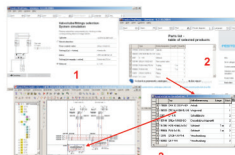
### Integracija FESTO kataloga

- 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



v sodelovanju

**FESTO** in **ePLAN**

### 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

**EXOR ETI**  
inženiring za energetiko, transport in industrijo d.o.o.

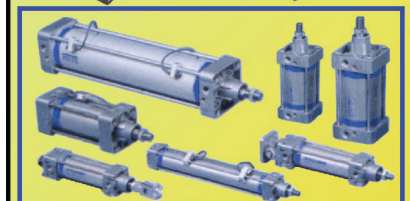
licence, vzdrževanje, tehnična podpora, šolanje, svetovanje  
Stegne 7, SI-1000 Ljubljana • tel.: 01/511 10 95 • fax: 01/511 30 79  
GSM: 031/368 783 • info@exor-eti.si  
[www.exor-eti.si](http://www.exor-eti.si)

## Seznam oglaševalcev

JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	277
KLADIVAR, d. d., Žiri	210
LAMA, d. d., Dekani	209
LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	278
MAPRO, d. o. o., Žiri	263
MIEL ELEKTRONIKA, d. o. o., Velenje	209
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	266
NEVIJA, d. o. o., Maribor	261
OLMA, d. d., Ljubljana	209
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	209, 275
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	209
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	279
PS, d. o. o., Logatec	230
DOMEL, d. d., Železniki	272
DVS, Ljubljana	231
ENERPAC, Ede, The Netherlands	209
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	278
FESTO, d. o. o., Trzin	209, 280
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	212
HIB, d. o. o., Kranj	270
HYDAC, d. o. o., Maribor	209
HYPEX, d. o. o., Lesce	245
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)	
NORGREN, Lesce	209
ICM, d. o. o., Celje	268, 276

# LE-TEHNIKA®

## VSE ZA HIDRAVLIKO IN PNEVMATIKO



**LE-TEHNIKA d.o.o.**

Šuceva 27, Kranj

tel.: 04 20 20 200

faks: 04 204 21 22

<http://www.le-tehnika.si/hyd>

e-mail: [hydraulic@le-tehnika.si](mailto:hydraulic@le-tehnika.si)